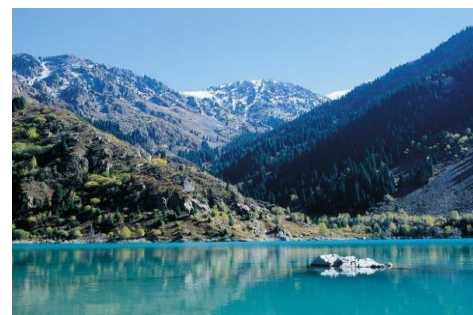




# Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане



Tempus



# Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане

**Бургхард С. Мейер**

Лейпцигский университет, Германия

**Лиан Ланди,**

Мидлсекский университет, Лондон, Великобритания

**Ануарбек Какабаев,**

Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

Коллективная монография подготовлена в рамках 5-го конкурса предложений по совместным проектам программы TEMPUS IV

Кокшетау

Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова

2015

УДК 556:631.6.02  
ББК 26.22  
И73

Рекомендовано к изданию РИСО и Учеными Советами КазНУ им. аль-Фараби, МКТУ им. Ходжи Ахмеда Ясави и КГУ им. Ш. Уалиханова.

**Внутренние рецензенты:**

Туртабаев С. К., д.т.н, профессор, МКТУ имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан  
Даулеткалиев С.К., д.г.н., профессор, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
Хусаинов А.Т., д.б.н., профессор, КГУ имени Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

**Внешние рецензенты:**

Вагапов Р.И, д.т.н., профессор, КазНТУ им. К. Сатпаева, Алматы, Казахстан  
Скаков А.А., д.г.н, профессор, генеральный директор РНП и ИЦ "КазЭкология", Алматы, Казахстан

Бургхард С. Мейер, Лиан Ланди, Ануарбек Какабаев (Главные редакторы)  
И73 Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане. Коллективная монография подготовлена в рамках 5-го конкурса предложений по совместным проектам программы TEMPUS IV. Изд.: Кокше-полиграфия. Кокшетау, 2015. – 358с.

ISBN: 978-601-261-247-9

**Главные редакторы:**

**Бургхард С. Мейер**, Лейпцигский университет, Германия  
**Лиан Ланди**, Университет Миддлсекс, Великобритания  
**Ануарбек Какабаев**, Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Казахстан

**Редакционная коллегия:**

**Раушан Нурдиллаева**, **Акконыр Жылысбаева**, Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Яссави, Туркестан, Казахстан  
**Гульдана Минжанова**, **Касым Дускаев**, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
**Татьяна Шакирова**, Региональный экологический центр Центральной Азии, Алматы, Казахстан  
**Нургуль Нурмуханбетова**, **Марина Тавлуй** и **Антонина Королева**, Кокшетауский государственный университет имени Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

Издатель, редакторы и авторы не несут никакой ответственности за любые травмы и/или повреждения, нанесенные лицам или имуществу, а также за качество выпускаемой продукции и неосторожность при любом использовании или применении представленных в настоящей коллективной монографии методов, продуктов, технических рекомендаций и идей. Авторы несут ответственность исключительно за содержание написанных ими разделов.

Данная публикация, как частично, так и полностью, не может быть воспроизведена или опубликована в любой форме и любыми средствами или сохранена в базах данных и поисковых системах без предварительного письменного разрешения редакторов и издателей.

УДК 556  
ББК 26.22

На публикацию необходимо ссылаться на оригинальную версию книги на английском языке:  
Meyer B. C. & L. Lundy (Eds). 2014. Integrated Water Cycle Management in Kazakhstan. Al-Farabi Kazakh National University, Publishing House, Almaty, 320 pages

ISBN: 978-601-261-247-9

© Бургхард С. Мейер, Лиан Ланди, Ануарбек Какабаев и др., 2015  
© Издательство «Кокше-полиграфия», 2015

## Указатель авторов

В настоящем разделе указаны контактные данные авторов, а также представлен список их работ в рамках содержания коллективной монографии.

**Абдибеков** Уалихан, президент Международного казахско-турецкого университета им. Х.А. Ясави, пр. Б. Саттарханова, 29, Туркестан, Казахстан, 161200, [rector@iktu.kz](mailto:rector@iktu.kz).

**Абжаппаров** Абдумуталип, ректор Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова, ул. Абая, 76, 020000, Кокшетау, Казахстан, [abzhapparovkguti@mail.ru](mailto:abzhapparovkguti@mail.ru).

**Акбасова** Аманкул, Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, кафедра экологии и химии, Институт экологических исследований, пр. Б. Саттарханова, 29, Туркестан, Казахстан, 161200, [ecolog\\_kz@mail.ru](mailto:ecolog_kz@mail.ru); 4.9.

**Абдуллаев** Искандар, Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦЦА), Орбита-1, 40, Алматы, Республика Казахстан, 050043, [IAbdullaev@carececo.org](mailto:IAbdullaev@carececo.org); 3.2, 7.1, 7.3.

**Артсанов** Рустам, Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦЦА), Орбита-1, 40, Алматы, Республика Казахстан, 050043, [rarstanov@gmail.com](mailto:rarstanov@gmail.com); 7.1.

**Асылбекова** Сауле, Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, район-12, 1/1, Алматы, Казахстан, 050036, [assylbekova@mail.ru](mailto:assylbekova@mail.ru); 5.9, 7.2.

**Башов** Абдуали, Институт органического катализа и электрохимии имени Д.В. Сокольского, ул. Д. Кунаева, 142, Алматы, Казахстан, 050010, [baveshov@mail.ru](mailto:baveshov@mail.ru); 4.8.

**Базарбаева** Турсункул, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, кафедра энергоэкологии, проспект аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [nur\\_tyr2301@mail.ru](mailto:nur_tyr2301@mail.ru); 6.3.

**Бекбаев** Рахим, Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, ул. Койгельды, 12, Тараз, Казахстан, 080003, [bekbayev\\_55@mail.ru](mailto:bekbayev_55@mail.ru); 5.11.

**Буркитбаев** Мухамбеткали, первый проректор Казахского национального университета имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [mukhambetkali.burkitbayev@kaznu.kz](mailto:mukhambetkali.burkitbayev@kaznu.kz); предисловие.

**Васкес** Марлен Инес, Международный центр водных исследований Nireas, Кипрский университет, Школа инженерии, а/я 20537, 1678 Никосия, Кипр, [vasquez.marlen@ucy.ac.cy](mailto:vasquez.marlen@ucy.ac.cy); 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

**Вильдебоер** Дирк, Мидлсекский университет, факультет естественных наук, Хендон, Лондон, Великобритания, NW4 4BT, [D.Wildeboer@mdx.ac.uk](mailto:D.Wildeboer@mdx.ac.uk); 2.7, 2.8.

**Гарелик** Хемда, Мидлсекский университет, факультет естественных наук, Хендон, Лондон, Великобритания, NW4 4BT, [H.Garelick@mdx.ac.uk](mailto:H.Garelick@mdx.ac.uk); 1,2, 2.7, 2.8, 3.7.

**Джонс** Хью, Мидлсекский университет, факультет естественных наук, Хендон, Лондон, Великобритания, NW4 4BT, [H.Jones@mdx.ac.uk](mailto:H.Jones@mdx.ac.uk); 2.7, 2.8, 3.4.

**Достай** Жакыпбай, АО Национальный научно-технологический Холдинг «Парасат», Институт географии, кафедра водных ресурсов, пересечение ул. Кабанбай батыра/Пушкина, 67/99, Алматы, Казахстан, 050010, [zh.dostai@mail.ru](mailto:zh.dostai@mail.ru); 5.4.

**Дугалл** Энн, Мидлсекский университет, факультет естественных наук, Хендон, Лондон, Великобритания, NW4 4BT, [A.Dougall@mdx.ac.uk](mailto:A.Dougall@mdx.ac.uk); 3.7.

**Дускаев** Касым, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, кафедра метеорологии и гидрологии, проспект аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [kduskaev@gmail.com](mailto:kduskaev@gmail.com); 5.1, 5.3, 6.2, 6.3, 6.4.

**Жанабаева** Жанара, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, кафедра метеорологии и гидрологии, проспект аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [zhanusik9@mail.ru](mailto:zhanusik9@mail.ru); 6.2.

**Жапаркулова** Ермекуль, Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, ул. Койгельды, 12, Тараз, Казахстан, 080003, [ermekull@mail.ru](mailto:ermekull@mail.ru); 5.11.

**Жаркинбеков** Темирхан, Кокшетауский государственный университета имени Ш. Уалиханова, первый проректор, ул. Абая, 76, Кокшетау, Казахстан, 020000, [zharkinbekov\\_t@mail.ru](mailto:zharkinbekov_t@mail.ru); 5.8.

**Жылысбаева** Акконыр, Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, кафедра экологии и химии, пр. Б. Саттарханова, 29, Туркестан, Казахстан, 161200, [akkonyr@mail.ru](mailto:akkonyr@mail.ru); 4.7, 4.8.

**Завьялов** Петр, Институт океанологии имени П.П. Ширшова, Лаборатория взаимодействия океана с водами суши и антропогенных процессов, Нахимовский

проспект, 36, Москва, Россия, 117997, [peter@ocean.ru](mailto:peter@ocean.ru); 5.6.

**Иноземцева** Анна, Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦА), Орбита-1, 40, Алматы, Республика Казахстан, 050043, [AInozemtseva@carececo.org](mailto:AInozemtseva@carececo.org); 3.5.

**Исбеков** Куаныш, Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Мамура-3, 21/42, Алматы, Казахстан, 050036, [isbekov@mail.ru](mailto:isbekov@mail.ru); 5.9; 7.2

**Казангапова** Нургуль, Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова, кафедра химии и биотехнологии, ул. Абая, 76, Кокшетау, Казахстан, 020000, [kazangapova@bk.ru](mailto:kazangapova@bk.ru); 5.5, 5.7.

**Какабаев** Ануарбек, Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова, кафедра географии и экологии, ул. Абая, 76, Кокшетау, Казахстан, 020000, [anuarka@mail.ru](mailto:anuarka@mail.ru); 5.10.

**Курбаниязов** Абылгазы, Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, кафедра экологии и химии, пр. Б. Саттарханова, 29, Туркестан, Казахстан, 161200, [abylgazy.kurbanyazov@iktu.kz](mailto:abylgazy.kurbanyazov@iktu.kz); 5.6.

**Ланди** Лиан, Мидлсекский университет, факультет естественных наук, Хендон, Лондон, Великобритания, NW4 4BT, [L.Lundy@mdx.ac.uk](mailto:L.Lundy@mdx.ac.uk); редактор, введение, 1.1, 1.5, 3.6, 6.1, 7.4, глоссарий.

**Лапуэнте** Энрике, ПАМА, Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [enlaoj@hma.upv.es](mailto:enlaoj@hma.upv.es); 1.3, 1.4.

**Лерма** Нестор, ПАМА (Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии), Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [nestorlerma@upv.es](mailto:nestorlerma@upv.es); 2.3.

**Мартин** Мигель, ПАМА, Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [mmartin@hma.upv.es](mailto:mmartin@hma.upv.es); 1.3, 1.4.

**Мейер** Бургхард, Лейпцигский университет, Институт географии, ул. Йоханнисаллее, 19а, Лейпциг, Германия, 04103, [Burghard.meyer@olanis.de](mailto:Burghard.meyer@olanis.de); редактор, введение, 1.6, 2.2, 3.3, 5.2, 5.3, 6.1, 7.4, глоссарий, алфавитный указатель.

**Минжанова** Гульдана, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, кафедра энергоэкологии, проспект аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [guldana.m@mail.ru](mailto:guldana.m@mail.ru); 5.1, 6.2, 6.3, 6.4.

**Михаэль** Ирина, Международный центр водных исследований Nireas, Кипрский университет, Школа инженерии, а/я 20537, 1678 Никосия, Кипр, [michael.irene@ucy.ac.cy](mailto:michael.irene@ucy.ac.cy); 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

**Молина** Хосе Луис Алонсо, Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии, Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [jalonso@ihdr.upv.es](mailto:jalonso@ihdr.upv.es); 1.2.

**Момбланч** Андреа, ПАМА (Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии), Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [anmombe@upv.es](mailto:anmombe@upv.es); 2.5.

**Нурдиллаева** Раушан, Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, кафедра экологии и химии, пр. Б. Саттарханова, 29, Туркестан, Казахстан, 161200, [raushan.nurdillayeva@iktu.kz](mailto:raushan.nurdillayeva@iktu.kz); 4.7, 4.8.

**Нурмухамбетова** Нургуль, Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова, кафедра химии и биотехнологии, ул. Абая, 76, Кокшетау, Казахстан, 020000, [nn\\_nurgul@mail.ru](mailto:nn_nurgul@mail.ru); 5.5.

**Паредес-Арквиола** Хавьер, ПАМА (Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии), Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [jparedes@hma.upv.es](mailto:jparedes@hma.upv.es); 2.3, 2.4, 2.5, 2.6.

**Педро-Монзонис** Мария, ПАМА (Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии), Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [mapedmon@hotmail.com](mailto:mapedmon@hotmail.com); 2.3; 2.6.

**Пёрчез** Диана, Мидлсекский университет, факультет естественных наук, Хендон, Лондон, Великобритания, NW4 4BT, [D.Purchase@mdx.ac.uk](mailto:D.Purchase@mdx.ac.uk); 1.2.

**Пятов** Евгений, вице-президент по науке, АО «Кокшетауминводы», Северная промзона, а/я 926, Кокшетау, Казахстан, 02000, [pyatov@yandex.ru](mailto:pyatov@yandex.ru); 4.6.

**Рахматуллаев** Шавкат, эксперт по управлению водными ресурсами и трансграничными водами в Центральной Азии/Германская международная кооперация (GIZ), Республика Узбекистан, [shavkat.rakhmatullaev@giz.de](mailto:shavkat.rakhmatullaev@giz.de); 3.2.

**Романова** Софья, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, кафедра общей и неорганической химии, проспект аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [vivarom@mail.ru](mailto:vivarom@mail.ru); 5.5, 5.7.

**Сальников** Виталий, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, кафедра метеорологии и гидрологии, проспект аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [vitali.salnikov@kaznu.kz](mailto:vitali.salnikov@kaznu.kz); 5.3.

**Солера** Абель, ПАМА (Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии), Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [asoleral@gmail.com](mailto:asoleral@gmail.com); 2.3, 2.4, 2.5, 2.6.

**Стрикелева** Екатерина, Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦЦА), Орбита-1, 40, Алматы, Республика Казахстан, 050043, [estrikeleva@carececo.org](mailto:estrikeleva@carececo.org); 3.5.

**Торегожина** Жанна, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, кафедра энергоэкологии, проспект аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040, [zhan\\_tore@mail.ru](mailto:zhan_tore@mail.ru); 6.4.

**Тумази** Тумазис, Международный центр водных исследований Nireas, Кипрский университет, Школа инженерии, а/я 20537, 1678 Никосия, Кипр, [toumazi.toumazis@ucy.ac.cy](mailto:toumazi.toumazis@ucy.ac.cy); 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

**Уотт** Джон, Мидлсекский университет, факультет естественных наук, Хендон, Лондон, Великобритания, NW4 4BT, [J.Watt@mdx.ac.uk](mailto:J.Watt@mdx.ac.uk); 2.1, 3.1, введение.

**Фатта-Кассинос** Деспо, Международный центр водных исследований Nireas, Кипрский университет, Школа инженерии, а/я 20537, 1678 Никосия, Кипр, [dfatta@ucy.ac.cy](mailto:dfatta@ucy.ac.cy); 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

**Хапеша** Эврула, Международный центр водных исследований Nireas, Кипрский университет, Школа инженерии, а/я 20537, 1678 Никосия, Кипр, [hapeshi.evroula@ucy.ac.cy](mailto:hapeshi.evroula@ucy.ac.cy); 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

**Харо** Давид, ПАМА (Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии), Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [dahamon@upv.es](mailto:dahamon@upv.es); 2.4.

**Хофнер** Симоне, Европейская экономическая комиссия ООН, Дворец Наций, 1211, Женева Швейцария, [simone.hofner@unece.org](mailto:simone.hofner@unece.org); 3.8.

**Чаррэ** Симон, филиал Регионального экологического центра Центральной Азии в Кыргызской Республике, бульвар Эркиндик, 10, Бишкек, Кыргызская Республика, 720040, [scharre@carececo.org](mailto:scharre@carececo.org); 7.1.

**Шакирова** Татьяна, Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦЦА), Орбита-1, 40, Алматы, Республика Казахстан, 050043, [tshakirova@carececo.org](mailto:tshakirova@carececo.org); 3.8.

**Шалгымбаева** Гульмира, Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Жарокова 269/52, Алматы, Казахстан, 050056, [Shalgimbayeva@mail.ru](mailto:Shalgimbayeva@mail.ru); 5.9, 7.2.

**Шмидт** Ронни, Лейпцигский университет, Институт географии, ул. Йоханнисаллее, 19а, Лейпциг, Германия, 04103, [ronny.schmidt@uni-leipzig.de](mailto:ronny.schmidt@uni-leipzig.de); 1.7.

**Шнайдер** Кристиан, Лейпцигский университет, Институт географии, ул. Йоханнисаллее, 19а, Лейпциг, Германия, 04103, [christian.schneider@uni-leipzig.de](mailto:christian.schneider@uni-leipzig.de); 1.7, алфавитный указатель.

**Шрайнер** Вера, Лейпцигский университет, Институт географии, ул. Йоханнисаллее, 19а, Лейпциг, Германия, 04103, [Vera\\_schreiner@yahoo.de](mailto:Vera_schreiner@yahoo.de); 5.2.

**Эндрю** Хоакин, ПАМА (Научно-исследовательский институт водной и экологической инженерии), Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, 46022, [ximoand@upv.es](mailto:ximoand@upv.es); 2.3, 2.4, 2.5, 2.6.

## Введение в проект I-WEB: контекст и задачи

Лиан Ланди

Электронный адрес: [L.Lundy@mdx.ac.uk](mailto:L.Lundy@mdx.ac.uk)

В настоящее время Казахстан претерпевает масштабные социальные и экономические преобразования. Согласно отчету ООН от 2005 года, в республике наблюдается нехватка возобновляемых источников воды, что в будущем может серьезно ограничить устойчивое развитие экономики. Существуют и иные исследования, подтверждающие данную точку зрения. Сфера образования Казахстана также подверглась реформам с целью развития у населения навыков, которые требуются для создания более эффективной экономики, конкурентоспособной на мировом рынке. Ключевым требованием на пути достижения таких целей является укрепление связей между образованием и бизнесом. Вовлечение бизнеса и профессиональных объединений в разработку учебных программ позволит повысить эффективность обучения, а также приведет к развитию научно-исследовательского сектора. Команда I-WEB считает, что в настоящих условиях наибольшую важность представляет разработка магистерских и докторских программ, нацеленных на интегрированное управление водными ресурсами, в тесном взаимодействии с профессиональными и промышленными организациями.

Основная задача, стоящая перед I-WEB, заключается в том, чтобы обеспечить у казахстанских студентов развитие навыков и качеств, требуемых для осуществления институционализации механизмов интегрированного управления водными ресурсами. Данное направление определено казахстанскими участниками проекта I-WEB как реакция на масштаб и значимость существующих в Казахстане проблем с водными ресурсами. Одна из таких проблем заключается в постоянном увеличении объемов потребления воды сельскохозяйственным и промышленным (в особенности, в сфере добычи нефти и газа) секторами и городскими зонами. Существующие программы стимулирования развития сельского хозяйства также оказывают негативное влияние на состояние водных ресурсов, поскольку модернизация

неразрывно связана с увеличением водопотребления. Данные процессы ведут к снижению запасов воды в поверхностных и грунтовых водоемах, наиболее ярким примером чего является Аральское море. Кроме того, увеличение объемов водопотребления казахстанскими пользователями осложнено уже тем, что семь из восьми речных бассейнов на территории республики являются трансграничными. Таким образом, ИУВР призвано выработать оптимальную схему распределения водных ресурсов не только между отдельными экономическими секторами, но и между государствами. Не меньшую важность имеет снижение возможных последствий изменения климата (в частности, потребуется разработать сценарии прогнозируемых объемов осадков и стоков ледников). Загрязнение воды также представляет серьезную проблему. Качество воды во многих поверхностных и грунтовых водоемах Казахстана может быть определено как неудовлетворительное. Основным источником загрязнения является сброс неочищенных сточных вод предприятиями химической и нефтяной промышленности, оказывающий разрушительное влияние на окружающую среду.

Проект I-WEB призван способствовать удовлетворению запросов промышленности посредством разработки магистерских и докторских программ, нацеленных на работу в сфере ИУВР, поддержки перехода от регионального к бассейновому механизму управления водными ресурсами и упрощения процедур вовлечения в работу заинтересованных сторон. В частности, программы I-WEB будут направлены на развитие у студентов навыков, необходимых для выявления важнейших задач в сфере управления водными ресурсами и нахождения путей их решения с применением системного подхода, используемого для анализа социальных, экономических и экологических последствий принимаемых решений. Целевые группы, которые получают наибольшую выгоду от внедрения образовательных программ I-WEB, являются многочисленными. В их число входят: академический персонал (лекторы и специалисты производства), профессиональный сектор (консультанты в области экологии и научно-исследовательские организации), бизнес (поставщики воды, рыбные хозяйства,

земледелие и животноводство, нефте- и газодобывающие компании, перевозчики, энергетические компании и т.п.), а также регулирующие органы (отделы планирования, руководящий персонал и регламентирующие органы).

I-WEB – это международный и междисциплинарный проект, в рамках которого ученые и неакадемические партнеры из Казахстана и ЕС (Германия, Испания и Кипр) осуществляют совместную работу по стимулированию кооперации бизнеса, профессиональных организаций, регулятивных органов и таких учебных заведений, как Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави и Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова, на национальном и международном уровнях при помощи разработки и внедрения магистерских и докторских программ, готовящих к работе в сфере ИУВР.

Важнейшими задачами проекта I-WEB являются:

- создание Международной экспертной комиссии (МЭК), в которую войдут академические партнеры из Казахстана и ЕС, а также эксперты, ученые и представители регулятивных органов в области образования. МЭК предстоит осуществить проверку разрабатываемых программ на предмет их соответствия предъявляемым требованиям;
- критическая оценка качества подготовки специалистов в сфере ИУВР, эффективности образовательных и специализированных программ, а также механизмов их контроля;
- интенсивная переподготовка казахстанских кадров для работы в области ИУВР и корректировка учебных планов повышения квалификации;
- разработка программ магистратуры и докторантуры, отвечающих требованиям Болонского процесса;
- разработка внутренних и внешних проектов, а также механизмов оценки эффективности образовательных программ;
- оборудование учебных и научных лабораторий для подготовки кадров в сфере ИУВР;

- разработка программ дальнейшей профессиональной подготовки.

Более полная информация по указанным пунктам может быть найдена на веб-сайте проекта I-WEB:

<http://iwebtempus.kz>.

От себя хотелось бы добавить, что координирование данного проекта было настоящим удовольствием. Я имела счастье побывать в различных регионах Казахстана, встретить множество интересных, увлеченных людей, движимых искренним желанием внести свой вклад в экологическое развитие Казахстана. Несмотря на то, что управлять проектом такого масштаба (в его рамках сотрудничали 15 партнеров из 5 стран!) было нелегко, тесное взаимодействие позволило нам создать крепкие рабочие взаимоотношения – взаимоотношения, которые, как я надеюсь, станут базой для будущих международных исследовательских и образовательных проектов.



## Предисловие

**Мухамбеткали Буркитбаев**

**Казахский национальный университет  
имени аль-Фараби  
Первый проректор**

электронный адрес:

[Mukhambetkali.Burkitbayev@kaznu.kz](mailto:Mukhambetkali.Burkitbayev@kaznu.kz)

В настоящее время интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) считается наиболее эффективным методом управления истощимыми водными ресурсами и, как следствие, является одной из приоритетных областей в рамках кампании Международного десятилетия действий «Вода для жизни» (2005-2015). Сложности с водоснабжением наблюдаются во многих регионах планеты, невозможность удовлетворения потребностей водопользования представляет собой чрезвычайно серьезную проблему, затрагивающую как современные, так и будущие поколения. В регионах Казахстана и Центральной Азии проблема нехватки воды исторически стоит особенно остро, на почве этого существует постоянный риск межгосударственных конфликтов. Вследствие этого в Целях развития Республики Казахстан на пороге тысячелетия особое внимание было уделено созданию необходимой законодательной базы и организационной среды, а также разработке эффективных механизмов внедрения принципов устойчивого развития, благодаря которым Казахстан сможет полноправно участвовать в реализации ИУВР в масштабе всего центрально-азиатского региона.

Руководствуясь законопроектами и указами Президента Республики Казахстан Нурсултана Назарбаева, за последнее десятилетие был разработан ряд важнейших документов. В их число входит Концепция перехода Республики Казахстан к «зеленой» экономике, Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и повышению эффективности водопользования Республики Казахстан, Интегрированная программа по управлению водными ресурсами и повышению эффективности водопользования Республики Казахстан до 2025 года, а также Государственная программа по управлению водными ресурсами в Казахстане (2013). В

упомянутых выше документах основной приоритет уделен повышению эффективности профессиональной подготовки, необходимой для успешного внедрения принципов ИУВР для решения крупнейших выявленных задач управления водными ресурсами в регионе. Достигнутый за последние годы по всему миру прогресс в области ИУВР не получил достаточного отражения в учебных пособиях для студентов, специализирующихся на водных ресурсах или смежных сферах. Настоящая монография была написана с тем, чтобы заполнить данный пробел, представив читателям теоретическую и методологическую базу ИУВР и опыт практического применения таких технологий, включая информацию о наилучших реализованных практиках в этой сфере.

Коллективная монография создана в рамках международного проекта ЕС TEMPUS-1-2012-1-UKTEMPUS-JPCR 530718 «Интегрированное управление водными ресурсами: наращивание потенциала и повышение эффективности в сфере образования и бизнеса». Участниками проекта являются: Казахский национальный университет имени аль-Фараби (КазНУ, Казахстан), Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави (МКТУ, Казахстан), Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова (КГУ, Казахстан), Мидлсекский университет (МУ, Великобритания), Лейпцигский университет (ЛУ, Германия), Политехнический университет Валенсии (ПУВ, Испания), Кипрский университет (КУ, Кипр), акмолинское отделение фонда «Жас Отан» (ФЖОАО, Казахстан), Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦЦА, Казахстан), Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства (КазНИИВХ, Казахстан), Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КазНИИРХ, Казахстан), Институт профессионального развития и переподготовки кадров (ИПРПК, Казахстан), Комитет по контролю в сфере образования и науки (ККСОН, Казахстан), Центр Болонского процесса и академической мобильности (ЦБПиАМ, Казахстан), Институт географии Казахстана (ИГК, Казахстан).

Основная задача настоящего международного проекта, проходящего под эгидой TEMPUS, состоит в том, чтобы способствовать кооперации казахстанских университетов (КазНУ, МКТУ и КГУ), бизнес-сообщества, а также академических и регулятивных структур на национальном и международном уровнях при помощи разработки и внедрения соответствующих всем требованиям Болонского процесса программ магистратуры и докторантуры, готовящих кадры для работы в сфере ИУВР. Данный проект характеризуется инновационным подходом к налаживанию активных связей между всеми вовлеченными сферами, реализуемым посредством выявления необходимых навыков, которые нужно прививать студентам для повышения их конкурентоспособности на рынке труда. Помимо того, работа в рамках проекта позволила укрепить академические связи между партнерами. Так, например, были заключены соглашения о сотрудничестве между европейскими и казахстанскими университетами; ученые из Университета Мидлсекс и Университета Лейпцига теперь являются вторыми научными руководителями докторантов КазНУ, специализирующихся в области экологии; наши ученые проходят курсы в Политехническом университете Валенсии и Университете Кипра; а студенты магистерских программ казахстанских университетов и докторских программ Университета Лейпцига проводят совместные исследования в сфере окружающей среды и водных ресурсов. Таким образом, проект в значительной мере способствовал развитию потенциала студентов и преподавателей всех участвующих сторон.

Я верю, что в будущем этот проект будет подспорьем в достижении следующих целей:

- разработка новых академических программ, соответствующих требованиям Болонского процесса;
- снабжение казахстанских университетов передовыми учебными материалами в сфере ИУВР и устойчивого развития;
- создание учебных лабораторий, призванных облегчить развитие у студентов навыков мониторинга и анализа;
- организация партнерской сети между университетами-участниками, готовящими специалистов в области

защиты окружающей среды, и улучшение инфраструктуры образования на мировом уровне;

- сочетание теоретического и практического знания, накопленного в различных отраслях бизнеса и науки;
- создание базы данных научных и академических идей и проектов для вовлечения университетов по всему миру в глобальный проект «Зеленый мост через поколения».

Я надеюсь, что настоящая монография внесет значительный вклад в подготовку высококвалифицированного персонала в Казахстане и странах по всему миру.

**Уалихан Абдибеков**

**Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави**

**Президент**

электронный адрес: [rector@iktu.kz](mailto:rector@iktu.kz)

Экологические проблемы в начале XXI столетия, связанные с водным вопросом, стали одними из самых острейших вследствие роста несоответствия между быстрым увеличением потребления и сохранностью надлежащих качеств природных водных ресурсов. В настоящее время критического момента достигло также соотношение между наличными ресурсами пресной воды и спросом на них и в ряде случаев превратилось в дефицит, что таит в себе угрозу социальных бедствий и политических конфликтов между обладателями трансграничных водных объектов. В связи с этим только интегрированная система управления водопользованием может позволить реализовать принципы согласованного развития производственных технологий, обработки и утилизации отходов, при котором использование маловодоемких технологий в промышленности и высокоэффективных технологий очистки сточных вод и утилизации отходов будет способствовать развитию производства и сохранению окружающей среды.

В решении столь важных, весьма емких и многоаспектных экологических проблем велика роль подготовки квалифицированных кадров в области экологии, экологического образования и воспитания населения. В связи с этим издание коллективной монографии, написанной с привлечением ученых и специалистов из Великобритании, Королевства Испании, Германии, Кипра и Казахстана, активно работающих в международном проекте с участием ЕС TEMPUS-1-2012-1-UKTEMPUS-JPCR 530718 «Интегрированное управление водными ресурсами: наращивание потенциала и повышение эффективности в сфере образования и бизнеса», является своевременным. Данная монография, в которой в достаточном объеме отражены достигнутые успехи многих стран мира в области ИУВР, предназначена для студентов, магистрантов и широкого круга

специалистов (научных работников и практиков) в области гидроэкологии, специалистам в области моделирования водных экосистем, использования современных информационных технологий, а также интегрированного управления водными ресурсами.

В ходе написания монографии и в результате проведения ряда работ налажены тесные связи и обмен опытом в сфере ИУВР между вузами Европейских стран: Мидлсекский университет (Великобритания), Лейпцигский университет (Германия), Политехнический университет Валенсии (Испания), Кипрский университет (Кипр) и Казахстана: Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Кокшетауский государственный университет имени Шокана Валиханова, а также бизнес-сообществом.

Выражаю огромную благодарность и признательность редакторам Лиан Ланди, Бургхарду Мейер и всем авторам монографии, а также редактору русской версии Ануару Какабаеву, ученым и сотрудникам Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, Казахского национального университета имени аль-Фараби, Кокшетауского государственного университета имени Шокана Валиханова и Регионального Экологического центра Центральной Азии за огромный труд при переводе монографии на русский язык, и за дружескую поддержку друг-друга при подготовке монографии и ее издании.

**Абдумуталип Абжаппаров**

**Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова**

**Ректор**

Электронный адрес:

[abzhapparovkguti@mail.ru](mailto:abzhapparovkguti@mail.ru)

Вода – основа жизни на Земле. Проблема чистой воды – одна из острых проблем во всем мире, дефицит водных ресурсов препятствует устойчивому развитию не только в нашей стране, но и во всем мире.

Целью Водного Законодательства Республики Казахстан является достижение и поддержание экологически безопасного и экономически оптимального уровня водопользования и охраны водного фонда, водоснабжения и водоотведения для сохранения и улучшения жизненных условий населения и окружающей среды, а также обеспечение правовой основы поддержки и развития устойчивого водопользования и охраны водного фонда, водоснабжения и водоотведения. В достижении данной цели в Водном Кодексе РК одним из приоритетных направлений указано международное сотрудничество в области охраны водных ресурсов.

Научно-техническое сотрудничество, совместная разработка и реализация норм, стандартов, проектов и мониторинга в области использования и охраны трансграничных вод является одним из приоритетных направлений международного сотрудничества Республика Казахстан. Использование интегрированного управления водными ресурсами дает возможность совместному решению проблем водных ресурсов, а также укрепить имидж нашей страны среди мировых стран в области охраны окружающей среды. Как подметил Глава государства Н. Назарбаев: «Внедрение Интегрированного управления водными ресурсами является одним из важных областей сотрудничества между Европейским союзом и Казахстаном» (Саммит ШОС, Астана, 2011).

Коллективная монография «Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане» разработана группой авторов в рамках проекта TEMPUS

2012 I-WEB. Была проведена большая работа по сбору и подготовке материала к написанию издания. В монографии рассматриваются вопросы:

- понятие об ИУВР;
- информационное обеспечение процесса ИУВР
- современного состояние управления водными ресурсами;
- необходимость внедрения ИУВР для Казахстана;
- национальная водная политика;
- национальная стратегия и законодательные основы управления водными ресурсами; международное сотрудничество и совершенствование управления трансграничными водными объектами.

Данная монография предназначена для ознакомления студентов и магистрантов, PhD докторантов специальностей «Экология», «География», «Водные ресурсы и водопользование» и «Гидрология» с методологией и мировой практикой интегрированного управления водными ресурсами и повышения эффективности качественного использования воды, подготовки поколения специалистов, владеющих менеджерскими навыками в области рационального использования и охраны водных ресурсов. Освоение материала, представленного в монографии, поможет молодым специалистам приобрести навыки управления в области водопользования и охраны вод, а также сформирует компетенции для принятия решений на всех уровнях системы управления водными ресурсами.

## Выражение признательности

По мере присоединения новых участников к проекту I-WEB происходила аккумуляция знаний, вследствие чего спектр охватываемых коллективной монографией тем был существенно расширен для того, чтобы обеспечить наиболее эффективное решение задач в сфере ИУВР на национальном и международном уровнях с учетом региональной специфики. Таким образом, эта монография – результат продолжительного труда большого количества людей, которым редакторы хотели бы выразить свою благодарность.

Мы выражаем глубокую признательность проекту ЕС TEMPUS I-WEB (<http://iwebtempus.kz>) за финансовую поддержку, а также всем нашим партнерам по проекту I-WEB, которые прямо или косвенно способствовали написанию данной монографии. В частности, мы хотели бы поблагодарить всех авторов (см. указатель авторов) и КазНУ им. Аль-Фараби за финансовую и техническую поддержку при печати монографии в Издательском доме КазНУ имени аль-Фараби.

Нам бы хотелось выразить благодарность руководителям Рабочих программ проекта I-WEB: Ануарбеку Какабаеву (РП1), Гульдана Минжановой (РП2), Деспо Фатте-Кассинос (РП3), Хосе Капилла (РП4), Хемде Гарелик (РП5), Раушан Нурдиллаевой (РП6) и Татьяне Шакировой (РП7) – за поддержку в наполнении монографии и помощь в координации организационной работы, необходимой для коллективного создания междисциплинарного труда, соответствующего высочайшим международным нормам.

Мы бы хотели особенно поблагодарить **Раушан Нурдиллаеву** (казахстанский партнер-координатор), **Акконыр Жылысбаеву** (МКТУ им. Ахмеда Ясави) за оказанную в рамках проекта помощь множеству казахстанских авторов и перевод третьего и четвертого разделов монографии, **Гульдана Минжанову**, **Касыма Дускаева** (КазНУ им. аль-Фараби) за организацию научного семинара по монографии, прошедшего в КазНУ им. аль-Фараби в сентябре 2013 года, и оформление пятого раздела монографии, первого проректора, профессора **Мухамбеткали Буркитбаева** за председательство на семинаре, **Татьяну Шакирову** (РЭЦЦА) за корректировку седьмого раздела и справочных материалов,

включая глоссарий по ИУВР, **Нургуль Нурмуханбетову** за научное оформление статей первого и второго разделов, **Марину Тавлуй и Антонину Королеву** за поддержку в грамматической и стилистической корректировке и оформлении коллективной монографии по ИУВР, **Веру Шрайнер** за оформление ряда статей. Особую благодарность выразить первому проректору КГУ им. Ш. Уалиханова **Темирхану Жаркинбекову** за институциональную поддержку и вице-президенту АО «Кокшетаумиводы» **Евгению Пятову** за распространение результатов проекта I-WEB.

Написание монографии на неродном для большинства участников проекта языке само по себе представляет сложную задачу для авторов и рецензентов. Поэтому нам бы хотелось еще раз поблагодарить всех авторов (см. указатель авторов) за труд по объяснению различных отраслей знания на неродном языке, а также рецензентов (Хемду Гарелик, Хью Джонса, Джона Уотта, Дирка Вильдебоеера, Диану Пёрчез, Хосе Капилла, Хосе Луиса Алонсо Молина, Хоакина Эндрю, Хавьера Паредес-Арквиола, Мигеля Мартина, Кристиана Шнайдера, Ронни Шмидта и Деспо Фатту-Кассинос) за их вклад в создание и рецензирование соответствующих версий подразделов в рамках научного содержания и в ракурсе языковых норм. Мы в долгу перед нашими корректорами: Людмилой Фунсо, Эмануэлой Каттанео и Инес Мартин, а также Кристианом Шнайдером, составившим алфавитный указатель. Наконец, сказать спасибо Эмануэле Каттанео за финальное согласование технических редакционных аспектов, включая окончательное оформление подготовленной к публикации рукописи. Поблагодарить главного редактора к.б.н, доцента кафедры географии, экологии и туризма **Ануарбека Какабаева** за издание русской версии коллективной монографии в открытой печати.

### **Бургхард Мейер и Лиан Ланди (главные редакторы)**

Финансирование настоящего проекта было осуществлено при поддержке Европейской комиссии. Данная публикация отражает исключительно точку зрения авторов, Комиссия не несет ответственность за использование и применение содержащейся в данном источнике информации.

## Содержание

Указатель авторов.....	4
Введение в проект I-WEB: контекст и задачи.....	7
Предисловие.....	9
Выражение признательности.....	13
Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане – введение в содержание и базовая информация о применении.....	16
Введение в управление водными ресурсами в Казахстане в контексте интегрированного управления рисками.....	19
<b>1. Ключевые понятия ИУВР.....</b>	<b>28</b>
1.1 Водные объекты как источники экосистемных услуг, благ и выгод.....	28
1.2 Микробное загрязнение воды.....	32
1.3 Городское водоснабжение.....	38
1.4 Городские сточные воды.....	42
1.5 Наилучшие технологии управления городскими ливневыми стоками.....	46
1.6 Минимальные экологические стоки и уровни.....	51
1.7 Свойства почвы как индикаторы процессов деградации, вызванных стоками поверхностных вод.....	55
<b>2. Базовые принципы и вспомогательные средства ИУВР.....</b>	<b>62</b>
2.1 Стратегическое управление рисками.....	62
2.2 Методы оценки риска при помощи простых прогностических моделей для оптимизации землепользования.....	67
2.3 Модели и методы имитации в ИУВР.....	73
2.4 Оптимизация водоресурсных систем.....	78
2.5 Системы поддержки принятия решений для интегрированного планирования и управления водными ресурсами: качество воды и состояние окружающей среды.....	83
2.6 Системы поддержки принятия решений для интегрированного планирования и управления водными ресурсами: количество воды, разрешение конфликтов и оценка рисков засухи.....	88
2.7 Стратегии пробоотбора.....	93
2.8 Мониторинг качества воды и уровней содержания загрязняющих веществ.....	97
<b>3. Навыки управления по повышению способности, квалификации и влияния.....</b>	<b>105</b>
3.1 Поиск и обзор литературы.....	105
3.2 Управление данными.....	110
3.3 Географические информационные системы в управлении водными ресурсами.....	113
3.4 Мета-анализ и его применение в управлении водными ресурсами.....	117
3.5 Бассейновое планирование.....	121
3.6 Работа в партнерстве.....	126
3.7 Навыки проектирования и управления.....	130
3.8 Обучение во имя будущего: компетенции в области образования в интересах устойчивого развития.....	137
<b>4. Примеры наилучшей практики управления очисткой воды.....</b>	<b>144</b>
4.1 Городские системы очистки сточных вод.....	144
4.2 Технологии очистки питьевой воды и мониторинг качества воды.....	150
4.3 Источники и появление фармацевтических отходов в водной среде.....	157
4.4 Извлечение фармацевтических препаратов из водных растворов биологическими методами и химическим окислением.....	163
4.5 Потенциальные последствия, связанные с повторным использованием сточных вод в сельском хозяйстве.....	167
4.6 Промышленное производство бутилированной природной минеральной, питьевой и лечебной воды.....	170
4.7 Методы очистки промышленных сточных вод.....	174
4.8 Электрохимические методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.....	180

4.9 Методы очистки, обеззараживания и утилизации производственных сточных вод.....	185
<b>5. Устойчивое использование водных ресурсов в Казахстане.....</b>	<b>193</b>
5.1 Водные ресурсы и устойчивое развитие.....	193
5.2 Теории и причины деградации гидрологических ресурсов.....	199
5.3 Изменение климата на территории Казахстана.....	204
5.4 Система подземных вод в контексте экономики Казахстана.....	211
5.5 Исследование физико-химических свойств водных систем Казахстана.....	215
5.6 Гидрофизика, гидрохимия и гидробиология Аральского моря.....	220
5.7 Озеро Балхаш - бессточное озеро.....	226
5.8 Озера Северного Казахстана.....	232
5.9 Современное состояние рыбохозяйственных водоемов Республики Казахстан.....	236
5.10 Биологическая индикация и скрининг загрязненных водных систем в Казахстане.....	240
5.11 Интегрированное управление водными ресурсами на ирригационных системах Казахстана.....	244
<b>6. Интегрированное управление водными циклами в Казахстане.....</b>	<b>258</b>
6.1 Водная Рамочная Директива Европейского Союза.....	258
6.2 Управление и планирование в масштабе речного бассейна.....	265
6.3 Системы сельского водоснабжения - как основа местного управления водными ресурсами в Центральной Азии и Республике Казахстан.....	269
6.4 Административный обзор и государственное управление в Казахстане в области ИУВ.....	274
<b>7. Трансграничные бассейны и интегрированное управление ими в будущем.....</b>	<b>282</b>
7.1 Трансграничные горные экосистемы.....	282
7.2 Современное положение и перспективы развития биоресурсов трансграничных рек Или и Иртыш в Казахстане.....	286
7.3 Проблемы трансграничного сотрудничества.....	288
7.4 Применение подхода Водной Рамочной Директивы в Казахстане.....	296
Справочные материалы.....	303
Каталог (алфавитный указатель).....	341
Глоссарий.....	349

## Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане: введение в содержание и базовая информация о применении

Бургхард Мейер, Лиан Ланди и Джон Уотт

Электронный адрес: [Burghard.meyer@uni-leipzig.de](mailto:Burghard.meyer@uni-leipzig.de)

Коллективная монография «Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) в Казахстане» была написана для того, чтобы предоставить казахстанским студентам и преподавателям как можно более широкую информационную базу, необходимую для развития критического понимания лучших международных практик в области управления водными ресурсами. Являясь во многом инновационной и соединяя в себе результаты международных, европейских и казахстанских научных исследований и инженерно-технических работ, настоящая монография призвана помочь в реализации устойчивого управления водными ресурсами на территории Казахстана и Центральной Азии. В основе предлагаемого подхода лежит идея о том, что характерные проблемы региона необходимо решать путем разработки соответствующей стратегии, вовлечения заинтересованных лиц и информирования о возможных рисках.

Уже при первом взгляде на проблему управления водными ресурсами очевидна ее серьезность. Борьба за воду длится третье тысячелетие, и ситуация только усугубляется по мере роста населения планеты, изменения климата и повышения нагрузки на трансграничные водные объекты. Обеспечение будущей стабильной ресурсной базы, помимо прочего, осложнено значительным ущербом, ранее нанесенным региону. Принятие решений затруднено рядом политических и экономических факторов. Нет никаких сомнений, что задача столь большого масштаба не может быть решена на частном или даже на государственном уровне. Ни отдельные лица, ни целые страны, как правило, не способны проявить необходимую широту мышления, поскольку руководствуются при принятии

решений исключительно своей специализацией и компетенцией, вследствие чего происходит потеря контакта между руководством, исполнителями и потребителями.

В чем заключается практическая ценность настоящей работы? Часто по окончании университета выпускники еще не имеют четкого представления о том, какие требования будут предъявляться к ним на рабочем месте – тем более существует вероятность, что в будущем они неоднократно сменят сферу деятельности, попробуют себя в промышленности, науке, администрировании, управлении и т.д. Так как в основе образования лежит специализация, то может показаться, что, к примеру, инженеры и аналитические химики получают мало связанные между собой знания. Разумеется, каждый специалист работает исключительно в своей сфере деятельности, однако это не значит, что принимаемые им решения, имеющие возможные социэкономические последствия, затрагивают исключительно его самого. Очевидно, что между руководящим звеном и аналитическим сектором должен существовать отлаженный механизм взаимодействия. Студенты, проходящие интегрированный курс, получают возможность изучить все аспекты управления водными ресурсами, благодаря чему им впоследствии будет значительно легче координировать свои действия вне зависимости от того, какие именно роли будут им отведены в процессе работы.

Международный опыт показывает, что именно ИУВР обеспечивает наиболее эффективное удовлетворение текущих и будущих потребностей в водных ресурсах. В основе предлагаемой методики лежит концепция адаптации развития региональных и национальных бассейнов к меняющимся природным условиям и нуждам водопользования. В интегрированное управление входят такие практики, как получение информации о почвах, доступном объеме и качестве поверхностных вод, долгосрочная оценка используемой стратегии управления водными ресурсами, реализация планов и инициатив, разработанных в сотрудничестве со всеми водопользователями, а также постоянный мониторинг и анализ всех происходящих процессов (см. рисунок 1).





Рисунок 1: интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) согласно Международной сети бассейновых организаций (МСБО), 2009

ИУВР также будет способствовать защите окружающей среды посредством предотвращения избыточного использования и/или ухудшения состояния водных ресурсов. Его реализация возможна исключительно при условии предварительного развития и модернизации институциональных структур, норм, стандартов и законодательства. Для достижения столь серьёзных задач наряду с применением подходящих инструментов и средств управления необходимо также уметь грамотно оформлять предоставляемую информацию и работать в команде.

## Обзор содержания

Первая часть коллективной монографии посвящена функциям системы управления рисками в контексте обеспечения соответствия технических показателей требованиям заинтересованных сторон и разработки комплексной стратегии развития, ориентированной на максимально эффективное использование кадрового персонала.

В целях упрощения усвоения информации и стимулирования самообучения в такой сложной междисциплинарной сфере, как ИУВР в Казахстане, данная монография была разбита на 7 разделов:

1. Ключевые понятия ИУВР.
2. Базовые принципы и вспомогательные средства ИУВР.
3. Навыки управления по повышению способности, квалификации и влияния.
4. Примеры наилучшей практики управления очисткой воды.
5. Устойчивое использование водных ресурсов в Казахстане.
6. Интегрированное управление водными циклами в Казахстане.

7. Трансграничные бассейны и интегрированное управление ими в будущем.

Кроме того, коллективная монография снабжена приложением-гlossарием, раскрывающим значения ключевых понятий, а также алфавитным указателем, призванным облегчить доступ к представленной в издании информации.

В начале монографии изложены общие принципы, методики и средства управления, лежащие в основе любой успешной схемы ИУВР (см. разделы 1-3). Далее эта базовая информация дополняется примерами передовых европейских и казахстанских практик водоподготовки и производства воды (см. раздел 4). В разделе 5 представлен широкий спектр междисциплинарной информации о текущей перспективе устойчивого использования водных ресурсов в Казахстане и ключевых аспектах обеспечения перехода к ИУВР. Разделы 6 и 7 посвящены практикам, реализуемым в Казахстане в контексте Европейской рамочной директивы по воде. Также в данных разделах акцент сделан на необходимости развития планирования трансграничного водосбора и проблемах интегрированного управления водными ресурсами в Европе и Центральной Азии. При написании настоящей монографии особое внимание было уделено упрощению самоорганизации читателем своего обучения и обеспечению возможности выявления важнейших концепций, инструментов и аспектов, применяемых в сфере ИУВР.

Раздел 1 представляет собой краткий обзор **ключевых понятий ИУВР**. В нем рассмотрено использование водных объектов как источников экосистемных услуг, благ и выгод; представлена базовая информация о микробном загрязнении воды и круговороте воды в городских зонах, включая примеры наилучших систем управления

водоснабжением, сточными и ливневыми водами и способов поддержки минимального стока поверхностных и грунтовых вод. Также в этом разделе рассказывается об использовании почв для индикации процессов деградации через отслеживание изменений их свойств под влиянием поверхностных водных стоков.

В разделе 2 «**Базовые принципы и вспомогательные средства ИУВР**» происходит знакомство читателя с концепцией стратегического управления рисками, включая использование оценки рисков для оптимизации землепользования при помощи простых прогностических моделей. Использование таких моделей и систем поддержки принятия решений (СППР) в сочетании с современными технологиями и наборами научных данных является ключевой особенностью ИУВР. Таким образом, применение моделей и методик моделирования представляется в монографии как наилучшая базовая практика оптимизации систем водопользования. В данном разделе рассматриваются вопросы использования интегрированного управления водными ресурсами и СППР в рамках управления количественными и качественными аспектами воды, решения проблем, связанных с окружающей средой, устранения конфликтных ситуаций и оценки рисков засухи. Также нужно отметить, что успешность реализации ИУВР может быть оценена только после разработки и внедрения технологий повышенной надежности для отбора проб и мониторинга.

В разделе 3 рассмотрены **управленческие навыки, необходимые для наращивания потенциала и повышения эффективности**. Читатель узнает о том, каким образом можно получить информацию и как ее оценить, а также сформирует общее представление об управлении и анализе данных. В настоящее время использование географических информационных систем (ГИС) является базовым требованием для внедрения инициатив по управлению водными ресурсами. Комбинированное применение таких систем и мета-анализа признано чрезвычайно эффективным, оно используется специалистами и учеными из самых разных сфер для поиска и интеграции данных с целью повышения уровня информированности при принятии решений. В случае бассейнового планирования

активное участие заинтересованных сторон имеет особую важность, поскольку существующие и ожидающие нас проблемы могут быть решены исключительно путем широкомасштабной кооперации. Следовательно, успешное внедрение ИУВР целиком и полностью зависит от развития проектирования и выработки необходимых управленческих навыков. При планировании и внедрении технологий управления водными ресурсами необходимо ориентироваться на долгосрочную перспективу. Это значит, что, строя планы на будущее, необходимо уже сейчас выявлять требуемые компетенции, готовить специалистов и создавать механизмы для оценки эффективности практического применения полученных знаний.

В разделе 4 «**Наиболее эффективные методы управления водоочисткой**» рассказывается об управлении очисткой городских сточных вод, технологиях обработки питьевой воды, способах мониторинга качества воды, источниках фармацевтического загрязнения водной среды и удалении фармацевтических препаратов при помощи биологических и химических процессов. Изучение представленных методов способствует расширению понимания совокупности процессов, связанных с повторным использованием сточных вод, промышленным производством бутилированной минеральной, питьевой и лечебной воды, а также дает базовую информацию о различных способах очистки промышленных сточных вод. Особое внимание в разделе уделено электрохимическому подходу к очистке сточных вод от тяжелых металлов, а также методам очистки, нейтрализации и утилизации сточных вод, применяемым в настоящее время в казахстанской промышленности.

Раздел 5 посвящен **устойчивому использованию водных ресурсов в Казахстане**. В нем дано описание основных характеристик водных ресурсов Казахстана в контексте устойчивого развития, а также представлена общая теоретическая информация о вызванных деятельностью человека и изменением климата процессах деградации, оказывающих воздействие на гидрологические ресурсы. Помимо того, в настоящий раздел вошел обзор многолетних

исследований изменения климата, на основе которых были разработаны возможные сценарии развития событий. Также читатель сможет ознакомиться с информацией о подземных водных ресурсах и их оценкой с позиции национальной экономики. В обзоре физических и химических свойств водных систем, расположенных на территории Казахстана, особое внимание уделено гидрофизическому, гидрохимическому и гидробиологическому состоянию Большого Аральского моря и бессточного озера Балхаш, рассмотрены озера Северного Казахстана. Биологическая и сельскохозяйственная оценка перспектив использования ИУВР проведена согласно данным исследования текущего состояния рыбных запасов и биологического исследования загрязненных водных систем. Раздел завершается кратким обзором преимуществ внедрения технологии ИУВР в ирригационные системы Казахстана.

Раздел 6 «**Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане**» начинается с введения в Европейскую рамочную директиву по воде (ЕРДВ ЕС). Читателю предоставляется возможность ознакомиться с успехами и неудачами организации работы и внедрения технологий в Европе. Также в данном разделе рассмотрены примеры общенационального и локального уровней управления водосбором рек и возведения соответствующих структур, содержится информация о компетентных государственных органах, показаны возможные решения проблем, связанных с внедрением ИУВР.

В разделе 7 основное внимание уделено **проблемам трансграничного водосбора и будущему интегрированного управления водными ресурсами**. Потенциальные проблемы рассмотрены на примере трансграничных горных экосистем и текущей ситуации, отражающей развитие биоресурсов в реках Или и Иртыш. Раздел также затрагивает перспективы трансграничной кооперации, которая потребует интеграции политического, административного и промышленного секторов. В заключительной части монографии обсуждаются используемые практики и существующие проблемы центрально-азиатского региона в рамках полного внедрения концепции ЕРДВ ЕС по управлению водными бассейнами.

## Введение в управление водными ресурсами в Казахстане в контексте интегрированного управления рисками

Джон Уотт

Электронный адрес: [J.Watt@mdx.ac.uk](mailto:J.Watt@mdx.ac.uk)

### Введение

Управление любыми сложными рисками, включая водные ресурсы, можно рассматривать как диалог (зачастую – спор) между теми, кто принимает решения, и теми, кто занимается сбором данных. Помимо прочего, необходимо упомянуть, что такой диалог может проходить под давлением общественности и государственных структур. Каждый частный случай является уникальным, так как характеристики месторождений и политический контекст ожиданий заинтересованных лиц могут варьироваться в широчайших пределах.

Вследствие этого чрезвычайно важно найти способ связать все компоненты воедино таким образом, чтобы произошла интеграция различных функций, а их взаимоотношения были прозрачны и эффективны. Данная проблема может быть решена посредством внедрения концепции управления рисками (Международный совет по управлению рисками (МСУР), 2005; Ренн, 2008; Ренн и Уокер, 2008). Происхождению подобных методик посвящен подраздел 2.1, в котором на основе идеи диалога двух сторон (управление рисками и оценка рисков) показана необходимость ясного понимания функций каждой из этих сторон. Эффективная работа возможна только в том случае, если каждый участник цепи осознает, какую именно задачу он должен решать, каковы его полномочия, когда (и кому) он должен сообщать о результатах своей деятельности. Планирование (управление рисками) всегда является функцией высшего руководства. Руководству, как и любым работникам широкого профиля, обыкновенно требуется дополнительная информация от ученых и инженеров, на основе которой они могли бы вынести конкретное решение (для

оценки рисков и рассмотрения вопроса заинтересованными сторонами).

Каких взглядов бы ни придерживалась каждая из сторон, руководящие лица не могут обойтись без специалистов, поскольку не обладают достаточными знаниями в технической сфере, равно как и технический персонал не в состоянии разработать успешную стратегию в силу отсутствия соответствующего опыта работы с финансами. Представленные в разделе 6 рекомендуемые технические принципы не могут быть одновременно превращены в стратегию без предварительной оценки затрат и планируемой выгоды, а также согласования со всеми заинтересованными лицами (включая, в частности, государственные органы).

## Интеграция на стратегическом уровне

Целесообразно рассмотреть управление водными ресурсами в Казахстане в более широких рамках – на уровне общего управления. Управление рисками не является самодостаточным. Оно всего лишь один из ряда инструментов, используемых для получения определенной выгоды. В случае водных ресурсов управление рисками осложнено конечностью доступного ресурса и необходимостью соответствовать ожиданиям общества (и правовым нормам).

При работе с системами такого уровня основные препятствия обыкновенно возникают по причине *неуверенности* и *конфликта мнений*. Доступная информация никогда не бывает достаточной, а людям свойственно не соглашаться друг с другом. Любое принятое решение – это всегда компромисс, выстроенный на основе неполной информации. Соответственно, ключевыми операциями являются сбор информации и оценка полезности действий. На рисунке 2 схематически изображено, как на стратегическом уровне управление рисками можно условно разделить на оценку рисков и, непосредственно, управление рисками.

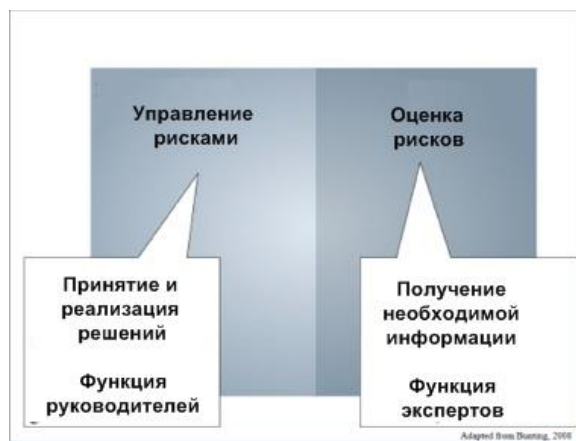


Рисунок 2: связь между управлением и оценкой рисков при стратегическом планировании

В настоящем случае *управление рисками* рассматривается как совокупность оценки полезности действий (причин заниматься управлением водными ресурсами) и принятия решений по контролю и уменьшению рисков, связанных с устойчивым управлением водными запасами, используемыми для питья, орошения, ассенизации воды или в рекреационных целях, согласно требованиям, предъявляемым народом Республики Казахстан. Информация о современных технологиях поддержки принятия решений в данном контексте содержится в подразделах 2.5 и 2.6. *Оценка рисков* заключается в сборе информации, необходимой для принятия решений в таких сферах, как, например, мониторинг качества воды (см. подраздел 2.8). Выявление текущих задач, требующих оценки рисков, может быть осуществлено посредством анализа полемики, возникающей в обществе по поводу тех или иных вопросов.

## Управление водными рисками

Будучи реализованным с соответствующей прозрачностью и компетентностью, процесс принятия решений, также именуемый *управлением рисками*, способствует повышению доверия между всеми вовлеченными сторонами.

На рисунке 3 (созданном по материалам МСУР, 2005) в упрощенной форме представлена структурная схема процесса управления рисками. Необходимо упомянуть, что данная схема является *функциональной* – ее применение возможно на практике. К примеру, ученый может сначала работать в лаборатории, проводя анализ воды (оценка рисков), а затем

участвовать в стратегическом планировании на совещании (управление рисками). Таким образом, обсуждение двух условных «сторон» с представленного ниже рисунка будет относиться к *функциям* управления и оценки рисков.



Рисунок 3: обзор функций управления рисками на стратегическом уровне

На первом этапе происходит рассмотрение особенностей частного случая управления водными ресурсами и производится анализ потенциальных выгод. Для достижения максимальной эффективности в осуществлении данных операций должны принимать участие обе стороны. Более широкий обзор существующих и возможных препятствий на пути внедрения систем устойчивого использования водных ресурсов в Казахстане может быть найден в разделе 5. В настоящем обзоре показано, что при решении задач подобного рода необходимо принимать во внимание ряд физических (гидрология, климат, экология и т.д.) и социальных (устойчивость развития, текущее состояние экономики, цели использования ресурсов и т.д.) факторов. Также в данном контексте рассмотрены правовые механизмы, регулирующие работу водных систем (раздел 6).

Затем происходит обсуждение способов сбора данных (оценка рисков, как показано в разделе 2). Необходимая информация может иметь не только научный и технический характер, но также включать в себя оценку общественных ожиданий (мнение о предыдущих шагах в этой области, общие мнения и т.п.). Как и все подобные технические операции, сбор данных должен реализовываться специально обученным персоналом (при необходимости для этих целей привлекают сторонних консультантов).

На третьем этапе вновь потребуется активное вовлечение обеих «сторон» вследствие необходимости оценки полученных данных в контексте приоритетов, определённых в начале работы. Как правило, выбор происходит из трех возможных решений: не предпринимать никаких действий, исключить отдельные элементы стратегии или реализовывать управление рисками. Основная сложность заключается в том, что необходимо удостовериться в безопасности будущих действий в контексте юридических обязанностей, доступных ресурсов и управленческих целей, а также, получив цельную картину, оптимизировать выгоды, получаемые от водных ресурсов. Ориентирами в ходе данного процесса могут служить оценки уже реализованных практик в настоящей сфере (раздел 4). Устойчивость развития будет обеспечена в полной мере только в том случае, если при принятии решений приоритеты были определены должным образом и всем потенциальным проблемам (раздел 5), включая проблемы, характерные для региона, было уделено достаточное внимание. Помимо того, в разделе 5 рассмотрены способы динамического изменения оценки полученных данных согласно политическим, социальным, экологическим и климатическим тенденциям.

Ключевые задачи четвертого этапа – создание и оценка управленческих механизмов. За решение этих задач ответственны региональные органы, поскольку именно в их компетенцию входит разработка стратегий, обеспечивающих одновременно защиту водных ресурсов и пользователей. В разделе 6 рассматриваются реализованные практики ЕС и производится оценка используемых в Казахстане методов интегрированного управления. Раздел 7 посвящен крупнейшим потенциальным проблемам и возможным путям их решения, включая трансграничную и международную кооперацию.

Пятый элемент управления рисками – это информирование. В силу своей важности на рисунке оно находится в самом центре. Именно через информирование участники процесса узнают об имеющемся прогрессе, о своих задачах и своей ответственности – этот процесс также называется внутренним информированием. Кроме того, необходимо убедиться в том, что соответствующие

сторонние лица также получили всю требуемую информацию (внешнее информирование).

Несмотря на то, что, согласно схеме, действия происходят в строгой последовательности, к настоящему моменту времени значительная часть указанных работ будет находиться в процессе реализации или будет уже завершена. В теории определение контекста всегда должно происходить перед оценкой и управлением, однако на практике этот порядок зачастую нарушается. Отдельные элементы стоит рассматривать как взаимосвязанные между собой, нежели как образующие определенную последовательность. На рисунках схематически отображены четыре наиболее важные задачи.

### Задача 1: определение контекста

Задача 1 (также известная как *предварительная оценка*, рисунок 4) может быть разбита на ряд отдельных шагов: выявление рисков, упреждение проблем, классификация и определение правовых и процессуальных норм, используемых для оценки рисков.



Рисунок 4: интегрированное управление рисками, часть 1 - предварительная оценка

Чрезвычайно важно уже в самом начале выявить причины. Для чего будет применяться управление различными водными ресурсами? Необходимо в течение всего процесса держать в поле зрения потенциальные выгоды<sup>1</sup>, так как, помимо

<sup>1</sup> Например, можно ставить отдельные промежуточные задачи. Нужно отметить, что разработка единого, всеобъемлющего плана управления ресурсом становится возможной

прочих преимуществ, с помощью этого можно задать алгоритмы проведения оценки рисков и установить приоритеты, в соответствии с которыми будет оцениваться поступающая информация. Любые заблаговременно не выявленные проблемы, связанные с безопасностью, могут нивелировать планируемые выгоды. Это значит, что к таким вопросам нужно подходить с особой серьезностью, принимая во внимание особенности региона. К примеру, в ситуации, когда часть водных ресурсов планируется к использованию для орошения, необходимо учитывать, что это может нанести урон запасам питьевой воды ниже по течению. Воздействие, оказываемое промышленностью и сельским хозяйством на рыбные хозяйства (равно как и политические нюансы задачи, если извлечение воды происходит в соседнем государстве), подробно рассмотрено в подразделе 5.9. Разумеется, число потенциально опасных процессов и явлений является неограниченным, поэтому предварительная оценка всегда начинается с *выявления рисков*.

Также в определение контекста входит *упреждение проблем и мониторинг*. На данном этапе происходит внесение корректировок в разрабатываемые планы. В частности, настоящая функция может заключаться в отслеживании общественного мнения, касающегося использования водных ресурсов.

*Создание стратегии оценки рисков* также является составной частью определения контекста. Суть этого процесса состоит в определении механизмов оценки и управления, включая, к примеру, выбор методов поиска и анализа данных или выявление вопросов, имеющих повышенную важность для заинтересованных лиц.

Помимо того, определение контекста – это определение соответствующих правовых и процессуальных норм. Например, если решено проверить воду на пригодность для питья, то вначале необходимо определить, каким образом будут проводиться расчеты и анализы. Контекст будет заключаться в сборе всех необходимых данных согласно

только после определения и согласования базовой цели – процесса, в высшей степени осложненного конфликтом интересов отдельных сторон.

требованиям нормативных актов. В разделе 6, в рамках обзора законодательства Казахстана и ЕС, рассказывается о том, каким образом нормативные требования могут повлиять на управление рисками.

## Задача 2: оценка рисков

В данную задачу входит все необходимое для классификации и анализа рисков. Как показано на рисунке 5, ее можно условно разделить на:

- оценку рисков с технической стороны (согласно инженерно-конструкторским и научным работам), включая внесение корректировок под влиянием факторов, выявленных в рамках задачи 1;
- оценку связанных проблем, а также социальной и политической ситуации. Именно на этом этапе вносятся изменения, продиктованные текущим политическим и финансовым климатом.



Рисунок 5: интегрированное управление рисками, часть 2 - оценка рисков

Оценка рисков производится в несколько этапов:

- выявление и оценка опасностей (достаточно ли воды и каков уровень загрязнения?)
- оценка воздействия/уязвимости (сколько человек окажется под воздействием?)
- оцениваемые риски могут быть количественными (вероятностное распределение негативных эффектов, картографирование) или качественными (комбинация факторов опасности и воздействия, а также количественных данных).

Как правило, процесс проходит именно в этой последовательности.

Таким образом, при оценке рисков организации, владеющей или управляющей водными ресурсами, необходимо наряду с доступным объемом и качеством ресурсов проверить механизмы управления, принятые на этапе определения контекста.

*Оценка обеспокоенности* состоит в сборе информации об отношении людей к водным рискам и ожидаемом результате от управления такими рисками. Взгляды заинтересованных лиц могут значительно отличаться друг от друга. Общественное мнение выявляется посредством анкетирования или иных методов получения специфической информации. О способах подобного взаимодействия с населением и о том, какие взгляды обыкновенно высказывают различные социальные группы, можно прочесть в подразделе 3.6.

## Задача 3: классификация и анализ

В ходе реализации данной задачи (рисунок 6) принимается решение о приемлемости или неприемлемости частного риска и производится обработка данных, полученных на этапе оценки рисков (с поправкой на оценку обеспокоенности). Такое решение должно в первую очередь основываться на общественном мнении, определяющем, какие риски считаются приемлемыми, и не может быть вынесено только на основе технических данных. Необходимо всегда учитывать, не идет ли принимаемое решение вразрез с общественными ценностями и, если это так, определять, в какой мере. В отдельных случаях для этого можно воспользоваться уже существующими критериями. К примеру, приемлемость результатов измерения качества воды можно оценить, сравнив их со стандартными показателями. В ряде случаев выводы не будут столь однозначны и могут быть оспорены заинтересованными сторонами.

Допустимый риск – это риск, оправдываемый пользой от внедрения технологии. Такой риск требует управления. Действие может быть охарактеризовано как приемлемое, если его риски настолько низки, что не требуется предпринимать дополнительных усилий для их снижения. Кроме того, необходимо принимать во внимание тот факт, что, оказывая влияние на окружающую среду, человек тем самым повышает ее уязвимость.



Рисунок 6: интегрированное управление рисками, часть 3 - классификация и анализ

В рамках данной задачи рассматривается важность полученных данных и обозначенных ценностей с позиции принятия взвешенных решений об оценке рисков. Другими словами, необходимо решить, какой уровень чистоты и безопасности является достаточным. *Классификация рисков* заключается в определении следующих факторов:

- Профиль риска:
  - оценка рисков (при необходимости – определение уровня доверия);
  - характеристика опасности;
  - восприятие риска;
  - социальные и экономические последствия.
- Серьезность риска:
  - совместимость с требованиями законодательства;
  - компромиссы;
  - общественная приемлемость.
- Заключение и доступные варианты:
  - допустимые уровни риска;
  - приемлемые уровни риска;
  - доступные варианты обработки рисков.

*Анализ рисков* – это оценка допустимости и приемлемости рисков с позиции организационных и общественных ценностей и установленных стандартов. Этот процесс призван помочь в принятии решения, стоит ли оставить риск и управлять им. На данном этапе необходимо вновь пересмотреть соотношение возможных рисков и получаемых выгод, ранее установленное при определении контекста.

Существует вероятность, что для анализа рисков потребуется устранить ряд возникших противоречий между сторонами.

Ситуации могут быть охарактеризованы следующим образом:

- Недопустимая. Нужно устранить источник риска, а если это невозможно, уменьшить уязвимость (возможно, потребуются специальные средства) или ограничить зону воздействия.
- Допустимая. Необходимо уменьшить риски до разумного и достижимого на практике уровня. Такие ситуации складывается в тех случаях, когда оценка показала необходимость дополнительных действий.
- Приемлемая. Риском можно пренебречь. Дальнейшее уменьшение рисков не требуется.

В подразделе 1.6 рассмотрены способы применения подобной классификации для определения минимального и оптимального объема водных стоков.

#### Задача 4: управление рисками

Данный этап (рисунок 7) начинается с обзора релевантной информации (полученные в ходе оценки данные, результаты классификации и анализа), на основе которой будут выявлены и отобраны подходящие методы управления рисками. Обзор практических механизмов управления может быть найден в разделе 4.



Рисунок 7: интегрированное управление рисками, часть 4 - управление рисками

Так как в большинстве случаев ситуация является достаточно очевидной, имеет смысл



сконцентрироваться на управлении допустимыми рисками (или рисками с неоднозначным уровнем допустимости). Настоящий процесс может быть организован следующим образом:

1. Выявление возможных механизмов управления.
2. Оценка механизмов согласно заранее определенным критериям. Зависит от результатов (ожидаемых или прочих) контроля над рисками. Критериями могут являться:
  - результативность;
  - эффективность;
  - устойчивость;
  - побочные эффекты;
  - общественное мнение;
  - политические и правовые факторы.
3. Анализ возможных альтернатив. Приоритетность критериев в ходе этого процесса во многом соответствует таковой при анализе рисков. Данный процесс требует сотрудничества между экспертами и руководителями (в отдельных случаях также могут быть вовлечены иные заинтересованные стороны).
4. Выбор подходящего решения. В некоторых случаях он очевиден, в иных – требуется проведение дополнительных анализов, например, определение соотношения затрат и полезности.
5. Внедрение.
6. Мониторинг работы.

Разумеется, именно на этом этапе предпринимаются первые шаги на пути управления совокупностью рисков, связанных с достижением целей, которые обозначены в задаче 1.

Помимо того, важно провести анализ (и мониторинг) успешности предпринимаемых действий с позиции изначальных ценностей и задач.

## Информирование о рисках

Важность информирования о рисках сложно переоценить – именно поэтому на нашей схеме оно находится в самом центре (рисунок 8). Ранее бытовало мнение, что данный процесс – это ситуация, когда технические специалисты указывают, что нужно делать, игнорируя зачастую при принятии решений объективную

информацию, основываясь на субъективных опасениях и сугубо личной оценке. Настоящая модель показывает, что существует множество различных видов информирования о рисках. Необходимо с самого начала наладить связь, выяснить, каков желаемый результат, и установить, в какой мере он реализуем. Иногда собранные данные могут указывать на то, что к решению проблемы нужно подойти с другой стороны, изменив изначально предложенный подход. В такой ситуации нужно убедить заинтересованных лиц в необходимости смены заданного курса. В обоих вышеупомянутых случаях будет применено информирование о рисках, однако конкретные техники окажутся различными. Понимание ключевой функции информирования, правильная оценка его роли в управлении рисками могут помочь выявить лучший способ подачи информации, построить сам процесс согласно приоритетам и ценностям заинтересованных сторон и тем самым повысить общую эффективность предпринимаемых действий. Данный принцип справедлив уже в силу того, что люди предпочитают принимать и претворять в жизнь те решения, которые соответствуют их ценностям.



Рисунок 8: интегрированное управление рисками, часть 5 - информирование о рисках

Решения в сфере управления рисками почти всегда принимаются на основе предполагаемых рисков (которые лишь в отдельных случаях подтверждаются соответствующей научной информацией). Вследствие этого необходимо планировать действия задолго до того, как будет получен достаточный набор данных, а подобное возможно исключительно при получении согласия заинтересованных сторон по ключевым позициям (к примеру, по такому

политическому вопросу, как принцип экологической предосторожности).

Таким образом, понимание механизма работы информирования является залогом успешного управления рисками. Кроме того, для оптимизации информирования и управления может потребоваться проведение анализа роли и влияния заинтересованных сторон.

## Заключение

Разработка подобной структуры управления рисками обусловлена рядом практических преимуществ:

1. Она показывает процесс анализа и управления рисками.
2. С ее помощью происходит разработка стратегии оценки рисков.
3. Она принимает во внимание факторы, вызывающие беспокойство у заинтересованных сторон и общества.
4. Такая структура помогает создать и внедрить сбалансированную стратегию управления рисками.
5. С ее помощью можно оценить эффективность работы такой стратегии (а при необходимости – изменить).
6. Она ориентирована на секторальные и социальные нормы и практики (к примеру, стандарты охраны окружающей среды).

Основное преимущество использования настоящей монографии в контексте изучения описанной структуры состоит в том, что таким образом студентам будет проще уяснить связи между различными компонентами этой структуры.

Благодаря предлагаемой структуре студенты узнают, как эффективнее организовать работу, рассмотрев связи между заинтересованными сторонами и выдвигаемыми ими требованиями и проанализировав их влияние на управление рисками. Чем лучше участники процесса понимают свои функции и задачи, тем проще им будет достичь консенсуса и выработать наиболее сбалансированное решение.

# Раздел 1

## Ключевые понятия интегрированного управления водными ресурсами

# 1. Ключевые понятия ИУВР

## 1.1 Водные объекты как источники экосистемных услуг, благ и выгод

**Лиан Ланди**

Электронный адрес: [L.Lundy@mdx.ac.uk](mailto:L.Lundy@mdx.ac.uk)

### Введение

В данном подразделе рассматривается концепция экосистемных услуг – получения благ и выгод от окружающей среды. Даны определения ключевых терминов. Описана схема категоризации экосистемных услуг. Представлены результаты международной программы «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (ОЭ, 2005), которая ввела настоящую концепцию в широкое использование. Указаны связи между интегрированным управлением водными ресурсами и концепцией экосистемных услуг. В подразделе читатель также сможет ознакомиться с кратким обзором экосистемных услуг, благ и выгод.

### *Концепция экосистемных услуг*

Любая экосистема может быть описана как совокупность сложных, динамически изменяющихся связей между растениями, животными, микроорганизмами и неживой средой, выступающей в роли функциональной единицы (ОЭ, 2005). Экосистемы не обладают четкими границами, так как само определение функциональной единицы в каждом частном случае продиктовано спецификой анализа. Таким образом, размеры экосистем могут варьироваться: от поверхностных вод обычной лужи (в случае изучения поведения микроорганизмов) до океана (при анализе миграционного поведения морских рыб) или всей планеты (к примеру, в рамках оценки влияния человеческой деятельности на водные ресурсы). В подобном широком контексте можно рассмотреть весь наш мир как сложную мозаику, состоящую из отдельных взаимосвязанных экосистем, которые функционируют на множестве уровней.

Под экосистемными услугами понимают получение благ и выгод от окружающей среды, которая оказывает влияние на человека (Оценка национальной экосистемы Великобритании, 2011). Существует множество подходов к классификации экосистемных услуг, однако на практике наибольшее распространение получил подход, представленный в рамках «Оценки экосистем на пороге тысячелетия» (ОЭ, 2005), который сейчас применяется в различных контекстах авторами по всему миру (к примеру, Ланди и Уэйд, 2011). Согласно данному подходу, услуги можно разделить на четыре группы:

- Поддерживающие услуги – биологические, физические и химические процессы, необходимые для производства других услуг – такие, как выработка кислорода и почвообразование. Их влияние на человека является долгосрочным и не прямым.
- Регулирующие услуги – блага и выгоды, получаемые посредством регуляции функции экосистем, включая такие процессы, как регуляция климата и опыление.
- Снабженческие услуги – производство продуктов из экосистем, включая топливо и ткани.
- Культурные услуги – такие нематериальные блага, создаваемые экосистемами, как духовные ценности и возможности для отдыха.

Краткий обзор каждого типа экосистемных услуг с примерами благ и выгод может быть найден в таблице 1.1.1. Подавляющее большинство или даже все экосистемные услуги, блага и выгоды связаны между собой и являются во многом взаимозависимыми (ОЭ, 2005). К примеру, получение снабженческих, регулирующих и культурных услуг находится в зависимости от ряда поддерживающих услуг. Таким образом, жизнь как таковая находится в зависимости от круговорота воды в природе. Многие регулирующие услуги (например, опыление) способствуют производству снабженческих услуг, внося свой вклад в выращивание овощей и фруктов и удовлетворяя тем самым многие человеческие потребности. Помимо того, необходимо отметить, что отдельные блага и выгоды могут подпадать под несколько категорий услуг. Скажем, секвестрация углерода может быть расценена

и как регулирующая, и как снабженческая услуга. В рамках настоящего подхода к управлению экосистемами мы стараемся максимизировать получение снабженческих услуг, то есть таких благ и выгод, как топливо и вода, оказывающих значительное

влияние на культурные блага и выгоды, представляющие наибольшую ценность для нас – к примеру, живописные водные и лесные зоны.

Таблица 1.1.1: обзор классификации экосистемных услуг согласно ОЭ с примерами экосистемных благ и выгод (Ланди и Уэйд, 2011, адаптация)

Категория экосистемных услуг	Тип экосистемных услуг	Экосистемные блага и выгоды
Поддерживающие услуги	Первичное производство Производство кислорода Почвообразование Круговорот воды в природе Создание среды обитания	Поддерживающие услуги – основа для всех прочих услуг
Снабженческие услуги	Еда Вода  Ткани Топливо Возобновляемые источники энергии Секвестрация углерода  Генетические ресурсы	Мясо, рыба, фрукты и овощи Питьевая и непитьевая вода из рек, озер и грунтовых вод Хлопок, шерсть Торф, уголь, газ, лес, биотопливо Водная, ветряная и солнечная энергия Снижение уровней углекислого газа в атмосфере Антибиотики и другие природные лекарства, а также виды, способствующие распаду загрязнителей, как ресурс для нынешних и будущих поколений.
Регулирующие услуги	Регулирование климата  Борьба с болезнями/вредителями Опыление Регулирование водных ресурсов Борьба с эрозией Очистка воды	Секвестрация углерода, контроль выработки биогаза, снижение температуры в городах, улучшение качества воздуха Устойчивость к инвазивным видам Оплодотворение сельскохозяйственных культур и фруктов Снижение объема и скорости стока Стабилизация осадков Удаление загрязняющих веществ
Культурные услуги	Духовные ценность Образовательная ценность Эстетика Отдых Туризм	Психическое здоровье Повышение экологической осведомленности Рост цен на жилье Физическое здоровье Рабочие места и экономический рост

### Оценка экосистем на пороге тысячелетия: основные выводы

ОЭ – это амбициозный проект, запущенный в 2001 году и вовлекший в работу более 1300 ученых из различных областей. Его

ключевой целью была оценка связей между экосистемными услугами и человеческим здоровьем и определение того, каким образом изменения в окружающей среде оказывают влияние на наше самочувствие. В результате исследования было установлено, что, кроме факта зависимости людей от ряда

экосистемных услуг (чистый воздух, вода, пища и топливо), наносимый окружающей среде ущерб значительно снижает ее способность к производству таких услуг (ОЭ, 2005) (для получения более полной информации об основных выводах ОЭ смотрите примечание 1).

Именно благодаря ОЭ (2005) концепция экосистемных услуг получила международное распространение. По результатам данного проекта была выяснено, что принятые в настоящее время модели человеческого поведения истощают ресурсы нашей планеты до такой степени, что способность окружающей среды создавать и предоставлять в будущем экосистемные услуги, блага и выгоды находится под вопросом. Тем не менее, настоящая оценка предполагает, что, приложив значительные усилия и изменив текущие стратегии и практики природопользования, мы сможем добиться восстановления отдельных экосистемных услуг. Однако все это нам еще только предстоит сделать.

### Интегрированное управление водными ресурсами и получение экосистемных услуг

Несмотря на различия в терминологии, у концепции интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) и экосистемных услуг имеется множество общих черт (Кук и Спрей, 2012). В частности, в рамках обеих концепций водные ресурсы рассматриваются как неотъемлемая часть экосистем, природный ресурс, а также социальное и экономическое благо. В обоих случаях интеграция управления водными, земельными и связанными ресурсами ставит целью улучшение экономического и социального благосостояния без вредных последствий для окружающей среды. Более того, обе концепции созданы для решения одной и той же задачи (Кук и Спрей, 2012) – расширения взглядов и изменения самой модели мышления в сторону большей целостности у людей, связанных с управлением ресурсами. Для облегчения реализации этих теоретических установок на практике

в последующих разделах полностью раскрыта мультифункциональная роль водных объектов в контексте экосистемных услуг.

Вода может находиться в различных природных (например, реки, заболоченные участки и подземные воды), искусственных (например, каналы и устойчивые дренажные системы) и «гибридных» (например, восстановленные реки) формах, имеющих различные пространственные и временные масштабы (Ланди и Уэйд, 2011). В последующих подразделах отображена текущая полемика по поводу интегрированных методов управления водными объектами. В них рассматриваются различные роли водных компонентов, исходя из того, какие поддерживающие, снабженческие, регулирующие и культурные экосистемные услуги они могут предоставить.

### *Поддерживающие услуги*

В число поддерживающих услуг входят такие процессы, как первичное производство, круговорот воды в природе, создание среды обитания и т.д. (см. таблицу 1.1.1). Первичное производство – это основа любых пищевых цепей. Приблизительно на 50% оно заключается в росте водной растительности (Филд и др., 1998), вырабатывающей кислород и насыщающей им атмосферу и водоемы (Накова и др., 2009). Реки, ручьи и озера также могут играть роль в образовании и сохранении наносных почв и осадочных отложений. К примеру, в результате их деятельности пойменные площади и прибрежные болота ежегодно увеличиваются на 1 мм и 1 см соответственно (Сен-Лоран и др., 2008). Поверхностные и грунтовые водные объекты одинаково важны для круговорота воды в природе, так как именно они вырабатывают большую часть пресной воды. Таким образом, напрямую пополняясь атмосферными осадками, поверхностные водоемы могут быть как источниками, так и приемниками подземных вод, проходящих через почвы, и способствовать тем самым их испарению в атмосферу. Помимо того, водные объекты создают среду обитания для различных видов флоры и фауны, так как, например, согласно последним данным, общее количество эукариотических видов на планете оценивается в 8,7 миллионов, из которых 2,2 миллиона являются морскими (Мора и др., 2011).

#### Примечание 1: основные выводы ОЭ.

- За последние 50 лет люди намного сильнее изменили экосистемы, чем за любой другой сопоставимый промежуток времени в истории человечества. В основном это делалось для удовлетворения растущих потребностей в продовольствии, пресной воде, древесине, тканях и топливе. В результате этой деятельности видовому разнообразию животной среды был нанесен огромный и в значительной мере необратимый урон.
- Подобные изменения, хотя и способствовали экономическому развитию и общему улучшению человеческого благосостояния, были достигнуты ценой деградации множества экосистемных услуг, повышения уровня рисков и ухудшения социальных условий для многих слоев населения. Если данным проблемам не будет уделено должное внимание, это приведет к существенному сокращению выгод, которые смогут получить будущие поколения.
- Деградация экосистемных услуг может усугубиться в течение первой половины этого века и стать помехой на пути к достижению Целей развития на рубеже тысячелетия.
- Задача прекращения деградации и восстановления экосистем при одновременном удовлетворении растущего спроса на услуги может быть частично решена в рамках отдельных сценариев, рассмотренных ОЭ, однако для этого вначале необходимо будет коренным образом изменить политику, социальные институты и практики. Существует множество вариантов сохранения или расширения одних экосистемных услуг, не оказывающих негативного влияния на другие или даже предполагающих положительный синергетический эффект.

#### *Снабженческие услуги*

В число таких услуг входит производство пресной воды, пищи (рыбы, моллюсков, водорослей), энергии (гидроэлектроэнергии) и генетических ресурсов (антибиотиков) (смотрите таблицу 1.1.1). Поверхностные и грунтовые водные объекты – как местные, так и удаленные – способствуют удовлетворению ряда бытовых, ирригационных и промышленных водных потребностей. Помимо того, водоемы являются источником большого количества пищи: от морских водорослей до рыбы. Согласно оценке Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), 15-20% животных белков поступают к нам из водных животных (ФАО ООН, дата неизвестна). На мировом уровне гидроэлектроэнергия составляет 19% от общего производства электричества. Ее ключевые производители – Китай, Канада и Бразилия (Геологическая служба США, 2010). Другие снабженческие услуги включают в себя генетическую информацию, необходимую для разведения животных и культивирования растений, биохимическую информацию (к примеру, используемую для создания фармацевтических лекарств) и декоративные ресурсы (например, цветы и раковины) (ОЭ, 2005).

#### *Регулирующие услуги*

Водные объекты вносят вклад в производство многих регулирующих услуг, указанных в таблице 1.1.1, включая очистку воды и борьбу с эрозией. Хотя уже сейчас человечество пользуется частью доступных возможностей, к примеру, ослабляя разливы рек и снижая уровень паводков в низовьях (Агентство по охране окружающей среды, 2002), тем не менее, большинство услуг, в том числе секвестрация углерода, снижение уровня шума и опыление, только начинают получать применение. Отчасти это связано с недостатком информации по данным аспектам, отчасти – с тем, что подобным выгодам еще не уделялось внимание в рамках получения экосистемных услуг. К примеру, известно, что водоемы поглощают тепло, что могло бы смягчить проблему повышенных температур в городских зонах. Однако на данный момент модели снижения температур просто не принимаются в расчет при городском планировании. Кроме того, водоемы и связанная растительная жизнь (так называемые сине-зеленые зоны) могли бы быть использованы при создании зеленой инфраструктуры, способствуя озеленению городов и снижая уровень загрязнения.

#### *Культурные услуги*

Давно признано, что окружающая среда не только является источником пищи и воды, но и способствует профилактике болезней и оздоровлению (см. обзор Уорда Томпсона, 2010). Это значит, что водоемы могут стать сравнительно дешевым средством борьбы с множеством заболеваний (например, с ожирением и психическими болезнями, уровень которых постоянно растет) (Пиениак и др., 2009). Согласно исследованиям Уайта (2010), зеленые зоны с водными объектами – как естественные, так и искусственные – пользуются большей популярностью, чем таковые без водоемов. Особый интерес представляет тот факт, что не выявлено никакой разницы в уровне популярности между искусственными зелеными зонами с водоемами и естественными зелеными территориями, из чего можно сделать вывод, что наличие водоема само по себе представляет особую ценность для человека, вне зависимости от местоположения. Если для таких рекреационных активностей, как рыбалка, катание на лодках или каноэ, подходят только крупные водные объекты, то для рефлексивного и пассивного времяпрепровождения подойдут любые из них. К примеру, исследование социального воздействия систем регулирования ливневых вод (см. раздел 1.5) показало, что жители близлежащих к прудам районов положительно оценили не только функционирование системы управления ливневыми водами как таковой, но и отметили ее роль в поддержке живой природы и улучшении ландшафта. Помимо того, по мнению опрошенных, недвижимость, находящаяся рядом с водными системами, при условии их грамотного проектирования и эффективной работы, должна быть оценена на 10 процентов дороже (Апостолаки, дата не указана).

## Заключение

Мы все находимся в зависимости от поставок воды – ресурса, получаемого из поверхностных и подземных водных объектов. Однако водоемы могут также использоваться и используются для получения ряда других услуг, благ и выгод, внося тем самым большой вклад в человеческое здоровье и благополучие на местном и мировом уровне. Оценивание водных объектов в контексте получения экосистемных услуг способствует развитию

междисциплинарного подхода к пониманию совокупности выгод, предоставляемых различными водными объектами. Междисциплинарный подход имеет особую важность для создания и внедрения интегрированных технологий в системы управления водными ресурсами, так как, оценивая услуги, блага и выгоды согласно концепции экосистемных услуг, вы тем самым способствуете развитию общего понимания интегрированного управления водными ресурсами и способов его практической реализации.

## 1.2 Микробное загрязнение воды

**Хемда Гарелик, Диана Пёрчез и Хосе Луис Алонсо Молина**

Электронный адрес: [H.Garelick@mdx.ac.uk](mailto:H.Garelick@mdx.ac.uk)

### Введение

Директива по питьевой воде ((80/778/ЕЕС) и ее пересмотренная версия (98/83/ЕС), применяемая с 2003 года) были созданы для того, чтобы гарантировать отсутствие в питьевой воде микроорганизмов, паразитов или веществ, которые могут представлять потенциальную опасность для человеческого здоровья. Страны-участницы согласились проводить контроль качества питьевой воды согласно указанным в директиве стандартам. В настоящем подразделе представлен обзор связанных с водой инфекций и техник измерения микробиологического качества питьевой воды. Кроме того, в нем в общих чертах обозначены проблемы, которые необходимо решить для того, чтобы казахстанская вода соответствовала указанным выше стандартам.

### Инфекции, связанные с водой, и микробное загрязнение

Микробное загрязнение водной среды связано с рядом человеческих и животных инфекций, которые вызываются выделяемыми с экскрементами болезнетворными микроорганизмами. Такие инфекции можно классифицировать по типу их происхождения (согласно предложенной в 1972 году классификации болезней водного происхождения по Брэдли):



**Передающиеся через воду:** эта категория включает в себя инфекции, вызванные употреблением инфекционных агентов, присутствующих в загрязненной питьевой воде и приводящих к диарее и другим расстройствам (включая гепатит, полиомиелит, холеру, дизентерию, амёбную дизентерию, криптоспоридиоз и др.). Наиболее распространенным путем передачи является фекально-оральный путь. С помощью этого способа инфекции часто передаются через загрязненные продукты питания и питьевую воду, что происходит вследствие недостаточного уровня гигиены.

**Связанные с мытьем/гигиеной:** эта категория включает в себя инфекции, которые вызваны недоступностью воды для мытья, купания и уборки, из-за чего нарушаются правила гигиены. В нее входят кожные и глазные инфекции, а также болезни, передаваемые фекально-оральным путем.

**Передаваемые при контакте с водой:** эта категория включает в себя инфекции, которые вызваны проникновением инфекционного агента через кожу при контакте с водой. Такие инфекции вызываются паразитическими гельминтами (червями), которые за свой жизненный цикл сменяют нескольких промежуточных хозяев. Особое место в этой категории занимает шистосомоз (бильгарциоз).

**Передаваемые через водные векторы:** эта категория включает в себя инфекции, передаваемые насекомыми, которые размножаются в воде или кусают своих жертв в непосредственной близости от водоемов. Инфекции, вызванные данными векторами, включают в себя малярию, филяриоз, речную слепоту (онхоцеркоз) и такие вызванные москитами вирусы, как желтая лихорадка и японский энцефалит. Распространение большинства подобных инфекций не зависит от микробиологического качества воды.

## Инфекции, связанные с экскрементами

Микробное загрязнение воды связано с рядом человеческих и животных инфекций,

которые вызываются патогенными микроорганизмами, выделяемыми с фекалиями. К ним относятся кишечные вирусы, простейшие бактерии и гельминты. Пути передачи возбудителей к человеку указаны в таблице 1.2.1.

Регулярный мониторинг воды на наличие конкретного возбудителя является трудноосуществимым и, более того, излишним. Любые патогенные микроорганизмы, присутствующие в воде, как правило, содержатся в малых количествах и/или умирают раньше, чем нормальная кишечная флора. Таким образом, обнаружение патогенных организмов производится лишь в отдельных случаях загрязнения и в процессе научных исследований.

В таблице 1.2.1 содержится общая информация о наиболее распространенных патогенах, их инфицирующей дозе для человека и связанных с ними заболеваний. Материал классифицирован согласно способу заражения, задержке (периоду покоя между экскрецией/воздействием и активным повторным заражением/появлением симптомов), устойчивости (способности к выживанию/существованию в частной окружающей среде).

## Мониторинг микробиологического качества воды

Мониторинг микробиологического качества воды производится посредством сравнительно простых и быстрых тестов по выявлению определенных комменсальных кишечных бактерий и сопутствующих им бактериофагов. Использование подобных методов связано с присутствием большого количества таких бактерий в фекалиях человека и теплокровных животных и, как следствие, с их высоким содержанием в сточных водах.

Хорошие микробиологические фекальные индикаторы должны соответствовать следующим критериям:

- их количество в фекалиях должно быть в целом высоким;
- они не должны присутствовать в окружающей среде или их присутствие в ней должно быть низким;

- их стойкость в окружающей среде должна быть такой же или более высокой, чем у организмов-возбудителей;
- их устойчивость к дезинфекции должна также быть такой же или более высокой, чем у организмов-возбудителей;
- они не должны размножаться в окружающей среде;
- их легко выделить, идентифицировать и подсчитать;
- их распределение в тестируемых образцах должно быть случайным;
- их рост в искусственной среде не должен зависеть от присутствия других организмов.

### Основные группы индикаторов

- Фекальные колиформы были основным индикатором фекального загрязнения в течение более чем 60-и лет. Данные организмы в первую очередь известны как сбраживающие лактозу сапрофиты. Из этой группы в кишечнике человека и теплокровных животных наиболее часто встречается кишечная палочка (*E. coli*) – граммотрицательная палочковидная бактерия, принадлежащая к семье энтеробактерий. Ее концентрации в фекалиях достигают 10<sup>9</sup>/г, в сточных водах – 10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup>/100 мл, в загрязненных водах – 10<sup>3</sup>-10<sup>6</sup>/100 мл.
- Фекальные стрептококки – это грамположительные кокки, которые образуют пары или цепочки и обладают антигеном группы D по Ленсфильду. В их число входит множество различных видов, встречающихся в организме человека и животных. Концентрации в фекалиях достигают 10<sup>6</sup>/г, в сточных водах – 10<sup>6</sup>/100 мл, в загрязненных водах – 10<sup>3</sup>-10<sup>5</sup>/100 мл. Фекальные стрептококки не размножаются в окружающей среде.
- *Clostridium Perfringens* – это анаэробная, сульфитредуцирующая, спорообразующая бактерия, содержащаяся в фекалиях в меньших количествах, чем кишечная палочка и фекальные стрептококки. Ее нормальное содержание в фекалиях менее 10<sup>4</sup>/г. Следовательно, эта бактерия не столь эффективна в качестве прямого

индикатора, но может быть полезной для оценки возраста загрязнения и эффективности очистки воды.

- Соматические и F-специфические бактериофаги, особенно те, которые содержат РНК (например, FRNA-колифаги) используются в качестве фекальных индикаторов в воде. F-специфические колифаги инфицируют мужские штаммы *E. coli* через F- или секс-фимбрию в тех случаях, когда фимбрию вырабатывают только клетками, выращенными при более высоких температурах. Таким образом, они совместимы с термостойкими кишечными микроорганизмами. FRNA-колифаги могут служить хорошими суррогатами таких кишечных вирусов человека, как энтеровирусы, вследствие сходства их структуры, нуклеиновых кислот и откликов на различные процессы обработки воды.

Другие группы бактерий, в том числе такие патогенные для человека группы, как *Pseudomonas* и *Aeromonas*, могут быть использованы для индикации недостаточной очистки питьевой воды или неисправностей систем распределения. Данные бактерии естественным образом присутствуют в сырой воде, их присутствие в очищенной воде указывает на неисправную работу систем очистки или распределения воды. Периодическая проверка воды на наличие данных бактерий, как правило, не является необходимой. Наиболее часто ее применяют в фармацевтическом и пищевом производствах, а также в больницах.

### Общепринятые методы обнаружения и подсчета

Существующие методы обнаружения фекально-микробных индикаторов в воде основаны на использовании селективной и дифференциальной среды. Среда содержит селективные элементы, такие как желчные соли, с помощью которых производится обнаружение фекальных организмов в целом, и соли азотоводородной кислоты, с помощью

Таблица 1.2.1: экологическая классификация инфекций, передающихся через экскреты, адаптировано, Фечем и др., 1983

Категория и эпидемиологические признаки		Инфекция	Основные места и пути передачи	Основные меры борьбы
1.	Не является латентной; низкая инфицирующая доза	Амебиаз; балантидиаз; энтеробиоз; энтеровирусные инфекции <sup>a</sup> ; лямблиоз гименолепидоз; инфекционный гепатит; ротавирусная инфекция	Личный контакт; бытовая среда	Коммунально-бытовое водоснабжение; санитарное просвещение; улучшение жилищных условий; создание туалетов
2.	Не является латентной; передается посредством среды или при высокой инфицирующей дозе; устойчивость умеренная; способна к размножению	<i>Кампилобактерная</i> инфекция; холера; патогенная инфекция <i>кишечной палочки</i> <sup>b</sup> ; бактериальная дизентерия; сальмонеллез; брюшной тиф; иерсиниоз	Личный контакт; бытовая среда; вода; зерновые культуры	Коммунально-бытовое водоснабжение; санитарное просвещение; улучшение жилищных условий; создание туалетов; обработка экскретов перед сливом или повторным использованием
3.	Латентная; устойчивость высокая; нет промежуточного хозяина	Аскаридоз; анкилостомоз <sup>c</sup> ; стронгилоидоз; трихоцефалез	Фермерские хозяйства; поля; зерновые культуры	Создание туалетов; обработка экскретов перед внесением в почву
4.	Латентная; устойчивость высокая; в качестве промежуточного хозяина выступает корова или свинья	Тениоз	Фермерские хозяйства; поля; корм для скота	Создание туалетов; обработка экскретов перед внесением в почву; термическая обработка пищи; осмотр мяса
5.	Латентная; устойчивость высокая; в качестве промежуточного хозяина выступают водные организмы	Клонорхоз; дифиллоботриоз; фасциолез; фасциолепсидоз; гастродискоидоз; гетерофиоз; метагонимоз; описторхоз; парагонимоз; шистосомоз	Вода	Создание туалетов; обработка экскретов перед сливом; проверка природных резервуаров; проверка промежуточных хозяев; термическая обработка воды, растений и рыбы; уменьшение контактов с водой
6.	Распространение посредством насекомых, связанных с экскретами. Все инфекции, входящие в данную категорию, могут механически переноситься мухами и тараканами	Филяриоз Банкрофта (передается <i>комаром обыкновенным</i> )	Различные загрязненные фекалиями участки, на которых размножаются насекомые	Выявление и устранение мест размножения насекомых

a. Включая полио-, эхо- и коксаки вирусы

b. Включая энтеротоксигенные, энтероинвазивные и энтеропатогенные инфекции *E. coli*

c. Анкилостомы и анкилостомы Нового Света

которой производится, в частности, обнаружение фекальных стрептококков.

*Метод множественных пробирок, или тест на наиболее вероятное число (НВЧ)*

В рамках этого метода, также известного как метод серийного разведения, в группы пробирок или бутылок (обычно по пять штук в одной группе), содержащих жидкую дифференциальную среду, добавляют заданные объемы водной пробы (при необходимости – разведенной пробы). В части пробирок из каждой группы, получившей один или более организмов, произойдет рост (в случае если мы рассматриваем кишечную палочку или производство кислоты или газа). Соотношение давших положительный результат пробирок в различных группах, получивших различные объемы проб – как разведенных, так и нет, может быть использовано для расчета концентрации микроорганизмов согласно таблицам вероятностей.

*Мембранная фильтрация*

В ходе этого теста заданный объем пробы или ее разведенного вещества проходит фильтрацию через ацетатцеллюлозную мембрану. Для того, чтобы захватить максимально возможное количество бактерий, величина пор мембраны должна быть менее 0,5 микрон. Затем мембрану помещают на подкладку, смоченную в соответствующей жидкой среде или агаровой среде, и вводят в нее соответствующие колонии при требуемых условиях. По итогам эксперимента подсчитываются только те колонии, которые показывают искомые характеристики.

Настоящие два метода имеют широкое распространение и долговую практику применения в водном хозяйстве.

Метод мембранной фильтрации удобен своей простотой и скоростью – результаты предварительного подсчета коIFORMных бактерий и кишечной палочки доступны через 18 часов после проведения теста. Помимо того, таким образом можно подвергать анализу большие объемы проб, вне зависимости от микробиологических концентраций. Однако на результаты теста могут повлиять другие организмы, не

являющиеся индикаторами (в случае их высокого содержания в пробах). Этим методом, в отличие от НВЧ-теста, невозможно определить производство газа, так как мутная вода может привести к закупориванию мембраны. Также мутность воды может обусловить накопление веществ, тормозящих рост индикаторов. В целом, для проб с высокой мутностью воды и для выявления микроорганизмов, не растущих в твердой среде, более эффективным будет применение НВЧ-теста.

*Тест на наличие-отсутствие*

Этот тест основан на тех же принципах, что и метод множественных пробирок, и состоит в том, чтобы вводить тот же объем пробы в вдвое сильную дифференциальную среду. Положительный результат тестирования очищенной воды, будучи подтвержден другими методами, требует принятия незамедлительных мер.

**Микробиологическое качество питьевой воды в Казахстане**

Государства – члены ЕС обязаны устанавливать стандарты для питьевой воды на основе Директивы по питьевой воде (80/778 / ЕЕС) и ее пересмотренной версии (98/83 / ЕС). В 2002 году Казахстан ввел Санитарные правила и нормы (СанПиН) для питьевой воды, постановив, что:

- вода должна соответствовать химическим и бактериологическим требованиям и брать свое начало из незагрязненных источников;
- источник воды должен находиться в радиусе 1 км от дома водопользователя;
- источник должен ежедневно предоставлять 20 литров воды на каждого водопользователя.

Стандарты качества воды, используемой в хозяйственно-питьевых целях, а также воды, поставляемой специальными цистернами, также обозначены в «Санитарно-эпидемиологических требованиях к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения», цитируемых Жумагуловым и др. (2009).

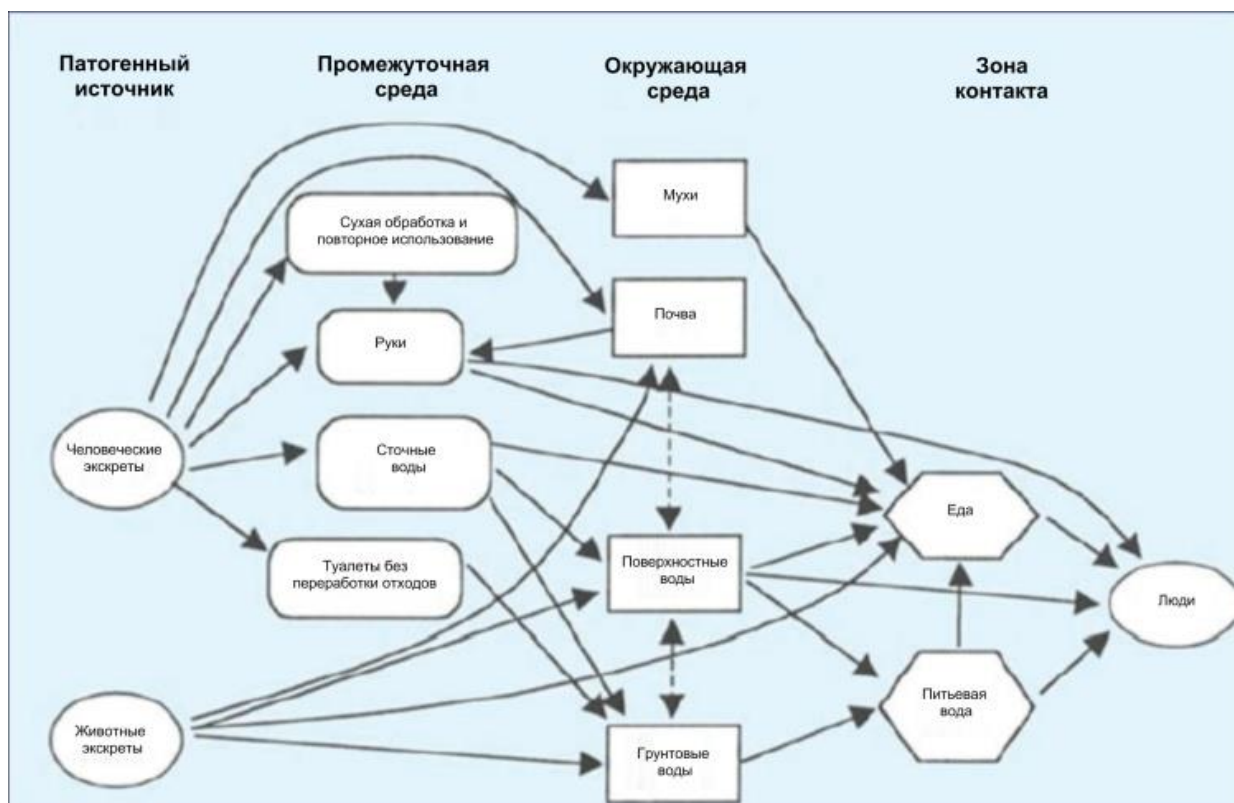


Рисунок 1.2.1: фекально-оральный путь передачи

Классы качества воды согласно микробиологическим параметрам приведены в таблице 1.2.2. Данная классификация основана на количестве микробных колоний, выращенных в стандартном мясо-пептонном агаре (МПА) из 1 мл взятой на пробу воды. Подобная питательная среда способствует росту сапрофитных бактерий. На данный момент не существует никаких клинических и эпидемиологических данных о том, что гетеротрофные (сапрофитные) бактерии представляют угрозу для здоровья (Райли и др., 2011), однако соотношение общего количества бактерий на мембранных фильтрах и количества бактерий в МПА может использоваться как индикатор экологического и микробиологического состояния водных объектов (Абакумов и Талаева, 1998).

Принимаемые законодательные инициативы не смогут повысить качество питьевой воды в Казахстане до тех пор, пока не будет обновлена инфраструктура. В настоящее время только две трети населения республики имеют доступ к «улучшенным/безопасным» источникам воды – то есть к таким, которые не требуют срочного ремонта (Комитет по водным ресурсам, 2006). Высокая стоимость

хлорирования и использования других дезинфицирующих средств, призванных минимизировать микробиологическое загрязнение, плохое санитарно-гигиеническое состояние систем водоснабжения, использование воды низкого качества из природных водоемов – все это может привести к эпидемиям. Загрязненная питьевая вода является основной причиной желудочно-кишечных болезней, особенно часто приводящих к летальному исходу в среде маленьких детей из семей с низким уровнем дохода. Таким образом, точные данные о микробиологическом качестве воды имеют большое значение для управления водными системами и здравоохранения (Пелец и др., 2013). Помимо того, данные о качестве водных ресурсов также используются при оценке эффективности санитарно-гигиенических инициатив.

Отсутствие прямого доступа к воде вносит свой вклад в проблему. Согласно опросам, около 32% сельского населения не имеют в своих домах водопровода (Макги и др., 2006); около 25% не имеют доступа к надлежащей канализационной системе (ПРООН, 2013). Во многих деревнях водоснабжение реализуется посредством мелких скважин. Как правило, проектирование таких скважин оставляет

желать лучшего, их стенки не могут защитить воду от загрязнения (Нургалиева и др., 2002). В рамках Программы развития ООН (ПРООН) и Целей развития на рубеже тысячелетия была поставлена задача двукратного сокращения к 2015 году доли людей, не имеющих доступа к чистой питьевой воде и основным санитарно-техническим средствам. Тем не менее, как показывают исследования, за промежуток между 2001 и 2010 годами водопроводная инфраструктура в городских и сельских районах Казахстана не претерпела каких-либо значительных изменений (Робертс и др., 2012). В стране наблюдается высокий уровень смертности вследствие желудочно-кишечных заболеваний и их осложнений. Так, например, рак желудка находится на втором месте по частоте летальных случаев среди раковых заболеваний. Возникновение рака желудка обычно связывают с деятельностью бактерии хеликобактер

Очевидно, что улучшение микробиологического качества питьевой воды станет возможным благодаря долгосрочному планированию, интеграции и кооперации национальных и региональных руководящих органов, ответственных за экологическое, социальное и экономическое развитие. Внедрение высоких стандартов качества питьевой воды потребует реализации следующих мер:

- улучшение водоснабжения и обеспечение доступа к качественным источникам воды;
- обновление существующего водоочистного оборудования;
- инвестирование в инфраструктуру для уменьшения расстояния между источником и потребителем;
- создание эффективной системы мониторинга и выявления микробиологического загрязнения.

Таблица 1.2.2: классы качества воды в Казахстане			
Класс качества воды	Общее кол-во бактерий, колониобразующих единиц на мл $10^6$	Кол-во сапрофитных бактерий, колониобразующих единиц на мл 1000	Соотношение общего кол-ва бактерий к кол-ву сапрофитных бактерий
I (очень чистая)	<0,5	<0,1	>1000
II (чистая)	0,6-1,0	0,1-0,5	100-1000
III (умеренно загрязненная)	1,1-3,0	5,1-10,0	>100
IV (загрязненная)	3,1-5,0	10,1-50,0	>100
V (грязная)	5,1-10,0	50,1-100,0	100
VI (очень грязная)	>10	>100	<100

пилори (*H. pylori*) (Шиотани и др., 2000). Распространенность инфекции хеликобактер пилори очень высока. Данные свидетельствуют о том, что она может быть передана через водную среду и/или вызвана низкой эффективностью санитарного оборудования (Нургалиева и др., 2002). Для борьбы с хеликобактер пилори необходимо добиться расширения применения бытовых санитарных практик и общего улучшения состояния санитарно-гигиенического оборудования, используемого для очистки питьевой воды и утилизации отходов (Нургалиева и др., 2002).

### 1.3 Городское водоснабжение

Мигель Мартин и Энрике Лапуэнте

Электронный адрес: [mmartin@hma.upv.es](mailto:mmartin@hma.upv.es)

#### Введение

Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций признала питьевое водоснабжение одним из прав человека (2010). Жизненно необходимый минимум составляет 15-20 литров воды на человека в

день, но даже такие показатели не могут обеспечить достаточный уровень гигиены. Оптимальный уровень водоснабжения составляет 100 литров на человека в день – именно на основе таких минимальных показателей необходимо осуществлять конструирование любых систем подачи питьевой воды. В городских условиях водопользование включает в себя удовлетворение бытовых потребностей и коммерческих требований, а также такие специфические для городской среды виды деятельности, как уборка улиц, орошение парков и садов, обеспечение работы декоративных фонтанов и т.д.

нетрадиционные источники, используемые некоторыми городскими службами:

- опреснение морской воды, соленой/минерализованной воды;
- повторное использование очищенных сточных вод (восстановленных вод);
- сбор дождевой воды.

Таким образом, любая стратегия управления питьевым водоснабжением должна основываться на охране водных ресурсов и обеспечении их стабильности в долгосрочной перспективе. При управлении водными ресурсами необходимо принимать во внимание, что загрязняющие вещества,

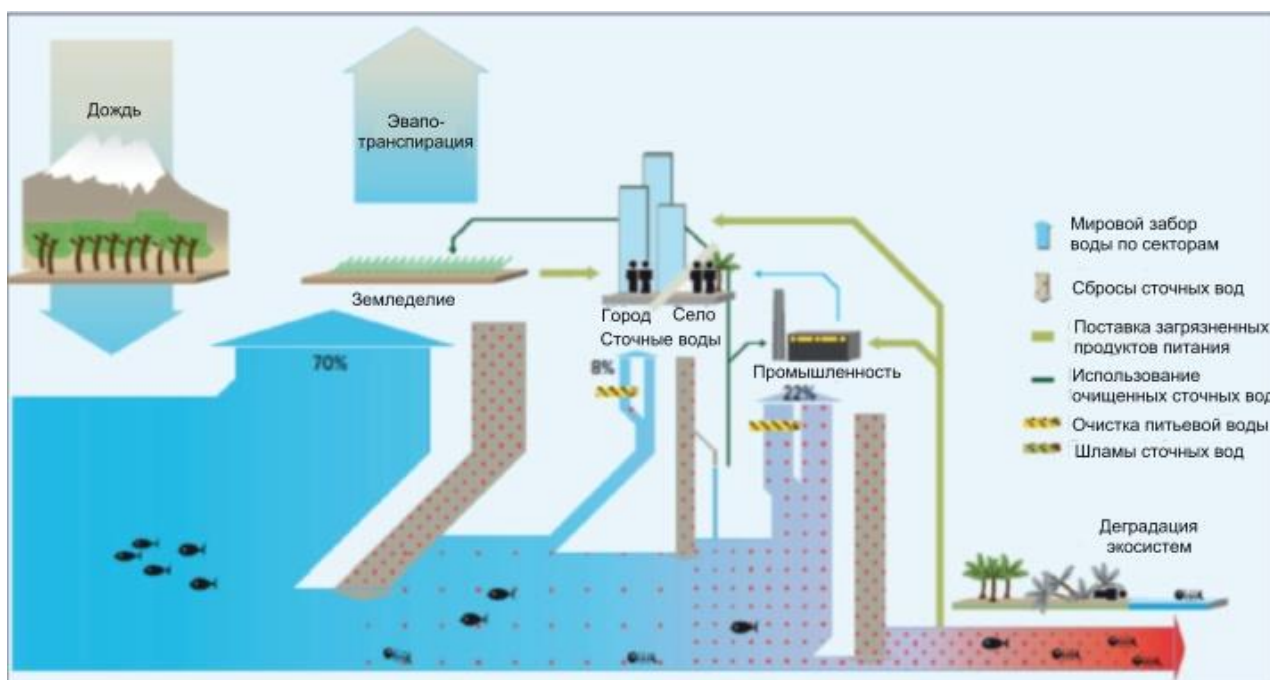


Рисунок 1.3.1: круговорот питьевой и сточных вод в городской зоне - забор воды и ее загрязнение стоками. Источник: ЮНЕП/ГРИД-Арендал (<http://maps.grida.no/go/graphic/freshwater-and-wastewater-cycle-water-withdrawal-and-pollutant-discharge>, подготовлено ЮНЕП/ГРИД-Арендал со ссылками на ВОЗ, ФАО, ЮНЕСКО и Международный институт управления водными ресурсами)

### Источники водоснабжения

В первую очередь, качество воды зависит от ее источника. Как правило, водные ресурсы поступают из поверхностных (например, рек, озер и водохранилищ) и/или грунтовых вод. Хотя поверхностные воды исторически служили для человечества основным источником воды, с начала двадцатого века и по сей день грунтовым водам уделяется все большее и большее внимание в контексте водопользования – в настоящее время именно из грунтовых вод получают почти половину всей питьевой воды в мире (ЮНЕСКО, 2012). Помимо традиционных источников, существуют также и

поступающие как из точечных, так и из диффузных источников, а также чрезмерное использование доступных водных ресурсов могут привести к снижению качества воды. По всему миру наблюдаются случаи загрязнения ключевых водоносных горизонтов пестицидами, токсичными органическими соединениями, металлами (мышьяк в Бангладеше и Индии), нитратами (Франция, Испания и др. страны ЕС), поступающими из диффузных источников и соленой воды (от этой проблемы страдают такие крупные города, как Ченнаи, Джакарта, Лима и Тель-Авив).

## Ключевые параметры качества воды

Водозабор должен всегда сопровождаться соответствующей водоочисткой, обеспечивающей качество воды на момент ее поставки потребителю. Потенциальные загрязнители крайне разнообразны и включают в себя патогенные микроорганизмы, тяжелые металлы, пестициды, растворенные твердые вещества и т.п. Основными загрязнителями, требующими отслеживания в системах водоснабжения, являются следующие (ВОЗ, 2008):

- по микробиологическим параметрам: *энтерококки*, *кишечная палочка*, а также такие простейшие, как *лямблия*, *криптоспоридия* и т.п.;
- по химическим параметрам: органические вещества (бензол, 1,2-дихлорэтан, тригалометаны) и неорганические вещества (тяжелые металлы, нитраты, нитриты);
- индикаторами могут также служить следующие параметры: цвет, запах, степень прозрачности, способность к окислению и т.п.

Таблица 1.3.1 (а-d): параметры и стандарты для питьевой воды в странах ЕС (CD 98/83/ЕС), основано на «Руководстве по контролю качества питьевой воды» Всемирной Организации Здравоохранения

### а) Микробиологические параметры

Параметр	Значение (кол-во на 100 мл)
<i>Кишечная палочка (E. coli)</i>	0
<i>Энтерококки</i>	0

### б) Химические параметры

Параметр	Значение - единица
Акриламид	0,10 мкг/л
Сурьма	5,0 мкг/л
Мышьяк	10 мкг/л
Бензол	1,0 мкг/л
Бенз(а)пирен	0,010 мкг/л
Бор	1,0 мг/л
Бромат	10 мкг/л
Кадмий	5,0 мкг/л
Хром	50 мкг/л
Медь	2,0 мг/л
Цианид	50 мкг/л
1,2-дихлорэтан	3,0 мкг/л
Эпихлоргидрин	0,10 мкг/л

Фтор	1,5 мг/л
Свинец	10 мкг/л
Ртуть	1,0 мкг/л
Никель	20 мкг/л
Нитрат	50 мг/л
Нитрит	0,50 мг/л
Пестициды	0,10 мкг/л
Пестициды	0,50 мкг/л
Полициклические ароматические углеводороды	0,10 мкг/л (суммарная концентрация указанных соединений)
Селен	10 мкг/л
Тетрахлорэтен и трихлорэтен	10 мкг/л (суммарная концентрация указанных параметров)
Тригалометаны – общее	100 мкг/л (суммарная концентрация указанных соединений)
Винилхлорид	0,50 мкг/л

### с) Параметры-индикаторы

Параметр	Значение - единица
Алюминий	200 мкг/л
Аммоний	0,50 мг/л =
Хлорид	250 мг/л
<i>Clostridium perfringens</i> (в т.ч. споры)	0/100 мл
Цвет	Приемлемый для потребителей, без аномальных изменений
Проводимость	2500 мкСм см-1 при 20 °С
Концентрация ионов водорода	6,5 - 9,5 единиц рН
Железо	200 мкг/л
Марганец	50 мкг/л
Запах	Приемлемый для потребителей, без аномальных изменений
Окисляемость	5,0 мг/л O <sub>2</sub>
Сульфат	250 мг/л
Натрий	200 мг/л
Вкус	Приемлемый для потребителей, без аномальных изменений
Количество колоний 22°	Без аномальных изменений
Бактерии группы кишечной палочки	0/100 мл
Общий органический углерод	Без аномальных изменений
Степень прозрачности	Приемлемая для потребителей, без аномальных изменений



d) Радиоактивность

Параметр	Значение - единица
Тритий	100 Бк/л
Общая индикативная доза	0,10 мЗв/год

### Повышение качества воды

В отдельных случаях для получения желаемого качества воды достаточно таких простых физико-химических процедур, как фильтрация, коагуляция-флокуляция и осаждение. В целом, использование тех или иных методов очистки воды продиктовано состоянием ее источника. Последним этапом очистки обычно является дезинфекция, посредством которой вода очищается от патогенных микроорганизмов. Самое распространенное дезинфицирующее вещество в мире – хлор. Для предотвращения загрязнения систем водоснабжения необходимо, чтобы остаточная концентрация хлора составляла от 0,5 до 1 мг/л на момент поставки пользователю (то есть в кране). Разумеется, при дезинфекции хлором вырабатываются такие побочные продукты, как хлороформ ( $\text{CHCl}_3$ ), однако они представляют меньшую опасность для здоровья, нежели потенциальные последствия недостаточной дезинфекции. Помимо того, качество воды должно не только соответствовать санитарным требованиям, но и быть достаточно высоким, чтобы препятствовать росту микроорганизмов (биоленок), коррозии труб и образованию твердых осадков в системе распределения. Наконец, морская и соленая вода требуют особой очистки. Хотя испарительные системы или обратный осмос позволяют получить воду необходимого качества, применение подобных технологий связано со значительными затратами энергии. Очевидно, что в каждом частном случае при разработке стратегии водоснабжения, наряду с конечным качеством воды, нужно принимать во внимание ресурсоемкость ее очистки. Потребление электроэнергии на очистку и поставку кубического метра воды может составлять от 0,05 до 5 кВт в зависимости от типа воды (поверхностная, грунтовая, морская опресненная и т.п.) и времени ее транспортировки от источника до станции водоочистки.

При транспортировке соответствующим образом очищенной воды необходимо принимать во внимание следующие факторы:

- минимизацию потребления энергии (при перекачке насосами);
- потери воды в трубах;
- загрязнение воды вследствие дефектов в системе водоснабжения.

Особую важность имеют потери воды. Соотношение между подаваемым и поставляемым объемом воды может быть совершенно разным в зависимости от давления, состояния почвы, последствий коррозии, размера и материала труб, колебаний температуры, а также особенностей проектирования и строительства. В некоторых населенных пунктах данное соотношение может превышать 30%. Принимая в расчет возможное изменение климата и его последствия, необходимо уделить особое внимание совершенствованию сетей водоснабжения. Специальное программное обеспечение может облегчить проектирование систем водоснабжения. Одной из наиболее распространенных программ, используемых в данной сфере, является EPANET. Данная программа была разработана Управлением по охране окружающей среды (США) и находится в открытом доступе.

### Повторное использование воды

В настоящее время повторное использование воды получает все большее распространение в засушливых и полусушливых районах. К примеру, сейчас очищают большой объем бытовых сточных вод, загрязненных при мытье или стирке. После несложной очистки при помощи песка (или равноценного материала), фильтрации и окисления/дезинфекции такие воды могут быть использованы, например, для смывания в туалетах. В более широком масштабе использование очищенных вод для питания водных горизонтов или в питьевых целях расширяет запас ресурсов и тем самым способствует удовлетворению потребностей водопользователей. В городской среде повторное использование ливневых вод – как в питьевых, так и в непитьевых целях – может стать доступным источником водоснабжения.

## Заключение

Нехватка воды является крупнейшей проблемой 21 века. В условиях постоянного расширения городов и роста населения основной задачей государственных структур становится удовлетворение запросов водопользования и повышение эффективности работы структур водоснабжения. Истощение традиционных источников создает предпосылки для более широкого использования нетрадиционных источников воды и возобновляемых источников энергии.

### 1.4 Городские сточные воды

**Мигель Мартин и Энрике Лапуэнте**

Электронный адрес: [mmartin@hma.upv.es](mailto:mmartin@hma.upv.es)

#### Введение

Городские сточные воды – это воды, поступающие из жилых домов в результате человеческой жизнедеятельности и таких бытовых процессов, как мытье и приготовление пищи. В отдельных случаях такие воды также могут пополняться промышленными и ливневыми стоками (Директива 91/271/ЕЕС). При использовании человеком водных ресурсов происходит значительное ухудшение их качества вследствие внесения в их состав новых веществ и/или повышения концентрации уже имеющихся. Наибольший интерес в данном контексте представляют следующие вещества:

- масла и жиры;
- общее количество твердых веществ: сумма растворенных твердых веществ и общего количества взвешенных твердых частиц;
- органические вещества;
- патогенные микроорганизмы;
- питательные вещества: аммиак, нитраты, фосфаты;
- растворенные соли;
- тяжелые металлы;
- органические токсичные вещества: пестициды, растворители.

Многие из представленных в данном списке веществ являются органическими и, как следствие, легко растворимыми в водных

экосистемах, что может приводить к загрязнению окружающей среды. По всему миру зафиксированы случаи, когда точечные стоки вызывали такие проблемы, как уменьшение содержания в воде растворенного кислорода, заболачивание, распространение болезней и т.п., вследствие чего дальнейшее использование воды становилось невозможным. Помимо того, уже сейчас заметны последствия загрязнения окружающей среды фармацевтическими продуктами, косметикой и другими подобными веществами.

#### Ключевые аспекты проектирования систем очистки сточных вод

Наиболее распространенный метод оценки содержания биоразлагаемых органических веществ заключается в определении биохимической потребности водной пробы в кислороде в течение пяти дней (Биологическое потребление кислорода – БПК). В ходе этого теста определяется объем кислорода, потребленный гетеротрофными аэробными бактериями, разлагающими содержащиеся в воде органические вещества. При проектировании санитарных объектов необходимо принимать во внимание такой параметр, как эквивалент по населению (ЭН) – число, отображающее нагрузку по органическим веществам в 60 граммов БПК на одного жителя в сутки. Данная концепция обычно применяется при проектировании очистных сооружений. Зная численность населения, при помощи этого эквивалента можно вычислить планируемую органическую нагрузку, то есть определить, очистные сооружения какой мощности необходимы в частном случае. Управление городскими сточными водами включает в себя следующие аспекты:

- проектирование и управление канализационными системами;
- проектирование и управление системами очистки;
- управление очищенной водой;
- управление вырабатываемыми осадениями.

Объем стоков также должен приниматься во внимание при проектировании систем сбора и очистки сточных вод. В связи с этим нужно знать следующее:

Таблица 1.4.1: типичные параметры неочищенных сточных вод (Меткалф и Эдди, 2013) и требования к очищенной воде в ЕС. Диапазоны концентраций сточных вод зависят от степени концентрации веществ в воде и присутствия в ней других – не фекальных – органических отходов.

Переменные качества воды	Концентрация сточных вод			Требования к очищенным сточным водам (согласно Директиве ЕС 91/271)
	Высокая	Средняя	Низкая	
Общее количество твердых веществ (мг/л)	1200	720	350	
Общее количество растворенных твердых веществ (мг/л)	850	500	250	
Общее количество взвешенных твердых веществ (мг/л)	350	220	100	< 35
БПК (мг/л)	400	220	110	< 25
ХПК (мг/л)	1000	500	250	< 125
Общее содержание азота (мг N/л)	85	40	20	Для зон, подверженных заболачиванию < 15 (ЭН 10000 – 100000) < 10 (ЭН более 100000)
Органический азот (мг N/л)	35	15	8	
Аммиак (мг N/л)	50	25	12	
Нитраты (мг N/л)	0	0	0	
Общее содержание фосфора (мг P/л)	15	8	4	Для зон, подверженных заболачиванию < 2 (ЭН 10000 – 100000) < 1 (ЭН более 100000)
Органический фосфор (мг P/л)	5	3	1	
Неорганический фосфор (мг P/л)	10	5	3	
Общее количество колиподобных бактерий (НВЧ/100 мл)		10 <sup>8</sup>		
Фекальные колиподобные бактерии (НВЧ/100 мл)		10 <sup>7</sup>		

- среднесуточный сток (в том числе его изменения в зависимости от дня недели и времени года);
- пиковый сток: за час, за день и за месяц.

Между средним и пиковым показателями существуют эмпирическая зависимость. Как правило, соотношение между ними составляет от 1,3 до 2,0. Данное значение будет тем выше, чем меньше размер города. Его можно вычислить при помощи следующего уравнения:

$$PDWF = ADWF \left( 1.15 + \frac{2.575}{ADWF^{1/4}} \right) \quad (m^3/h)$$

Где:

PDWF: пиковый поток в сухую погоду (м<sup>3</sup>/ч)

ADWF: средний поток в сухую погоду (м<sup>3</sup>/ч)

Объем потока может быть рассчитан на основе полевых исследований и представлен

как процент от общего городского снабжения или предполагаемый объем потребления на душу населения в день. Точное значение будет зависеть от следующих факторов:

- типа среды (городская или сельская);
- доступности водных ресурсов;
- видов экономической активности.

### Определение размеров станции водоочистки

При проектировании коллекторной системы важнейшее значение имеет объем водных стоков, которые она призвана обслуживать. Так, система может быть комбинированной (т.е. разработанной для транспортировки как канализационных, так и ливневых стоков) или отдельной (т.е. канализационные и ливневые стоки отводятся по отдельным трубопроводным системам). Особую сложность в деле управления

канализационными системами представляет управление ливневыми стоками, так как их появление и объемы невозможно спланировать заранее. Ливневые стоки могут приводить к перегрузке оборудования очистных сооружений и, помимо того, изменять свойства сточных вод: концентрация вредных веществ обычно повышается при выпадении осадков, так как водный поток промывает коллекторы, однако если осадки долговременные, то общий объем воды увеличится, а концентрация вредных веществ, как следствие, понизится. В настоящее время для предотвращения переполнения канализации применяются устойчивые городские дренажные системы (зеленые низины, специальные водные бассейны, покрытые растительностью крыши и т.п.).

Одним из самых интересных программных средств, которые могут быть использованы для изучения круговорота воды в природе и его связи с водосточными сетями, является InfoWorks CS. С помощью этой программы можно найти информацию обо всех тонкостях круговорота воды в городской среде, а также оценить ее качество. Существует два основных типа управления и очистки городских сточных вод: централизованный (когда очистка производится одной крупной станцией или сетью) и децентрализованный (когда существует множество отдельных независимых систем). Какое из двух решений будет работать лучше, зависит от ряда частных экономических, технических, социальных и климатических факторов. Согласно концепции интегрированного управления водными ресурсами качество очистки сточных вод должно быть таким, чтобы при их возврате не происходило ухудшения состояния принимающей среды.

### Работа систем водоочистки

Целью очистки сточных вод является возвращение воды, используемой населением, в принимающую среду в таком состоянии, чтобы этот процесс не имел негативных последствий для данной среды. Ниже приведены факторы, оказывающие наиболее значительное влияние на водные экосистемы:

- взвешенные твердые частицы: снижение прозрачности воды, адсорбция

токсичных органических соединений (например, тяжелых металлов и органических соединений) взвешенными твердыми частицами ведет к последующему развитию осадений, обладающих высоким загрязняющим потенциалом;

- биологически разлагаемые органические материалы, органический азот и аммиак: уменьшение содержания растворенного кислорода в воде;
- неорганический азот и неорганический фосфор: рост водорослей, риск заболачивания;
- патогенные микроорганизмы: риск передачи заболеваний.

В централизованных системах водоочистки наиболее широкое применение получила технология «очистки активным илом» (см. раздел 4.4). В сельских же районах чаще используют капельные биофильтры и искусственные водно-болотные угодья, поскольку такие технологии являются менее дорогостоящими и не требуют больших затрат ресурсов. Перед любой биологической очисткой (также называемой «вторичной очисткой») всегда проводится «первичная очистка», задача которой состоит в снижении общего количества взвешенных твердых частиц. При водоочистке на станции накапливаются различные остаточные продукты, требующие последующей специальной обработки: ил, смесь сточных вод, бактерий, органических веществ и неорганических твердых частиц и т.д. После гидролиза (аэробного или анаэробного) и компостирования эти продукты могут быть использованы в качестве удобрений. Количество получаемого сухого ила в день может составлять от 35 до 85 г/ЭН. По своей важности надлежащее отведение ила с очистной станции сопоставимо с самим процессом очистки воды.

В одних странах на законодательном уровне ограничивают объем возврата очищенных вод со станции в окружающую среду, в других предельно допустимый объем рассчитывается исходя из общей суточной нагрузки и потенциала окружающей среды к поглощению очищенных вод. В обоих случаях для изучения влияния возвращаемых вод на окружающую среду и вычисления максимальной нагрузки на станцию

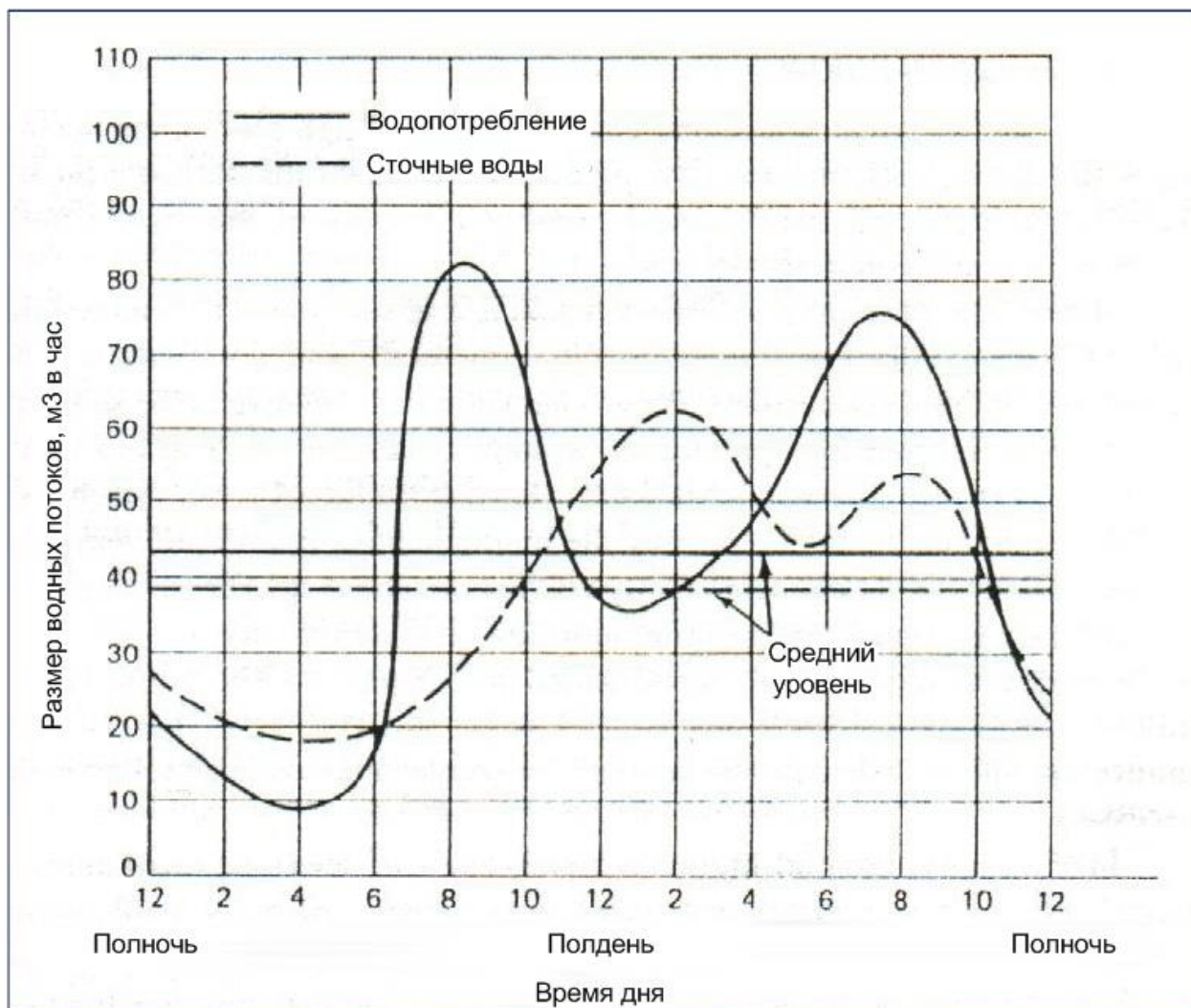


Рисунок 1.4.1: типичный суточный профиль водопотребления и потоков сточных вод в городах с населением больше, чем 50000 эквивалентных жителей

водоочистки можно использовать модели качества воды (принимая во внимание адвективно-диффузионный перенос веществ, а также источники и приемники водных потоков). В настоящее время существует большое количество специального программного обеспечения для работы с такими моделями. Среди программного обеспечения в Европе наибольшую известность получили такие коммерческие продукты, как DELFT3D (Делтарес, Нидерланды) и MIKE (Датский институт гидравлики), а также бесплатная программа MONID (Маретек, Португалия), доступная к скачиванию в сети интернет. В США, начиная с 60-х годов, разработкой программного обеспечения занимаются Геологический комитет и Агентство по охране окружающей среды. Примерами их работы являются программы QUAL2E и WASP7, находящиеся в открытом доступе. Основное применение перечисленных выше программ заключается в вычислении баланса массы для любой из переменных качества

воды (от потребности в кислороде до заболачивания). Наконец, необходимо упомянуть AQUASIM – программу, которая позволяет пользователям разрабатывать свои собственные модели.

### Заключение

Управление городскими сточными водами должно быть интегрировано в общий план, включающий в себя управление питьевой водой, ливневыми стоками и сточными водами. При планировании и застройке городов необходимо принимать во внимание возможную перегрузку канализационных систем и разрабатывать более устойчивые альтернативы. В засушливом климате стоит стремиться к максимальному объему прямого и непрямого использования очищенных вод. Также следует иметь в виду, что соленость питьевой воды повышается при попадании в человеческий организм, и

очистные сооружения не очищают воду от этих солей.

происходящие в рамках этого круговорота, представлены на рисунке 1.5.1.

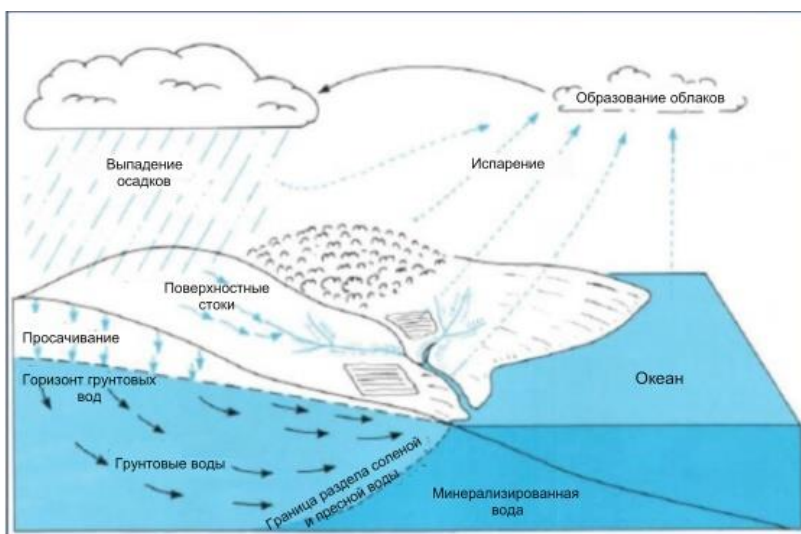


Рисунок 1.5.1: ключевые процессы, входящие в круговорот воды (Хит, 2004)

## 1.5 Наилучшие технологии управления городскими ливневыми стоками

Лиан Ланди

Электронный адрес: [L.Lundy@mdx.ac.uk](mailto:L.Lundy@mdx.ac.uk)

### Введение

В данном подразделе рассматриваются круговорот воды и способы управления дождевыми осадками в условиях растущей урбанизации. Автор дает общую информацию о традиционном подходе к управлению дождевыми осадками (или городскими ливневыми стоками) в контексте потребностей интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), а также детально рассматривает наиболее эффективные альтернативные методы. Помимо того, в подразделе представлена информация о том, каким образом дождевые воды могут быть использованы как ресурс.

### Влияние урбанизации на круговорот воды

Под гидрологическим циклом, или круговоротом воды, понимают непрерывное движение воды из земной атмосферы в земельные или водные объекты и из них – обратно в атмосферу. Основные процессы,

В городских районах строительство дорог, тротуаров и зданий приводит к постоянному снижению проницаемости почвы. Вследствие роста и развития городов площадь земной поверхности, покрытой непроницаемыми материалами (например, асфальтом, кирпичом и бетоном), также непрерывно увеличивается. Таким образом, урбанизация вызывает закупоривание поверхностей, вследствие которого дождевые осадки не проникают в грунт. Это

оказывает серьезное влияние на естественное функционирование круговорота воды и имеет последствия для ИУВР, как показано на таблице 1.5.1.

Из 7,2 миллиардов людей на планете более 50% живут в городских районах. Согласно прогнозам, городское население увеличится к 2050 году еще на 2,4 миллиарда (ООН, 2012). Продолжающийся быстрый рост городов оказывает огромное влияние на круговорот воды, удовлетворение потребностей в питьевой и поливной воде, ее очистку и управление ливневыми стоками.

### Традиционные подходы к управлению городскими ливневыми стоками: почему нужны перемены

Как видно из таблицы 1.5.1, урбанизация связана с увеличением площади непроницаемых поверхностей, вследствие чего даже небольшие объемы дождевых осадков могут привести к образованию значительных объемов поверхностных стоков. Традиционный подход к управлению городскими ливневыми стоками состоял в прямом отведении стоков на ближайшую станцию водоочистки посредством трубопроводных сетей. Данный подход способствовал единовременному предотвращению локального затопления и распространения болезней.

Таблица 1.5.1: влияние урбанизации на круговорот воды		
Затронутый процесс	Тип воздействия	Значение для ИУВР
Просачивание	Закупоривание поверхностей приводит к уменьшению объемов просачивания	Снижение уровней воды в поверхностных и грунтовых водных объектах
Поверхностные стоки	Закупоривание поверхностей приводит к увеличению объемов поверхностных стоков	Чрезвычайно быстрое увеличение объема стоков; возможное резкое повышение уровня воды
Пополнение грунтовых вод	Снижение просачивания ведет к повышению уровня грунтовых вод	Оседание почв и строений; снижение запасов питьевой воды
Пополнение поверхностных вод	Снижение взаимного проникновения поверхностных и грунтовых вод	Уменьшение объемов водных потоков и уровней воды в водоемах; влияние на запасы питьевой воды и экологическое состояние принимаемых вод
Транспирация	Урбанизация связана с уменьшением площадей зеленых зон, это приводит к снижению транспирации	Вследствие низких уровней транспирации увеличиваются поверхностные водные потоки

Подобные технологии были разработаны в те времена, когда критерий устойчивости их использования либо имел низкое значение, либо вообще не принимался в расчет. Во второй половине двадцатого века взгляды на управление сточными водами стали меняться, люди поняли, что сети трубопроводов переносят водные потоки с одного места на другое, а не решают проблему управления ими. По мере роста городов уровень проницаемости почв постоянно уменьшался, вследствие этого выпадение даже малого количества осадков приводило к образованию больших объемов поверхностных стоков, чем станции водоочистки могли обработать. Во избежание затопления были разработаны следующие две технологии:

- комбинированные переливные канализационные трубопроводы: ливневые стоки смешивались с канализационными водами и отправлялись в принимающие водные объекты;
- отдельные поверхностные трубопроводные системы: водные потоки направлялись в ближайший водоток.

Однако рост городов продолжился дальше, вследствие чего и эти технологии устарели. Так, например, изначально планировалось, что комбинированные переливные канализационные трубопроводы будут срабатывать не более одного-двух раз в год.

Сейчас они работают еженедельно. В одном только Лондоне комбинированные трубопроводы ежегодно сбрасывают в Темзу 39 миллионов кубических метров нечистот (Томас и Кроуфорд, 2010). Большое беспокойство также вызывает тот факт, что прогнозируемое изменение климата приведет к выпадению еще большего количества осадков, вследствие чего текущая проблема управления ливневыми стоками будет только усугубляться (Межправительственная комиссия по изменению климата, 2007).

Вторая технология (раздельные поверхностные трубопроводные системы) также обладает двумя недостатками. Во-первых, она была разработана в те времена, когда ливневые стоки считались «чистой водой», которая практически не оказывает отрицательного влияния на принимающие водоемы. В настоящее время ливневые стоки собирают с непроницаемых поверхностей и поглощают загрязняющие вещества (производимые в результате воздушных осадений, движения автотранспорта, работы фабрик и заводов и т.п.) (Баун и др., 2006). К примеру, стоки из районов с большим движением автотранспорта могут иметь повышенное содержание ряда органических и неорганических загрязнителей: от твердых частиц до тяжелых металлов и полициклических ароматических углеводородов, которые могут привести к сокращению флоры и фауны принимающих водных объектов и заражению отдельных

Таблица 1.5.2: описание типов наилучших технологий управления

Категория	Название системы	Описание
Система хранения	Искусственные водно-болотные угодья	Озелененная система с долгим сроком удержания воды
	Отстойный пруд	Всегда содержит некоторое количество воды, задерживает поступающие ливневые стоки
	Противопаводочное водохранилище	Не содержит воды большую часть времени, может хранить ливневые стоки в периоды выпадения большого количества осадков
	Осадочный чан	Бетонная структура для осаждения взвешенных твердых частиц в состоянии покоя
Система транспортирования	Фильтрующая полоса	Полоса земли, засаженная травой или растениями, через которую проходят ливневые стоки
	Низина	Озелененный широкий канал с небольшой глубиной для транспортировки ливневых стоков
Система просачивания	Дренажный фильтр	Покрытый гравием участок, через который ливневые стоки проходят перед попаданием в трубопровод
	Дренажный колодец	Наполненный камнями объект, через основание и боковые поверхности которого ливневые воды попадают в грунт
	Фильтровальная траншея	Длинный узкий дренажный колодец
	Фильтровальный бассейн	Задерживает ливневые стоки перед их попаданием в грунт
Альтернативный материал покрытия	Пористый асфальт	Крупнозернистый дробленый камень и связывающее вещество; высокий коэффициент пористости
	Пористое дорожное покрытие	Непрерывная поверхность с высокой пористостью, пористыми блоками или твердыми блоками с инфильтрирующими участками; связанная резервуарная структура обеспечивает хранение ливневых стоков

семейств (Ланди и др., 2011). Помимо того, использование трубопроводов подразумевает большие объемы точечных сбросов, которые вызывают береговую эрозию и затопление территорий ниже по течению. Свой вклад в создание и продвижение новых технологий также вносит Европейская рамочная директива по воде, в которой особое внимание уделено устранению распыленных источников загрязнения, включая городские ливневые стоки (для подробной информации о директиве см. подраздел 2.3).

Для обеспечения соответствия всем возникшим требованиям понадобились

альтернативные методы управления ливневыми стоками. Те из них, которые положительно зарекомендовали себя, стали называть наилучшими технологиями управления. В их состав входит ряд различных решений по планированию и управлению ливневыми стоками в гидрологическом, экологическом и социально-общественном контекстах (Научно-информационная ассоциация строительной промышленности, 2001). Такие технологии могут быть использованы для полного или частичного замещения старых, недостаточно эффективных систем отвода и обработки стоков.



## Наилучшие технологии управления ливневыми стоками

Под данным определением понимают ряд систем различного типа, которые можно разбить на четыре широкие (и частично пересекающиеся) категории согласно их основному назначению: хранение, просачивание и т.п. (см. таблицу 1.5.2). В отличие от традиционных водопроводных систем, которые решают проблему управления ливневыми стоками исключительно с количественной позиции (перемещают водные потоки из городской зоны кратчайшим и простейшим способом), современные структурные технологии призваны очищать стоки в максимальной близости от их источника. При этом происходит снижение объемов стоков и содержания загрязнителей посредством сбора, временного хранения и последующего подконтрольного слива таких стоков в почву, водоток или канализацию. Помимо снижения объемов ливневых стоков, эти технологии могут быть использованы для удаления загрязняющих веществ из воды (в результате различных биологических и физико-химических процессов), что способствует общему улучшению состояния окружающей среды и благоустройству городов.

Как можно заключить по рисункам 1.5.2-5, технологии управления сточными водами охватывают широкий спектр различных систем, каждая из которых вносит свой вклад в обработку и отведение вод или благоустройство городов.



**Рисунок 1.5.5: пример альтернативного материала покрытия - пористое дорожное покрытие (фото использовано с разрешения университета Абертей)**



**Рисунок 1.5.2: пример технологии хранения - отстойный пруд (фото использовано с разрешения университета Абертей)**



**Рисунок 1.5.3: пример технологии просачивания - дренажный фильтр (фото использовано с разрешения университета Абертей)**



**Рисунок 1.5.4: пример технологии транспортирования - низина (фото использовано с разрешения университета Абертей)**

К примеру, в зависимости от размера и планировки искусственные водно-болотные угодья могут использоваться для одновременного решения всех трех указанных выше задач. Как естественные, так и искусственные водно-болотные угодья обладают очень высоким потенциалом поглощения ливневых стоков, являясь

своеобразными губками. Содержащаяся в них растительность не только замедляет поступающие потоки, но и способствует различным процессам очистки: осаждению твердых частиц и связанных загрязняющих веществ, фотолузу и испарительному переносу (Скоулз и др., 2007). Оказавшись в нижних слоях водно-болотных угодий, загрязняющие вещества подвергаются воздействию таких процессов, как микробиологическое разложение и поглощение растениями. Подобные системы могут служить полезной средой для различных видов: от рыб и птиц до насекомых и амфибий, а также приносить пользу как подходящая местность для пеших прогулок, наблюдения за птицами и прочих видов спокойного досуга.

Фильтровальные траншеи, по сути, являются наполненными гравием канавами (см. рисунок 1.5.3). В отличие от водно-болотных угодий, для их постройки не нужны большие территории. Как следствие – их намного проще размещать в городских зонах, где увеличение площади объектов значительно сказывается на их стоимости. Фильтровальные траншеи могут использоваться для хранения ливневых стоков (и последующего их подконтрольного слива в почву или принимающие воды), а содержащиеся в них камни способствуют удалению твердых частиц (посредством фильтрации и адсорбции) и накоплению микроорганизмов в заданных участках, благодаря чему микробиологическое разложение будет проходить еще эффективнее. Однако, как и большинство других подповерхностных систем, фильтрационные системы не могут служить для облагораживания городов или разведения каких-либо животных.

Системы транспортирования, такие как низины (см. рисунок 1.5.4) и фильтрующие полосы, намного легче поддаются интеграции в новые и существующие жилые зоны, чем системы хранения. Зачастую они используются вместо трубопроводов, например, для сбора ливневых стоков с дорог и транспортирования их в отстойные пруды. Так как основная функция таких систем заключается в транспортировании, они едва ли могут быть использованы для хранения вод, однако, как и в случае водно-болотных угодий, наличие большого количества растительности способствует протеканию

таких процессов, как осаждение твердых частиц и микробиологическое разложение/преобразование загрязняющих веществ. Помимо того, системы транспортирования, хотя и не предоставляют пространства для отдыха и досуга, все же способствуют озеленению городской местности.

Альтернативные материалы покрытия могут иметь различные формы: от проницаемых материалов (пористого асфальта (поверхностный материал) и пористого дорожного покрытия, представляющего собой проницаемую поверхность с подповерхностным хранилищем) до непроницаемых блоков со специальными участками для просачивания. В зависимости от уровня связанного хранилища использование альтернативных материалов, не внося прямого вклада в озеленение или благоустройство городских зон, может способствовать отведению водных потоков, удалению загрязняющих веществ (посредством фильтрации, адсорбции и микробиологического разложения).

## Заключение

В современных условиях традиционный подход к управлению ливневыми стоками не является сколько-нибудь эффективным. Недостаточная мощность трубопроводных систем уже сейчас ограничивает дальнейшее развитие многих городов. Нет никакого смысла продолжать просто перемещать ливневые стоки из одной точки в другую. Рост городов оказывает влияние на круговорот воды. Качество водных ресурсов должно соответствовать постоянно растущим требованиям, выдвигаемым согласно цели их использования. Кроме того, от доступности и состояния водных запасов зависит качество жизни как таковое. Управление ливневыми стоками сопряжено с множеством трудностей (ведь дожди, как правило, идут не в том месте и не в то время, как нам бы хотелось), однако даже присущую городам способность в краткие сроки создавать и накапливать большие объемы воды стоит рассматривать как ценный актив. Использование современных эффективных технологий может коренным образом изменить сложившуюся ситуацию в сфере управления ливневыми стоками. Это будет достигнуто благодаря восстановлению нормального функционирования круговорота

воды в городских зонах (посредством увеличения объемов просачивания, питания грунтовых вод и испарения воды растениями), снижению нагрузки на канализационные системы (что даст толчок к дальнейшему развитию городов), а также общему озеленению и благоустройству городских жилых пространств.

## 1.6 Минимальные экологические стоки и уровни

**Бурghард Мейер**

Электронный адрес: [Burghard.meyer@uni-leipzig.de](mailto:Burghard.meyer@uni-leipzig.de)

### Введение

При заборе воды из проточных, стоячих или грунтовых вод для орошения или иного использования необходимо уделять внимание устойчивости этого процесса (контролировать общий объем, стоки, текущий и пороговый уровни) во избежание нанесения ущерба окружающей среде. В случае бесконтрольного забора ущерб может иметь как локальный (к примеру, высыхание одной из местных систем), так и региональный характер (как в случае катастрофы Аральского моря). Для определения сбалансированных параметров водопользования используется научный анализ. Общество и политики должны в свою очередь обсудить порядок принятия решений в сфере интегрированного управления водными ресурсами, для внедрения которого,

возможно, потребуется заключение международных соглашений.

Минимальный остаточный сток или минимальный сток – это предельно допустимое минимальное количество воды, при котором состоянию рек, озер, водно-болотных угодий и водоносных горизонтов не наносится серьезного экологического ущерба (рис. 1.6.1). Минимальный сток необходим для обеспечения нормального функционирования рек, например, для создания среды обитания рыб и других видов, а также создания и сохранения ландшафта и предоставления мест для отдыха в городских зонах (рис.1.6.2).

Концепция экологических стоков основана на определении временной продолжительности, количества и качества водных стоков, необходимых для пресных и эстуарных экосистем, с тем, чтобы способствовать улучшению человеческого благосостояния, функционированию ландшафтов и получению экосистемных услуг (Рихтер и др., 2006, Дэвис и др., 2013). Она применяется для решения множества важных экологических вопросов, касающихся стоков воды внутри и между различными экосистемами, включая управляемые и используемые экосистемы. Как правило, необходимость разработки методов управления экологическими стоками и водными уровнями в реках, озерах, водно-болотных угодьях и грунтовых водах появляется до того, как можно получить точную научную информацию о критических и пороговых уровнях. Такие методы и их адаптация для речных бассейнов могут

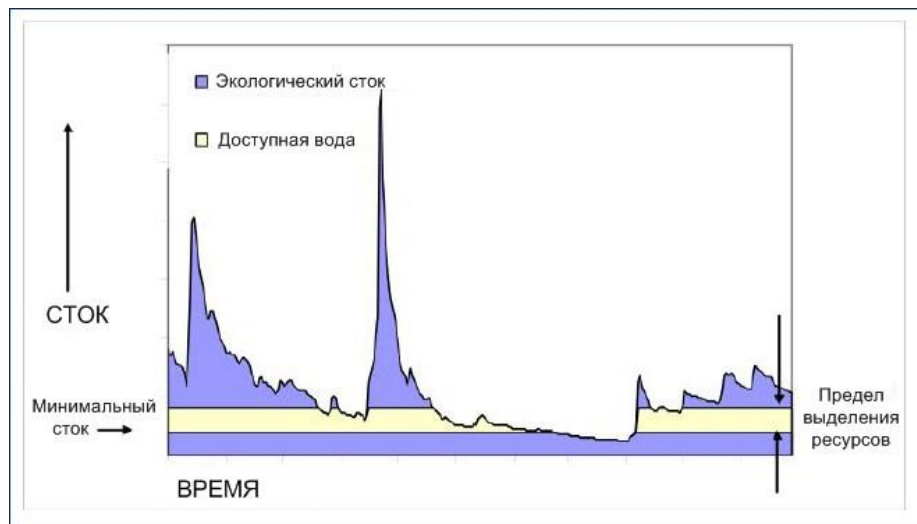


Рисунок 1.6.1: уровень экологических стоков в зависимости от времени (Министерство охраны окружающей среды, 2008)

обладать как очень простой (в случае применения на локальном уровне), так и очень сложной (в случае водосбора) механикой работы, требующей сбора большого количества данных и создания моделей оценки рисков. Существует большое количество субъектов, или индикаторов, воздействующих на пороговые значения. В их число входят абиотические факторы (скорость и объем стоков, свет, температура, химические условия, грунт), биотические индикаторы (рыбы-индикаторы, связи между видами, состояние среды обитания), а также социальные и экономические факторы (использование вод для промышленности, сельского хозяйства, сбора стоков, отдыха, ландшафтного планирования и т.п.).

экологических стоков необходимо проанализировать данные об их объеме, времени появления, продолжительности и скорости изменения. После чего, основываясь на полученной информации, стоки и их объемы можно будет классифицировать, в частности, следующим образом: очень низкие, низкие, высокие, маленький паводок, большой паводок.

### Методы оценки минимальных стоков для рек, озер, водно-болотных угодий и грунтовых вод

Министерство охраны окружающей среды Новой Зеландии (МООС, 2008а) создало Национальный экологический стандарт (НЭС) для оценки экологических стоков и уровней воды в реках, озерах, водно-болотных угодьях и подземных водах. Подобная инициатива показывает перспективность дальнейшей работы в данной сфере и, помимо того, может быть применена для работы со стоками в Казахстане. Заручившись поддержкой экспертов, МООС (2008а) поставило целью разработать «научные принципы подбора соответствующих методов определения экологических стоков и водных уровней» для того, чтобы «разработать требования по экологическим стокам». На состоявшейся в 2006 году научной конференции «(1) были перечислены задачи/ценности экологического управления, связанные с экологическими стоками/уровнем вод в реках, озерах, водно-болотных угодьях и подземных водах, а также рассмотрены факторы, которые могут препятствовать достижению этой цели; (2) перечислены



Рисунок 1.6.2: экологические стоки и потребляемые объемы воды в Новой Зеландии (Министерство охраны окружающей среды; ценности тангата вену коренных народов; здесь - Маори)

Для оценки влияния любых действий на работу водных систем необходимо обладать информацией о естественной и сезонной динамике, в том числе о климатических колебаниях. Согласно Дэвису (Дэвис и др., 2013), для определения пороговых уровней

технические методы регулирования экологических стоков и уровней вод для водоемов заданного типа и обсуждены плюсы и минусы каждого из таких методов; (3) разработана матрица применения методов согласно важности установленных характеристик водных ресурсов и степени гидрологических изменений». Результатом исследований стала модель анализа стоков в реках, озерах, водно-болотных угодьях и грунтовых водах.

В контексте рек из этой модели могут быть использованы: (1) «оценка возможности негативного влияния на подводную среду обитания по имеющимся в наличии видам рыб и среднему объему речного стока»; (2) «соотношение между гидрологическими изменениями и общим отклонением реки в процентах от среднегодового речного стока для применения различных способов классификации рисков согласно размеру стока и видовому составу» и (3) «методы, используемые при оценке требований по экологическим стокам согласно степеням гидрологических изменений» (таблица 1.6.1). Согласно проведенному Министерством охраны окружающей среды исследованию (2008), «эффект гидрологических изменений в реке можно установить посредством оценки рисков, проводимой на основе данных по размеру стока и видовому составу, а также при помощи комбинаторной матрицы, определяющей, каким образом общее отклонение реки в контексте среднегодового меженного стока оказывает влияние на гидрологические изменения, связанные с ними риски и просачивание подземных вод». Кроме того, были выведены рекомендации по подбору соответствующих методов для озер, водно-болотных угодий и грунтовых вод (МООС, 2008а).

**Примеры определения уровня риска потенциальных изменений.** Согласно подобному исследованию, результаты которого применяются в Новой Зеландии, для озер уровень риска потенциальных изменений может быть классифицирован следующим образом:

(1) **Низкий.** Для озер с глубиной более 10 м: изменения медианного уровня составляют менее 0,5 м, среднегодовые колебания уровня озера составляют менее 10%. Для озер с глубиной менее 10 м: изменения медианного уровня и среднегодовые колебания уровня озера составляют менее 10%. Амплитуда

сезонных колебаний уровня озера (соотношение значений летом и зимой) совпадает с естественной.

(2) **Средний.** Для озер с глубиной более 10 м: изменения медианного уровня составляют 0,5-1,5 м, среднегодовые колебания уровня озера составляют менее 20%. Для озер с глубиной менее 10 м: изменения медианного уровня и среднегодовые колебания уровня озера составляют в районе 10-20%. Амплитуда сезонных колебаний уровня озера (соотношение значений летом и зимой) противоположна естественной.

(3) **Высокий.** Для озер с глубиной более 10 м: изменения медианного уровня составляют более 1,5 м, среднегодовые колебания уровня озера составляют более 20%. Для озер с глубиной менее 10 м: изменения медианного уровня и среднегодовые колебания уровня озера составляют более 20%. Амплитуда сезонных колебаний уровня озера (соотношение значений летом и зимой) противоположна естественной.

Для **водно-болотных угодий** потенциальный уровень риска экологических изменений, согласно изменениям в характеристиках водоема, может быть классифицирован следующим образом:

(1) **Низкий.** Изменение медианного уровня менее 0,2 м. Амплитуда сезонных колебаний соответствует естественной.

(2) **Средний.** Изменение медианного уровня от 0,2-0,3 м. Амплитуда сезонных колебаний противоположна естественной.

(3) **Высокий.** Изменение медианного уровня более 0,3 м. Амплитуда сезонных колебаний противоположна естественной.

**Грунтовые воды.** Потенциальный уровень риска изменений уровня воды может быть классифицирован следующим образом:

(1) **Низкий:** менее 10% от среднегодового питания.

(2) **Средний:** 11-25% от среднегодового питания.

(3) **Высокий:** более 26% среднегодового питания (МООС, 2008а).

## Заключение

О сложности оценки влияния забора воды на реки, озера, грунтовые воды и водно-болотные угодья можно судить по таблице 1.6.1. В ней представлены методы анализа и расчета планируемых водных стоков и

уровней, на основе которых проводится разработка требований по экологическим стокам. Для того, чтобы понять влияние динамических изменений, происходящих в круговороте воды, очень важно выбрать наиболее подходящие индикаторы и методы. Принятие решения экспертными комиссиями при отсутствии смоделированных данных может быть осуществлено исключительно в случае, если потенциальное воздействие характеризуется низким уровнем риска. При этом необходимо обратить внимание на то, что, как правило, субъектом исследования минимальных водных уровней и стоков является не единичное воздействие, а вся

система водосбора и сопутствующий ей комплекс воздействий. Таким образом, исследование должно охватывать как отдельно взятый участок реки, так и регионы выше и ниже по течению.

Таблица 1.6.1: применяемые для рек методы оценки требований по экологическим стокам согласно степени гидрологического изменения и значения подводных ценностей (МООС, 2008а)

Степень гидрологических изменений	Значение подводных ценностей		
	Низкое	Среднее	Высокое
Низкая	<ul style="list-style-type: none"> <li>Анализ истории изменения стока</li> <li>Экспертная комиссия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Анализ истории изменения стока</li> <li>Экспертная комиссия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обобщенные модели среды обитания</li> <li>Одномерная модель водной среды</li> <li>Взаимные связи / проход для рыбы</li> <li>Анализ продолжительности стока</li> </ul>
Средняя	<ul style="list-style-type: none"> <li>Анализ истории изменения стока</li> <li>Экспертная комиссия</li> <li>Обобщенные модели среды обитания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обобщенные модели среды обитания</li> <li>Одномерная модель водной среды</li> <li>Взаимные связи / проход для рыбы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Одномерная модель водной среды</li> <li>Двухмерная модель водной среды</li> <li>Модель растворенного кислорода</li> <li>Температурные модели</li> <li>Взвешенные наносы</li> <li>Модели рыбной биоэнергетики</li> <li>Модель грунтовых вод</li> <li>Поступление сестона</li> <li>Взаимные связи / проход для рыбы</li> <li>Анализ изменчивости стока</li> </ul>
Высокая	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обобщенные модели среды обитания</li> <li>Одномерная модель водной среды</li> <li>Взаимные связи / проход для рыбы</li> <li>Модель биомассы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Модель увлечения частиц</li> <li>Одномерная модель водной среды</li> <li>Двухмерная модель водной среды</li> <li>Стабильность берегов</li> <li>Модель растворенного кислорода</li> <li>Температурные модели</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Модель увлечения частиц</li> <li>Одномерная модель водной среды</li> <li>Двухмерная модель водной среды</li> <li>Стабильность берегов</li> <li>Модель растворенного кислорода</li> <li>Температурные модели</li> <li>Взвешенные наносы</li> <li>Модели рыбной биоэнергетики</li> </ul>

	перифитона	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Взвешенные наносы</li> <li>• Модели рыбной биоэнергетики</li> <li>• Моделирование разлива</li> <li>• Модель грунтовых вод</li> <li>• Поступление сестона</li> <li>• Взаимные связи / проход для рыбы</li> <li>• Модель биомассы перифитона</li> </ul>	биоэнергетики <ul style="list-style-type: none"> <li>• Моделирование разлива</li> <li>• Модель грунтовых вод</li> <li>• Поступление сестона</li> <li>• Взаимные связи / проход для рыбы</li> <li>• Модель биомассы перифитона</li> <li>• Анализ изменчивости стока</li> </ul>
--	------------	--	---

## 1.7 Свойства почвы как индикаторы процессов деградации, вызванных стоками поверхностных вод

### Кристиан Шнайдер и Ронни Шмидт

Электронный адрес: [christian.schneider@uni-leipzig.de](mailto:christian.schneider@uni-leipzig.de)

#### Введение

Эрозия почвы тесно связана со стоками поверхностных вод. Наблюдения и измерения водной эрозии являются очень сложными и требуют больших временных затрат. Информация о происходящих в почве процессах может быть получена посредством анализа ее профиля. Влияние эрозии легко оценить, сопоставив исследуемые и смоделированные профили почвы при помощи анализа сочетания последовательности почв по возрасту и последовательности. Масштаб эрозии является индикатором уязвимости почвы к водной эрозии. Таким образом, при помощи данного анализа можно выявить наиболее уязвимые точки и участки склонов с повышенной необходимостью в защите почв. Большинство методов защиты почв направлены на снижение объема поступающих стоков посредством повышения их просачивания или изменения динамики поверхностных вод.

#### Поверхностные стоки и эрозия почв

Деградация и разрушение почв является глобальной проблемой, способной в будущем

поставить под угрозу мировое производство продовольствия. Происходящие физические, химические и биологические процессы ограничивают использование почв и наносят огромный ущерб этому жизненно важному ресурсу. Наряду с землепользованием и ветром, водные стоки играют значительную роль в физической деградации почв. Такие сопутствующие процессы, как эрозия, перемещение и аккумуляция почвенных масс, приводят к ряду проблем.

- А: эрозия почв, вызванная водными стоками, приводит к необратимому перемещению почвенных масс. В ходе этого процесса происходит перемещение важных минеральных и органических сорбентов (глины и гумуса). Геоэкологически такое перемещение оказывает сильное влияние на круговорот питательных веществ в почвах и, таким образом, на их полезность. В то же время эрозия оказывает негативное влияние на глубину почвенного слоя и круговорот воды в почвах, например, на впитывающую способность, влажность почвы и объем доступной растениям влаги.
- В: эрозия почв мобилизует большое количество питательных и загрязняющих веществ, попадающих в водные объекты вместе со стоками. Вследствие этого происходит заболачивание и загрязнение водоемов, особенно в сельскохозяйственных регионах.
- С: аккумуляция продуктов эрозии наносит значительный ущерб внешним объектам, вызывая сокращение посевных площадей, ухудшая инфраструктуру и способствуя образованию осадений.
- Эрозия почвы происходит тогда, когда поверхностные стоки поступают в

большем объеме, чем может просочиться через почву. Обычно такое случается вследствие долгосрочных или сильных осадков, а также оттепелей. На сток вод влияют такие факторы, как текстура почвы (структура и микроструктура грунта и распределение частиц по размерам), растительный покров, топография и интенсивность землепользования. Дожди оказывают разбрызгивающее действие, из-за которого происходит закупоривание обнаженных почв. Это значит, что выпадение осадков выражается в уменьшении объема просачивания стоков. Во время ливней образуется большое количество стоков, вызывающих незначительную ручейную эрозию. Данный процесс происходит на разных уровнях: от небольших каналов (рис. 1.7.1a) до овражной эрозии (рис.1.7.1b и c).

Наблюдения и измерения процессов водной эрозии в реальном времени являются очень сложными и требуют много времени, вследствие чего, как правило, выстраивают только типовые модели таких процессов. Помимо того, существует возможность провести анализ профиля почвы и получить данные для реконструкции динамики стоков. Выявление следов эрозии почвы является простой операцией и не требует сложных измерений. Форма и последовательность таких следов могут служить для индикации процессов, приводящих к физической деградации.

Однако для оценки процессов деградации необходимо также знать номинальные значения характеристик почвы – как если бы она не подвергалась таким процессам. Для установления таких значений почвоведение предлагает специальные методы, позволяющие понять и оценить развитие почв.





Рисунок 1.7.1: формы эрозии, вызванной водными стоками  
 а) ручейная эрозия; б) овражная эрозия; в) тяжелая форма овражной эрозии;

## Методы и индикаторы оценки эрозии почвы

Текущее пространственное распределение почв – это результат работы множества сложных процессов почвообразования. В развитие почвы вносят вклад различные геокомпоненты: рельеф, коренная порода, вода, климат, флора, фауна и землепользование. В каждом частном случае влияние этих компонентов будет различным, вследствие чего происходит образование почв различных типов с характерными для них горизонтами. В Казахстане наиболее широко распространены черноземы (профили А/С), каштановые почвы (профили А/В/С) и сероземы (профили Аi/С). Для определения того, как происходило развитие почвы, применяют временные и пространственные модели.

Выяснение *хронологической последовательности почв* помогает определить состояние и направление эволюции почв (Хаггет, 1998:156). Согласно данной концепции, каждая стадия развития почвы является результатом взаимодействия геокомпонентов и времени. Таким образом, сопоставимые наборы геокомпонентов служат для образования похожих типов почв. Это значит, что если геокомпоненты схожи,

то и процесс развития почв будет протекать схожим образом. В относительно стабильных экологических условиях развитие почвы будет направлено на получение характерного типа почвы. Такие типы почвы представляют собой «конечный продукт» для данного набора геокомпонентов. В континентальных высокотравных степях Казахстана таким типом являются черноземы.

Посредством определения *топографической последовательности почв (катены)* можно смоделировать характерные почвы. При этом необходимо обратить особое внимание на влияние топографической позиции на развитие почвы (Мартц, 1992). Рельеф оказывает значительное влияние на процессы формирования почв. Таким образом, пространственную экстраполяцию распределения различных характеристик и типов почв возможно осуществить при помощи катены.

Сочетая оба подхода, можно создать идеальную мозаику почв заданной территории. Данная мозаика может использоваться как ссылка при оценке влияния процессов деградации – можно сравнить текущие и идеальные характеристики почв и получить соответствующие результаты.

Существует множество характеристик, которые служат для определения качества и типов почвы (Мировая база ссылок по почвенным ресурсам, Международный союз почвоведения, 2007).

Классификация происходит согласно наличию или отсутствию диагностических горизонтов. Анализ горизонтов показывает стадию их формирования и толщину, а также такие физические свойства, как цвет, текстуру и распределение частиц по размерам. Другими важными для классификации физическими и химическими параметрами являются рН, электропроводность и концентрации органических веществ почвы (ОВП), а также уровни содержания питательных веществ, тяжелых металлов и тяжелых минералов.

### Методы определения свойств почвы

Для анализа свойств почвы можно применять простые полевые методы. Отбираются образцы почвы при помощи шупа или ударного бурения. Для получения общей картины может потребоваться выкапывание почвенно-геологических профилей. Типы почв и их текущее состояние определяются согласно физическим свойствам почвы и сочетанию диагностических горизонтов. Определение дальнейших физических и химических свойств почвы происходит в лаборатории. Определение топографической и временной последовательностей позволяет экстраполировать информацию с заданных точек на окружающие участки.

Что касается деградации, то в ходе анализа можно выявить такие ее следы, как усечение

и уплотнение почвенного профиля и наличие динамики вымывающей эрозии. Помимо того, может быть произведена косвенная оценка воздействия поверхностных стоков.

Силу эрозии легко оценить, сопоставив анализируемый профиль почвы с ожидаемым профилем согласно результатам хронологического и топологического исследований. Если на сухом континентальном участке лессового грунта с умеренным наклоном найден только слой парарендины (горизонт А < 30 см) вместо ожидаемого чернозема (горизонт А > 80 см), то это является показателем сильной эрозии. Однако нужно учитывать, что верхний слой исходной почвы может быть накрыт наносами, поступающими со склона.

Чем больше различаются исследуемый и идеальный профили, тем значительнее влияние эрозии, а значит, и поверхностных стоков. Подобные расхождения проявляются в эрозивном усечении профилей или их коллювиального покрытия. В морфологически активных областях структура почвы представляет собой сложное сочетание участков, где происходит эрозия и аккумуляция. В таких областях поверхностные стоки являются основной причиной эрозии (наряду с землепользованием и ветром).

Помимо того, геоморфологические формы могут быть использованы для оценки геоморфологического воздействия поверхностных вод. Отображение на карте таких морфологических параметров, как размер, топографическая позиция и направленность форм рельефа, может



Рисунок 1.7.2: профили почвы; а) слабо эродированный чернозем (профиль 6 на рис. 1.7.3); б) сильно эродированная почва (профиль 6 на рис. 1.7.3); в) аккумулятивная гумусная почвенная масса (профиль 1 на рис. 1.7.3); (фото - С. Шнайдер)

способствовать эффективной пространственной и хронологической классификации процессов эрозии, вызванных водой. На основании этих данных можно сделать выводы о динамике и интенсивности эрозии на заданном участке.

О сложившейся топографической ситуации и влиянии процессов эрозии и аккумуляции на отдельно взятую область водосбора можно судить, сопоставляя и анализируя различную информацию о почве и ее геоморфологии. Соответственно, таким образом выявляются зоны с повышенной необходимостью в защите почвы. Индикатором уязвимости заданного участка может являться интенсивность происходящей на его территории эрозии или аккумуляции.

### Предотвращение эрозии почв посредством снижения объема сточных вод

В большинстве случаев предотвращение эрозии почв достигается посредством снижения объема поступающих сточных вод. Для этих целей применяется множество различных методов. В частности, можно использовать пожнивные остатки, увеличивать просачивание при помощи введения новых методов землепользования или создания ландшафтных структур, препятствующих смещению и интенсификации поверхностных стоков. Улучшение микротекстуры почвы, повышение ее пористости, предотвращение заупорки и уплотнения – все это может способствовать улучшению просачивания осадков и поверхностных вод.

В зависимости от устойчивости агрегатов почвы и размерности частиц в ее нижних слоях незащищенные почвы в той или иной степени склонны к заупориванию. Разбрызгивающее воздействие капель дождя, наиболее сильно проявляющееся во время ливней, вызывает плоскостную эрозию и может приводить к созданию непроницаемой поверхности. Засорение вертикальных пор снижает способность почвы поглощать воду (просачивание). Из-за заупоривания при последующем выпадении осадков объем поверхностных стоков будет значительно увеличен, что приведет к эрозии даже на пологих склонах.

Для улучшения просачивания применяются следующие меры:

- постоянное покрытие сельскохозяйственных поверхностей растительностью или пожнивными остатками (мульчей), обеспечивающими механическую защиту поверхности почвы и повышение ее биологической активности;
- противоэрозийная обработка почвы (нулевая, гребневая и обработка с мульчированием) и прямой посев для повышения стабильности почвенных агрегатов и биологической активности почвы и содержащихся в ней органических веществ (Сулейманов и др., 2012; Хикманн, 2006).

Помимо улучшения потенциала просачивания, рекомендуется также применять и другие противоэрозийные меры, такие как:

- контурная вспашка – с целью предотвращения создания искусственных путей для прохождения поверхностных стоков;
- сокращение длины склона посредством создания таких ландшафтных структур, которые помогут избежать длинных путей прохождения стоков и не допустить их смешение и интенсификацию;
- постоянное озеленение сточных каналов и наклонных участков с повышенной уязвимостью.

Обозначенные меры являются основой для создания ресурсосберегающего сельского хозяйства в Казахстане. В 2012 году порядка 1,6 миллиона гектаров сельскохозяйственных земель уже были подвергнуты нулевой обработке (Фридрих и др., 2012: 3).

### Пример работы с топографической последовательностью

В данном подразделе описывается исследование, проведенное в лессовой области на территории Польши. В нем рассказывается о том, как почвы могут служить индикаторами водной эрозии. Исследуемая область подвержена интенсивному землепользованию и характеризуется мелкозернистыми лессовыми отложениями. Количество осадков составляет около 650 мм в год,

наибольшие объемы выпадают весной и в начале лета (май и июнь).

Илистый и известковый лессовый материал обладает высокой уязвимостью к водной эрозии. В наибольшей степени эрозийные процессы проявляют себя во время весеннего таяния снегов и летних дождей (рис. 1.7.1 б, с). Помимо климатических факторов, период с весны по начало лета также осложнен пахотным сезоном, создающим дополнительную нагрузку на незащищенные поверхности почвы. Таким образом, использование земли оказывает существенное влияние на образование стоков и динамику эрозии. В Казахстане подобные проблемы в большей мере наблюдаются в неорошаемых сельскохозяйственных районах севера страны и на склонах южных горных хребтов.

Основными типами почв в исследуемой области являются фазоземы на разных стадиях развития. Эти черноземоподобные почвы богаты органическими веществами и характеризуется незначительным перемещением глины (лессивированием).

Диагностические горизонты (гумусовый А, глинистый А/С и минеральный С) могут быть определены по цвету почвы, ее агрегатам и гранулометрическому составу. Участки с сильным усечением профиля подверглись эрозии (см. катену на рис. 1.7.3).

Интенсивное сельскохозяйственное использование лессовых земель значительно увеличило уязвимость ландшафта по отношению к эрозии, поскольку традиционные методы обработки почвы уменьшают ее потенциал к просачиванию. Кроме того, перед проведением посевных работ и после них почвы не покрывались растительностью или пожнивными остатками, вследствие чего происходило их закупоривание, и, как следствие, наблюдалось повышение объемов образования поверхностных стоков. Крутые склоны и выпуклые участки особенно склонны к эрозии (рис.1.7.3). Наличие смешанных и высококонцентрированных стоков приводит к линейной эрозии на средней части склонов и созданию характерных геоморфологических форм (оврагов и т.п.) (рис. 1.7.1).

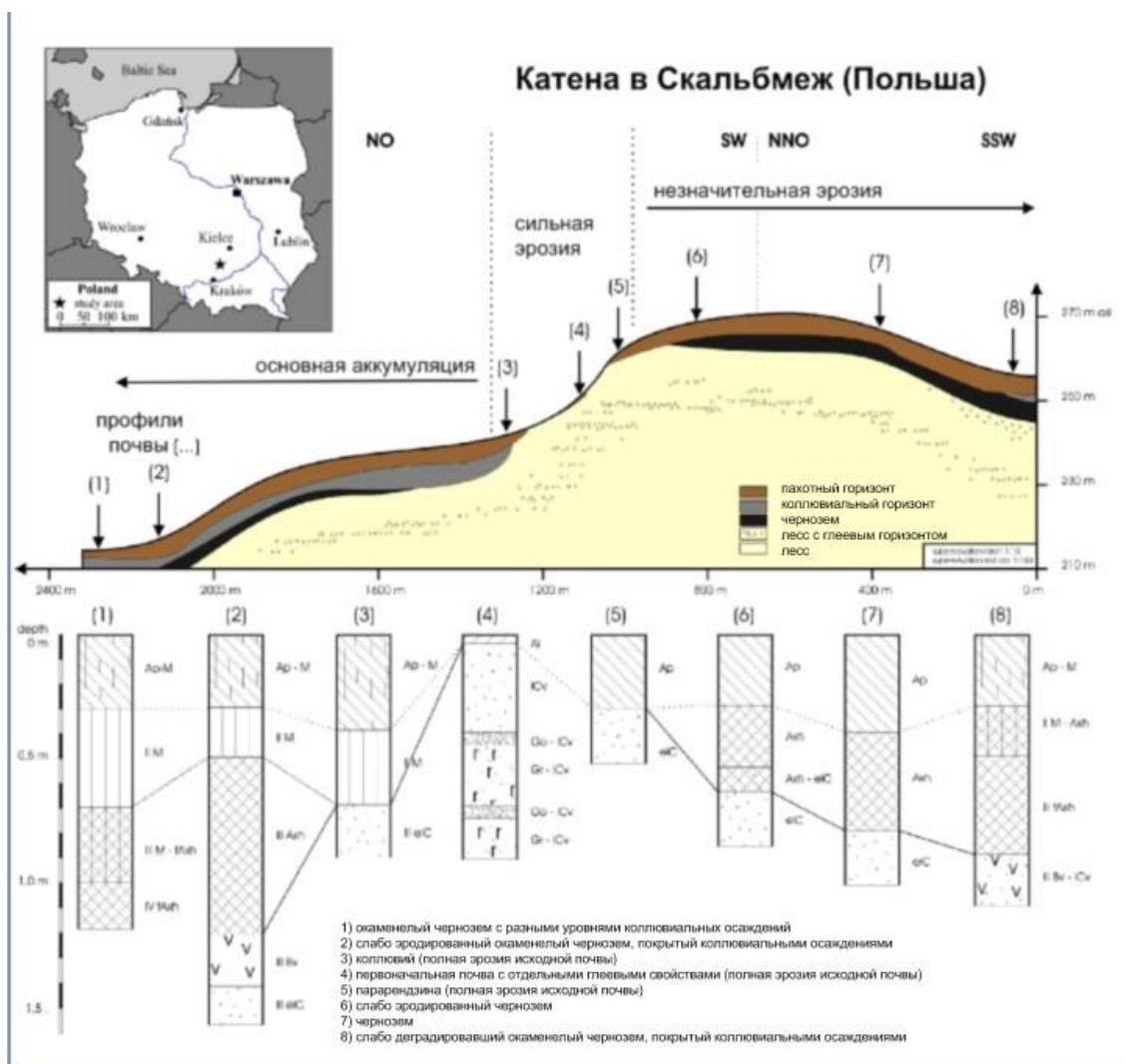


Рисунок 1.7.3: пример катены, на котором отмечены наиболее подверженные влиянию поверхностных стоков участки, на которых происходит эрозия и аккумуляция (автор - Р. Шмидт)

У подошвы холмов и гор, а также рядом с элементами ландшафта (живыми изгородями, границами древесной растительности и т.д.) вероятно аккумуляция осадений, покрывающих предыдущие поверхности (рис.1.7.2с, рис.1.7.3).

Данное исследование показывает, каким образом распределение почв по уровню их развития может быть использовано для

определения участков, где ранее происходила эрозия. Эти базовые принципы могут быть применены и к неорошаемым сельскохозяйственным районам в Казахстане. Топографический анализ позволяет выявить участки, подверженные водной эрозии и влиянию водных стоков. Наконец, к любым почвам можно подобрать соответствующие техники снижения объемов стоков.

## Раздел 2

# Базовые принципы и вспомогательные средства интегрированного управления водными ресурсами

## 2. Базовые принципы и вспомогательные средства ИУВР

### 2.1 Стратегическое управление рисками

Джон Уотт

Электронный адрес: [J.Watt@mdx.ac.uk](mailto:J.Watt@mdx.ac.uk)

#### Введение

Как указано в предисловии к данной монографии, современные концепции управления рисками направлены на облегчение понимания связей между теми, кто принимает решения (или разрабатывает стратегию), и теми, кто собирает данные, необходимые для принятия таких решений. Управление любым риском состоит в принятии взвешенных решений (к примеру, о достаточности определенных уровней безопасности и чистоты). При этом такие решения, хотя и принимаются в результате анализа экспертной информации, должны в первую очередь ориентироваться на достижение поставленных задач согласно существующим ценностям. Разумеется, финансовый аспект играет одну из ключевых ролей, однако во внимание необходимо принимать также цели заинтересованных сторон, этичность и юридическую правомерность действий. Фактически удовлетворение ожиданий различных групп может стать даже большей проблемой, чем сам сбор проектно-технических и научных данных. Одним словом, процесс управления рисками почти всегда связан с преодолением двух сложных задач – недостатка информации (неуверенности) и сложности принятия компромиссного решения, удовлетворяющего все стороны (устранения конфликтов и разногласий).

Таким образом, при интегрированном

управлении рисками нужно принимать во внимание экономический, социальный, правовой, психологический, этический и политический факторы, в то время как оценка рисков в определенной степени является не более, чем задачей, одной из множества технических функций. В настоящем подразделе рассматривается сущность и связи между обозначенными факторами, рассказывается о способах эффективной коммуникации и информирования заинтересованных сторон, а также о том, как принять устойчивые решения, соответствующие соображениям эффективности и ценностям общества. Понимание фундаментальных принципов управления рисками помогает равным образом при осуществлении каждодневного руководства и при эффективной реализации стратегического планирования. Таким образом, к управлению рисками можно привлекать не только технических специалистов (гидрологов, инженеров и т.п.), но и руководство, что позволяет обеспечить всесторонний взгляд на выдвигаемые задачи и пути их достижения. На уровне общества или правительства такой подход можно условно приравнять к разработке стратегии, которая не только управляет рисками, но также является политическим и социальным консенсусом. Методологию процесса можно представить следующим образом:

- определение задач;
- оценка рисков, ставящих под угрозу достижение данных задач (для этого необходимо рассмотреть мнения всех заинтересованных сторон);
- оценка приемлемости риска;
- разработка мер (или стратегии) по контролю риска;
- информирование заинтересованных сторон для более эффективной реализации стратегии.

Информирование о рисках является важной частью управления рисками, внося значительный вклад в достижение поставленных задач. Эффективное информирование о рисках позволяет разрешать потенциальные конфликты посредством дискуссии, заинтересованные



Рисунок 2.1.1: "технократическая" модель (Миллстоун и др., 2004)

стороны получают возможность озвучить свое мнение – все это повышает доверие к институтам, занимающимся управлением рисками. За последние несколько десятилетий этому аспекту уделяется все большее внимание.

## Риски определяются обществом

На первый взгляд может показаться парадоксальным, что наука – только один из множества аспектов, принимаемых во внимание при разработке стратегии. Действительно, в сфере управления рисками ранее господствовало убеждение в первичности науки по отношению к другим факторам. Миллстоун (2004) выделяет три модели управления рисками. Первый тип, показанный на рисунке 2.1.1, может быть обозначен как «технократическая модель», которая, по сути, предполагает, что наука совершенно независима от социальных, политических, культурных и экономических условий, и предоставляемые ею данные не только имеют высокое значение, но и сами по себе являются достаточным основанием для принятия стратегических решений.

Один из множества недостатков данной модели заключается в том, что она не может объяснить, какие решения принимать в тех случаях, когда наука не способна предоставить однозначный ответ (Ренн, 2008). На основе этого многие политики и эксперты стали трактовать процесс разработки стратегии при помощи того, что Миллстоун назвал «управленческой моделью». Такой подход во многом сходен с моделью, предложенной в 1983 году Американским национальным научно-исследовательским советом. Он предполагает, что для принятия



Рисунок 2.1.2: «управленческая» модель (Миллстоун и др., 2004)

стратегических решений необходимы, кроме науки, и другие источники информации, то есть стратегия должна разрабатываться в два этапа. Первый этап связан исключительно с получением научной информации, его часто называют «оценкой риска». Затем эта

информация рассматривается через призму социальных и политических аспектов – происходит «управление рисками». Согласно этому подходу, оценка риска всегда предшествует его управлению, а сами эти процессы являются абсолютно независимыми друг от друга. Как показано на рисунке 2.1.2,

данная модель подразумевает четкое разделение функций между научным сообществом, оценивающим риски вне социального и этического контекстов, и руководством, призванным найти компромисс между степенью риска и социальной и/или коммерческой выгодой.

- Спектр научных оценок риска;
- принятие решений при недостатке информации;
- данные для сравнительной оценки доступной информации;
- «выбранный уровень защиты» – общественно одобренные пределы приемлемости рисков и решений, выносимых на основе неполной информации (вопрос того, что можно считать безопасным).

Также был предложен третий подход, названный «прозрачной моделью», или «моделью всестороннего управления» (Комитет по природным ресурсам, 2003), в рамках которого предполагается, что:

*«хотя принятие стратегических решений основывается на научном анализе потенциальных рисков, такой анализ в свою очередь неизбежно подвергается воздействию социально-экономических и культурных факторов».*

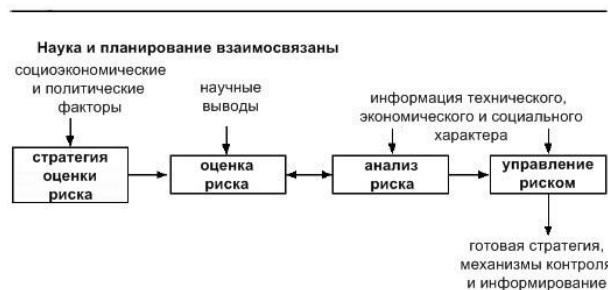


Рисунок 2.1.3: «прозрачная» модель (Миллстоун и др., 2004)

«Прозрачная» модель (рис. 2.1.3) предполагает, что оценка рисков происходит с учетом сложившегося контекста. Управление рисками рассматривается как комплексный процесс (Ренн, 2008), в рамках которого от экспертов требуется не брать на

себя ответственность принятия решений, выходящих за пределы их сферы деятельности, а предоставлять результаты своей работы уполномоченным лицам. Согласно «прозрачной» модели, разногласия между сторонами легче устранить в том случае, если вовлеченные в процесс стороны постоянно обмениваются мнениями о разрабатываемой стратегии оценки рисков и потенциальных проблемах, с ней связанных.

В подобном развитии моделей можно проследить мысль о том, что риск – это не задача, не поддающаяся измерению характеристика (хотя в него и может входить такая конкретная информация, как данные о солености или фекальном загрязнении воды), но фактор, которой общество признает представляющим риск согласно своим ценностям и приоритетам.

### Интегрированный подход к управлению рисками

В данном контексте управление рисками можно определить как систему, в рамках которой осуществляется взаимодействие политики и науки с целью решения конкретной задачи – к примеру, достижения «безопасных» уровней концентраций загрязняющих веществ в воде, при которых эти вещества не оказывают негативного влияния на среду. Стандартными могут быть признаны различные уровни содержания веществ, в зависимости от характеристик конкретных загрязнителей и согласно

различным общественным ценностям (например, одну и ту же воду можно использовать для питья, орошения или в рекреационных целях, и в каждом из этих случаев совершенно разные уровни загрязнения будут считаться приемлемыми). В подобных случаях компетентные лица сталкиваются с необходимостью определения «приемлемого» или «допустимого» уровня. Решение данной задачи является ключевой функцией управления рисками в любой сфере. Таким образом, как уже указывалось, в процессе управления рисками приходится делать выводы, основываясь на неполной информации, и способствовать устранению разногласий и налаживанию коммуникации между государственными органами, научным сообществом и другими группами заинтересованных лиц. При этом стратегическое управление должно основываться на научно-технических данных и принимать во внимание приоритеты заинтересованных сторон. В одних случаях решения целиком и полностью принимаются техническим персоналом, квалифицированными экспертами, имеющими соответствующие полномочия, в других же случаях для этого требуется взаимодействие всех заинтересованных сторон, в том числе общественности. Понимание природы ключевых проблем, возникающих при оценке рисков, может существенно облегчить их устранение



На рисунке 2.1.4 показана современная прозрачная модель (МСУР, 2005), ряд характеристик которой может помочь понять ключевые особенности проблем, возникающих при внедрении интегрированного подхода в сферу управления качеством воды. Первое, на что нужно обратить внимание, – это то, что информирование находится в самом центре процесса, является его ключевой точкой. Разумеется, информирование о рисках может принимать различные формы в зависимости от существующего контекста и поставленных задач. По сути, всю структуру можно рассматривать как диалог, происходящий между двумя сторонами – руководством (принимающими решения лицами) и теми, кто собирает научно-технические данные (ученые, инженеры и т.д.). Совместная работа этих сторон является совершенно необходимой на двух этапах. Первый заключается в определении контекста и постановке задач (предварительная оценка). Второй состоит в принятии решений о приемлемости планируемых действий (на данном этапе происходит два взаимосвязанных процесса: техническая классификация рисков и их анализ, в ходе которого осуществляется оценка

научных данных согласно ценностям заинтересованных сторон). Полученная при оценке рисков информация (в том числе выводы относительно оценки рисков и мнения, высказанные заинтересованными сторонами) обрабатывается специалистами, которые затем передают ее руководящим лицам для принятия соответствующих решений. Таким образом, представление всего процесса в виде разговора двух сторон облегчает понимание их функций, а центральное место информирования продиктовано важностью надлежащей коммуникации между сторонами.

Рисунок 2.1.4 помогает выявить ряд проблем, связанных с определением наилучшего подхода к оценке рисков, а рисунок 2.1.5 показывает, как могут относиться к каждому из таких подходов различные заинтересованные стороны. Многие риски получают статус «простых». Такая их классификация означает не то, что ими можно пренебречь, а то, что они относительно хорошо изучены и для них могут существовать уже испытанные на практике методы управления. Как правило, такие риски всецело находятся в компетенции технических специалистов,



Рисунок 2.1.4: концепция управления рисками, призванная показать возможные сложности при оценке рисков и реализации управления (МСУР)

обладающих соответствующими полномочиями. В трех других случаях риски требуют более сложных механизмов управления. Во-первых, риск может быть комплексным. Комплексный риск – это совокупность простых рисков, взаимодействие которых делает их последствия тяжело предсказуемыми. В такой ситуации ответственность за управление по-прежнему несут технические специалисты, однако им может потребоваться помощь извне, например, консультация специалистов, работающих в смежных областях. Помимо того, иногда случается так, что, даже после проведения всей работы по анализу и оценке, степень риска все еще остается в значительной мере неясной. К примеру, эксперты могут иметь дело с новой технологией или загрязнителем, о которых пока нет достаточного объема информации. Возникает необходимость планирования действий при отсутствии надежных данных об их потенциальной опасности, вследствие чего нужно

предпринимать дополнительные меры предосторожности. Однако параллельно с этим нужно иметь в виду, что чрезмерная озабоченность безопасностью (принцип «если вы не знаете о том, опасно что-либо или нет, считайте это опасным») может серьезно препятствовать развитию и введению любых инноваций. Необходимо всячески способствовать достижению консенсуса заинтересованными сторонами и созданию управленческих механизмов повышенной гибкости. Наконец, оценка риска может быть осложнена его двойственностью. Вокруг любого действия могут возникнуть фундаментальные разногласия, не связанные напрямую с риском. Для применения множества неоднозначных технологий, например, ядерной энергетики, сначала необходимо заручиться поддержкой общества. Это значит, что требуется наладить коммуникацию с заинтересованными группами на уровне всего общества.



Рисунок 2.1.5: схема классификации рисков, показывающая связь между оценкой риска и принятием решений (Бантинг, 2007)

Ядерная энергетика вообще является хорошим примером того, как меняется общественное мнение (и стратегическое планирование) со временем. Общественные дебаты могут дать толчок к тому, что в итоге программа развития ядерной энергетики будет утверждена на государственном уровне, однако для принятия такого решения необходимо, чтобы в обществе исчезли разногласия. Более того, даже первичное одобрение является лишь одним из шагов на пути к утверждению конкретной технологии (этому процессу предшествует эволюция общественного мнения относительно различных технологий и требуемых мер предосторожности) и превращению управления риском в сугубо технический процесс, руководство которым осуществляют технические специалисты согласно разработанной нормативной базе.

## Заключение

В данном подразделе особый упор сделан на определении риска с позиции общества, так как подобный подход позволяет связать воедино оценку риска и ценности заинтересованных сторон, поскольку основная сложность при управлении любым риском состоит как раз в том, чтобы уладить противоречия между целями, ожиданиями и ценностями различных заинтересованных групп. Лица, принимающие решения, не должны руководствоваться исключительно техническими соображениями, но работать таким образом, чтобы устранять конфликты мнений, касающихся тех или иных рисков, способствовать вовлечению заинтересованных сторон в управление рисками – благодаря таким действиям решения будут быстрее претворяться в жизнь. Тщательный подбор наилучшего метода управления риском, построенный на анализе характерных проблем, позволит избежать множества распространенных ошибок, таких как случайное (или преднамеренное) исключение заинтересованных сторон и/или игнорирование их мнений при принятии решений, а также ситуации «аналитического паралича», когда излишнее внимание уделяется совершенно незначительным вопросам.

## 2.2 Методы оценки риска при помощи простых прогностических моделей для оптимизации землепользования

**Бургхард Мейер**

Электронный адрес: [Burghard.meyer@uni-leipzig.de](mailto:Burghard.meyer@uni-leipzig.de)

### Введение

Применение цифровых данных и моделей является широко распространенной практикой в сфере сельскохозяйственного планирования. Землепользование – это один из основных видов человеческой деятельности, масштаб которой обусловлен природными, культурными и экономическими факторами. Использование одного и того же типа земель (к примеру, лесов) происходит по-разному в различных регионах земного шара. Научная оценка ландшафтных функций постепенно развилась из простых методов в сложные, многомерные системы моделей. На данный момент существует множество методологических проблем, касающихся проведения границ между различными уровнями исследований и объединения в единое целое различных аспектов, зачастую противоречащих друг другу, – таких как общие правила, деревья принятия решений, причинно-следственные цепи, модели пространственной оптимизации, нечеткая логика, клеточные автоматы и т.д. Современные подходы к таким операциям, как оценка экосистемных услуг, зачастую основаны на опыте применяемых в последние 50 лет методов оценки ландшафтных рисков.

Данный подраздел содержит общую информацию о последних методологических разработках в сфере оценки ландшафтных функций и рисков, основанных на использовании простых прогностических моделей, входящих в мультифункциональную модель оценки и оптимизации землепользования MULBO.



Рисунок 2.2.1: схематическое изображение работы метода MULBO (Мейер и Грабаум, 2008)

MULBO – модель многокритериальной оценки и оптимизации ландшафта, вспомогательная система территориального деления участков для землепользования (Мейер и Грабаум, 2008)

#### Модель

MULBO – это эффективный механизм поддержки принятия решений при работе с ландшафтными функциями и оценке их рисков. Его основное назначение заключается в нахождении оптимальных способов землепользования и разработке на их основе готовых сценариев, призванных снизить уровень риска и представляющих собой компромиссные варианты, способные преследовать множество целей.

Для MULBO было разработано специальное руководство пользователя, которое включает в себя описания инструментов оценки. Оно доступно для скачивания по адресу [www.mulbo.de](http://www.mulbo.de). Применяемый метод ландшафтной оптимизации LNOPT 2.0 использует для работы цифровые данные, хранящиеся в ГИС. К настоящему моменту MULBO использовалась в экспериментальном порядке для работы с рядом сельских ландшафтов. В данном подразделе содержится информация о результатах её применения на опытном участке в 4800 гектаров, находящемся в южной части Саксонии-Анхальт (Германия). Работа с MULBO проходит в несколько

этапов: от определения целей использования до реализации ландшафтного планирования (рисунок 2.2.1). Настоящий набор моделей открыт для интеграции с множеством методов оценки пространственных рисков, что облегчает интеграцию новых методов оценки ландшафта. Оценка ландшафта производится согласно экономическим, социальным или экологическим функциям. На основе результатов этой оценки происходит выявление и классификация ландшафтных рисков. После этого разрабатывается такая модель территориального деления заданного участка, которая будет эффективно выполнять все необходимые функции и позволит решить существующие ландшафтные проблемы посредством изменения типа землепользования. Обзор ландшафтных функций, с которыми работает MULBO, может быть найден в таблице 2.2.1.

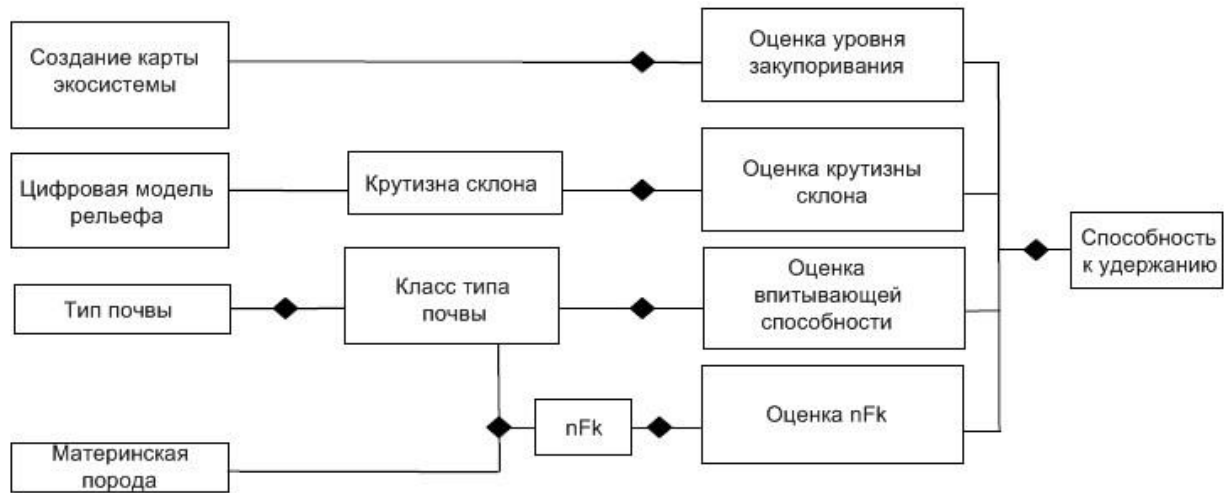
#### Простые модели прогнозной оценки

Для оптимизации ландшафта MULBO использует программное обеспечение LNOPT 2.0, работающее с результатами простых прогностических моделей. Такие модели строятся на основе больших объемов данных о ландшафте и информации из различных областей науки. Их функция состоит в определении функций ландшафта согласно правилам принятия решений. На рисунке 2.2.2 представлен пример создания такой модели для расчета потенциала удержания воды.

По индексу качества земли можно судить о

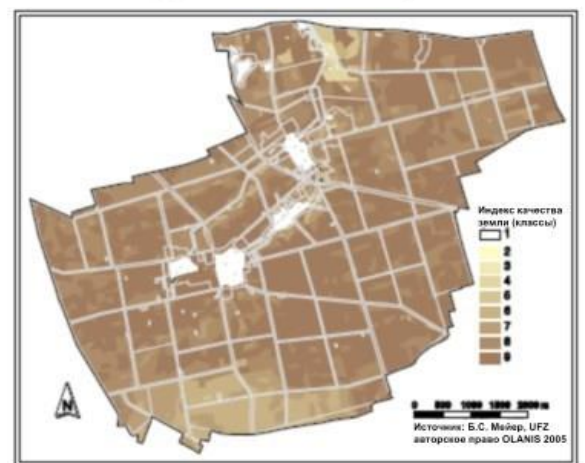
Таблица 2.2.1: функции, анализируемые MULBO (Мейер и Грабаум, 2008)

Тип	Функция	Метод/модель оценки
Абиотический (регулирование)	Пополнение подземных вод	Ренгер и Штребель (1980)
	Защита подземных вод	Зепп (1989)
	Климатическая функция	Александр (1988)
	Вымывание нитратов	Фреде и Дабберт (1999)
	Ландшафтное влагозадержание	Зепп (1989)
	Водная эрозия почвы	Швертман, Фогль, Кайнц (1990)
	Ветровая эрозия почвы	Смит и др. (1992)
	Впитывающая способность	Альтман, Шрайбер, Толе (1992)
Биотический (предоставление среды обитания)	Пригодность среды обитания просянок	Мейер, Маммен, Грабаум (2007)
	Пригодность среды обитания зайцев	Грабаум и Мейер (2002) (внутренний отчет)
	Пригодность среды обитания красных коршунов	Грабаум (2003)
Социально-экономический	Функция сельскохозяйственного производства	Шеффер и Шахтшабель (1994)
	Рекреационная функция	Маркс и др. (1992)

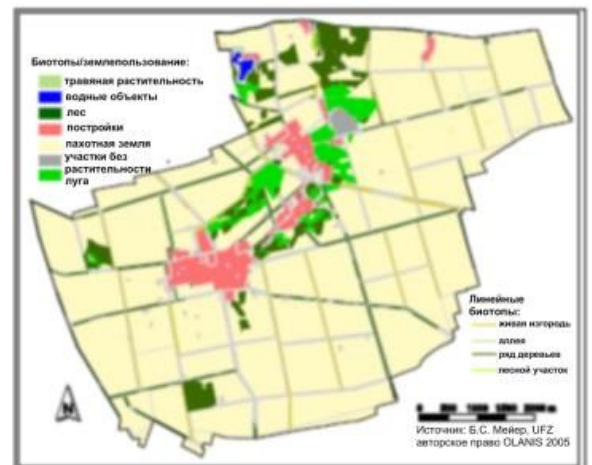


**Рисунок 2.2.2:** наборы данных для анализа и оценки функции влагоудержания согласно Зеппу (1989) (Мейер и Грабаум, 2008; nFk - подлежащий использованию уровень влагоемкости)

типе входных слоев, используемых в ходе оптимизации. Расчет индекса качества земель района Барнштедт (рисунок 2.2.3) был проведен посредством детального анализа карты мелкозернистого грунта Германии (масштаб 1:10000), созданной органами сельскохозяйственного налогообложения. Нужно отметить, что осуществление пространственной дифференциации индикаторов неразрывно связано с комбинированием информации на различных уровнях. Очевидно, что проводимая при создании моделей интеграция большого числа различных аспектов является крайне сложным процессом. Представленные в данном подразделе модели оптимизации в качестве входных данных используют только классы оценки. Обсуждение проблем, вызванных сложностью процесса, может быть найдено в работе Мейера и соавторов (2008). При осуществлении оптимизации происходит коррекция планирования участков по типу использования земель (леса, луга, пашни, населенные пункты и т.д.) посредством введения дополнительной многоуровневой информации о состоянии таких земель (см. таблицу 2.2.1). Пример компромиссного варианта оптимизации может быть найден на рисунке 2.2.4.



**Рисунок 2.2.3:** индекс качества земель в районе Барнштедт (Мейер и Грабаум, 2008)



**Рисунок 2.2.4:** пример результатов пространственной оптимизации района Барнштедт согласно сценарию 3, компромиссу 1 (Мейер и Грабаум, 2008)

### Оптимальное распределение линейных элементов ландшафта (Мейер и др., 2011)

Важность линейных элементов ландшафта является предметом широкой дискуссии. Для моделирования и визуализации оптимального расположения линейных

элементов при многофункциональной оценке рисков была разработана специальная архитектура. На примере живых изгородей мы опишем, как проводится оптимизация при планировании. Для определения существующих и потенциальных линейных сетей, представляющих собой живые

изгороди и ряды деревьев, авторы данной статьи создали специальный инструмент – «генератор линий» для ГИС. С его помощью можно провести оценку пространственных рисков для заданных ландшафтных функций. Данная архитектура может служить для решения таких задач, как определение пространственной ориентации линейных элементов. Одной из других наших разработок является программное обеспечение LNOP 2.0 – программное средство/инструмент для линейного планирования, использующее теорию игр. Данное программное обеспечение доказало эффективность используемых в нем методов на испытаниях в Саксонии-Анхальт, (Германия), где была проведена интеграция таких функций, как «оценка риска ветровой эрозии», «оценка риска водной эрозии» и «устойчивость окружающей среды для просянок» (*Emberiza calandra*). Результатом работы стала оптимизация выгод, достигнутая ограничением длины новых

линейных элементов. Данный комбинированный метод является шагом на пути к использованию ГИС для осуществления планирования и многофункционального анализа, а также их интеграции (Мейер и др., 2011).

Для оптимального распределения линейных элементов ландшафта была разработана специальная архитектура (рис 2.2.5), которая учитывает ключевые аспекты, показанные на рисунке 2.2.1 и в таблице 2.2.1. В данном случае оптимизация вновь происходит посредством анализа картографических и оценочных данных. Например, для распределения новых линейных элементов ландшафта может потребоваться создание новой линейной сети. Применение линейных сетей позволяет решить методологическую проблему, заключающуюся в том, что информация о линейных элементах не вносится в базовые пространственные данные, и, кроме того, через любой участок



**Рисунок 2.2.5:**  
механизм оптимального распределения линейных элементов ландшафта (Мейер и др, 2011)

может проходить неограниченное количество линий.

На рисунке 2.2.6 представлен пример сценария распределения линейных элементов ландшафта. В данном случае происходит применение технологии снижения уязвимости земли по отношению к ветровой эрозии на ландшафте с заданной длиной элементов, распределяемых согласно результатам анализа карт оценки ландшафта. Программой LNOPT 2.0 был найден наиболее эффективный вариант распределения элементов, позволяющий уменьшить риски и создать оптимальную среду обитания для требуемых видов.

ландшафтном планировании и геоинформатике. В работе Мейера и соавторов (2009) объясняется, что возникающие при применении моделей пространственной оптимизации неопределенности «могут быть связаны с самой моделью, используемыми данными, поставленными задачами и репрезентативностью проб в той же мере, как и с автокорреляцией. Необходимо задать данные об испытательном участке и пространственных объектах, подлежащих оптимизации, таким образом, чтобы это способствовало решению наиболее важных задач. Помимо того, нужно уделить особое

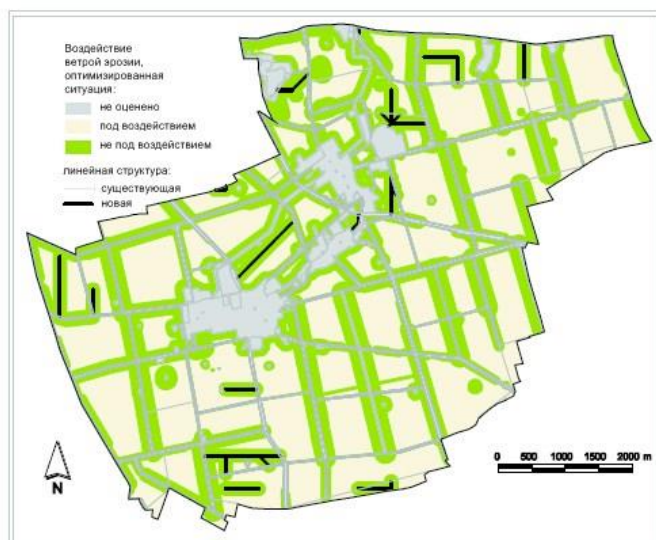


Рисунок 2.2.6: риски ветровой эрозии после оптимизации элементов ландшафта согласно набору данных "сетка линий 500 м" (Мейер и др., 2011)

## Заключение

Примеры оптимизации ландшафта и оценки риска при помощи простых прогностических моделей доказывают эффективность ГИС в сфере управления землепользованием. В настоящий момент подобные подходы распределения ландшафтных элементов все еще находятся в разработке и поэтому не очень широко используются на практике. При критическом анализе геопространственных технологий (прогностических моделей для оценки ландшафта, уровней данных, механизмов интеграции параметров и т.п.) становится очевидным, что они пока не достигли требуемого уровня развития и, как следствие, не могут быть использованы на практике в полной мере. Примеры, использованные в настоящем информационно-образовательном подразделе, призваны дать общие сведения об интегрированной географии, взаимозависимости человека и природы,

внимание значимым переменным и параметрам интегрируемых моделей», поскольку в первую очередь интеграция затруднена общей сложностью многокритериальных моделей оптимизации землепользования.

MULBO может быть эффективным инструментом планирования и управления землепользованием в рамках общемирового развития, ландшафтного планирования, восстановления окружающей среды или технологий водозабора. Настоящая архитектура позволяет глубже взглянуть на экологические, экономические и социальные взаимосвязи между элементами ландшафта. Рассматривая 10 ключевых приоритетных вопросов в сфере ландшафтной экологии, Ву и Хоббс (2002) обращают внимание на то, что необходимо уделять повышенное внимание оптимизации характера ландшафта (а также оптимизации ландшафтного планирования и управления) вследствие того,



что он оказывает большое влияние на потоки материалов, энергии и информации (Мейер и Грабаум, 2008). Мейер и соавторы (2011) объясняют, что в лабораторных и полевых условиях реализация указанных выше технологий и методов (распределение линейных элементов ландшафта посредством оценки и оптимизации и т.п.) должна проводиться с участием заинтересованных сторон и землевладельцев. Оптимизация ландшафта не имеет границ, за исключением указанной максимальной длины линейных элементов. Количество линий может быть изменено при помощи инструмента «генератор линий», в котором, к примеру, можно задать желаемую максимальную длину. По представленным примерам можно судить о высоком потенциале архитектуры для нахождения и интеграции наилучших многофункциональных решений в сфере землепользования».

## 2.3 Модели и методы имитации в ИУВР

**Хоакин Андре, Нестор Лерма, Абель Солера, Мария Педро-Монзонис и Хавьер Паредес-Арквиола**

Электронный адрес: [ximoand@upv.es](mailto:ximoand@upv.es)

### Введение

Использование имитации и математических моделей позволило расширить знания о системах гидрологического цикла и добиться эффективного решения многих экологических проблем. Помимо того, в последние годы появилась тенденция к более глубокому вовлечению общества и заинтересованных сторон в научные и технические исследования, посвященные воде и ее круговороту. Тем не менее, круговорот воды является крайне сложным процессом, для его всестороннего анализа требуется ряд различных техник моделирования. Также при интегрированном управлении водными ресурсами необходимо принимать во внимание такие аспекты, как количественные и качественные характеристики воды, результаты экологического анализа и текущий экономический климат. В данном подразделе рассмотрены несколько моделей, отображающих различные факторы

круговорота воды и показывающих важность их интеграции. Необходимо отметить, что комбинированное использование различных моделей зарекомендовало себя наилучшим образом при работе в рамках интегрированного управления водными ресурсами.

При использовании интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) рекомендуемый подход к решению задач заключается в том, чтобы следовать концепции системного анализа. Данная концепция состоит из следующих этапов: (1) определение проблемы, (2) сбор полезных данных и определение связанных систем (и подсистем), (3) определение целей и задач, (4) определение количественных показателей и индикаторов для оценки различных решений, (5) формирование и анализ возможных решений, (6) выбор наилучших решений, (7) заключительный этап проектирования и реализация выбранного решения, (8) обзор, обновление и обсуждение (для предоставления новой информации, получения данных о реальной производительности и общего будущего улучшения системы). На большинстве этапов (или на всех этапах) существует потребность в специальных моделях и инструментах для управления и анализа данных (таких, как Географические информационные системы), без которых невозможно справиться с задачей столь высокой сложности, обработать огромные объемы информации и рассмотреть различные возможные сценарии (Андре и др., 2008). Если используемые модели являются адекватными, при должном управлении результаты их работы будут объективными, достоверными и воспроизводимыми.

Широкое использование в ИУВР получило математическое и имитационное моделирование. Использование таких техник помогает лучше понять механику работы отдельно взятой системы и ее связи с другими системами, а также получить дополнительную справочную информацию. Помимо того, с их помощью можно прогнозировать последствия различных вариантов действий и, соответственно, подбирать тот из них, который наибольшим образом соответствует поставленной задаче.

## Определение и типы моделей

В широком смысле модель элемента или набора элементов водного цикла является концептуальным представлением реального элемента, обладающим его релевантными характеристиками и служащим для достижения какой-либо цели. Различают множество типов моделей: описательные, графические, экспериментальные, математические и т.д. Все они могут быть использованы в процессе планирования. Однако некоторые из них являются более проработанными в качественном отношении, другие (например, математические) – более точными в количественном отношении. Математические модели являются наиболее

системы. Предполагается, что, представляя собой точные данные, параметры должны или быть известны, или подлежать оценке. Переменные – это значения, которые отражают поведение системы при осуществлении моделирования (к примеру, результаты работы модели считаются переменными). Наконец, ограничения – это математические выражения, описывающие отношения между различными переменными и параметрами.

В силу своей специфики математические модели удобны для анализа в рамках ИУВР. Например, они легко поддаются передаче (посредством математики), а их применение является повсеместным (в силу широкого

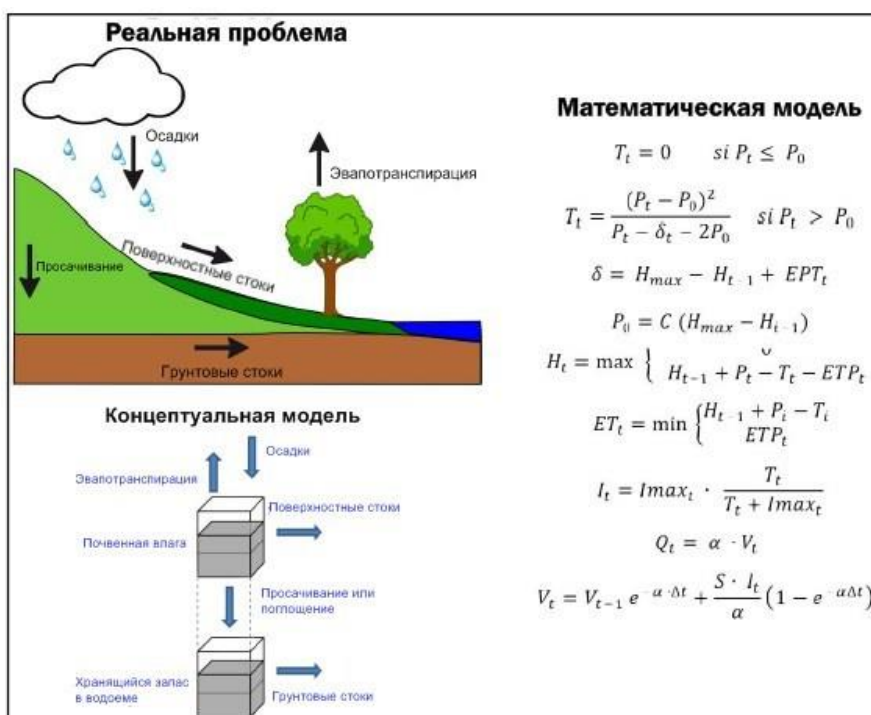


Рисунок 2.3.1: пример выражения природных процессов через математические связи, которые посредством алгоритмов преобразовываются в модель выпадения осадков и образования стоков

точными в количественном отношении, что вкупе с легкостью передачи и отсутствием информационных потерь способствует их широкой популярности. Тем не менее, необходимо принимать во внимание, что такие модели – не более чем один из ряда инструментов, используемых аналитиками (исследователями, учеными или иными профессионалами), а не достойная замена самим аналитикам-экспертам.

В большинстве случаев математические модели состоят из трех компонентов: параметров, переменных и ограничений. Параметры являются заданными числовыми значениями, которые описывают свойства

распространения компьютеров). Использование данных моделей (и компьютеров) вносит значительный вклад в стратегическое планирование, позволяя облегчить сбор и обработку данных, анализ результатов работы и оценку существующих альтернативных решений.

Существует множество способов классификации моделей, например: в зависимости от моделируемого процесса, объекта или явления (осадки-стоки, наводнение, грунтовые воды, управление водохранилищами и т.д.); от того, являются ли переменные случайными (стохастические

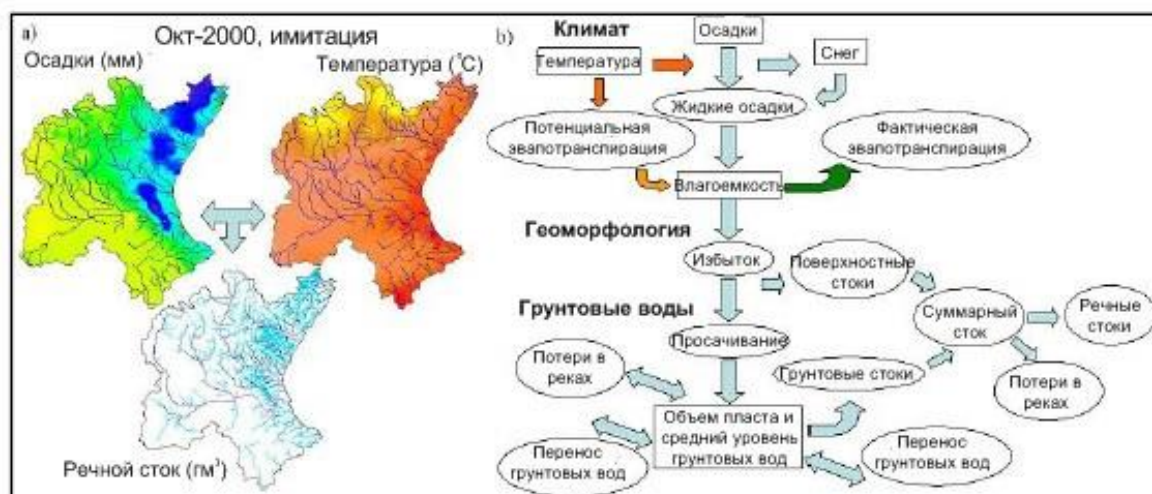
или детерминированные); созданы ли они на основе фактических наблюдений (эмпирические) или согласно какой-то базовой теории либо без использования эмпирических коэффициентов (концептуальные); в зависимости от типа математических отношений (линейные, нелинейные и т.д.); на основании пространственного распределения физических характеристик системы (распределенные или совокупные).

Разработка математической модели – это процесс перенесения реальных данных на концептуальную модель с целью показать функционирование реальной системы. В свою очередь, такая модель превращается в набор математических отношений, обрабатываемых при помощи численных алгоритмов, которые созданы для работы в заданной компьютерной среде (рисунок 2.3.1).

параметров и/или переменных для достижения оптимального значения целевых функций

Как имитация, так и оптимизация начинаются с создания модели (имитационной и оптимизационной). В случае имитации модель работает согласно набору данных с управляемыми значениями, полученные результаты затем анализируются, после чего, при необходимости, переменные получают новые значения, и модель запускается вновь. Так продолжается до тех пор, пока не будет получен необходимый уровень производительности. В отличие от имитации, оптимизация в теории подразумевает нахождение наилучшего решения посредством единичного запуска модели.

В реальности каждый из методов обладает своими достоинствами и недостатками. Преимущество оптимизации состоит в том, что оптимизационная модель, являясь



**Рисунок 2.3.2: результаты работы Patricial:**  
**а) карты температуры, осадков и водных стоков в дренажной сети (бассейн реки Хукар, Испания);**  
**б) схема прохождения потоков, созданная посредством Patricial (Феррер и др., 2012);**

### Имитация и оптимизация

Помимо ранее упомянутых типов классификации, модели могут различаться по цели использования: описательные (моделирование) или директивные (оптимизация), а также в зависимости от их временного горизонта и области анализа: планирование, управление и т.д. Имитация используется для оценки состояния системы при заданных сценариях, в то время как оптимизация состоит в изменении

точным отражением характеристик системы, позволяет легко найти оптимальное решение. Имитация же происходит методом проб и ошибок, а ее результаты в значительной мере зависят от мастерства аналитика. При всем этом оптимизация является крайне трудоемким математическим процессом, поэтому во многих случаях приходится прибегать к значительным упрощениям и обобщениям (см. раздел 2.4), вследствие чего оптимизационные модели зачастую намного

менее детализированы, чем имитационные, и, как следствие, могут быть нереалистичными.

Учитывая вышесказанное, для достижения наилучшего результата желательно сочетать точность и гибкость имитационных моделей с эффективностью математических оптимизационных моделей (Вурбс, 1993).

### Примеры моделей, используемых в ИУВР

Вследствие сложности гидрологического цикла для работы с различными его частями требуется применение различных техник. В этом подразделе представлены следующие математические модели, используемые в ИУВР: осадко-сточные модели (Patrical), модели грунтовых вод (MODFLOW), имитационные модели управления (SIMGES) и модели оценки качества воды (GESCAL).

Patrical (Феррер, 2012) используется для создания моделей пространственного распределения элементов гидрологического цикла и качества воды. Временной шаг имитации составляет один месяц. Построенные модели могут выполнять имитацию гидрологического цикла в природном режиме или с учетом изменений, вносимых деятельностью человека. При этом для каждого из элементов дискретного бассейна (например, участка с площадью 1 км x 1 км) можно задать свои собственные параметры (см. рисунок 2.3.1). Модель может использоваться как карта свойств почвы и подземных вод, осадков, температуры и нагрузки загрязняющими веществами. Ее выходные данные могут быть представлены

в виде карт реального суммарного испарения, влажности почв, поверхностных стоков, запасов подземных вод и качества воды отдельных элементов системы (рис 2.3.2).

SIMGES (Андре и др., 1996) – это инструмент для разработки моделей имитации количественного управления сложными водоресурсными системами (ВРС). Модели ВРС являются гидродинамическими сетями, включающими в себя все элементы реальных систем. К примеру, в моделях ВРС могут быть представлены поверхностные хранилища (озера и водохранилища), подземные хранилища (водоносные горизонты), а также элементы сбора, транспортировки, использования и/или потребления воды (потребности в воде) (см. рисунок 2.3.3). Для своей работы SIMGES использует данные о физических характеристиках элементов. При моделировании учитываются право человека на воду, действующее законодательство, экологические цели и ограничения; осуществляется имитация каждого из элементов системы (посредством создания моделей более низкого порядка), а также отношений между ними на ежемесячном расходе. Результаты работы могут быть представлены в виде схемы водных потоков и хранилищ системы на любом пространственном масштабе. Данный метод не имеет ограничений по конфигурации моделируемых систем и может быть использован в любых ВРС.

MODFLOW-2005 (Харбо, 2005) – это инструмент для моделирования потоков грунтовых вод. С его помощью можно имитировать как устойчивые, так и

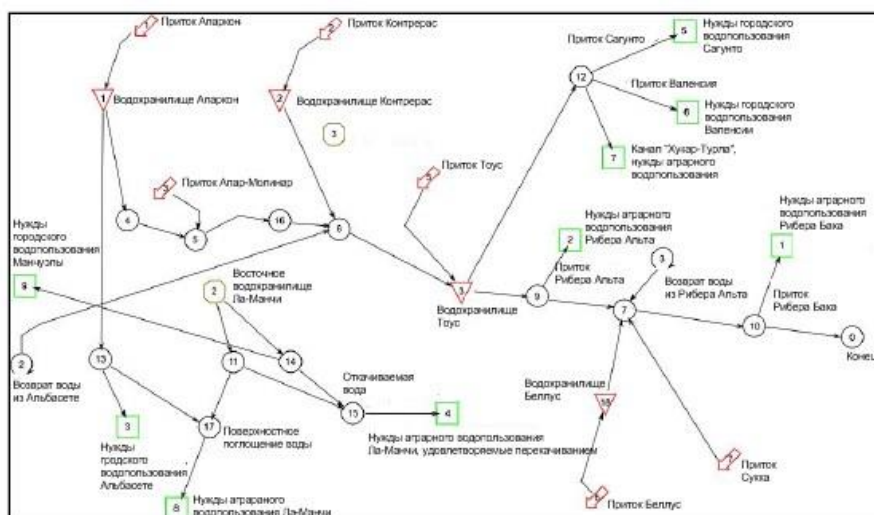


Рисунок 2.3.3: схематическое изображение модели SIMGES, используемой для имитации управления водоресурсной системой реки Хукар, Испания

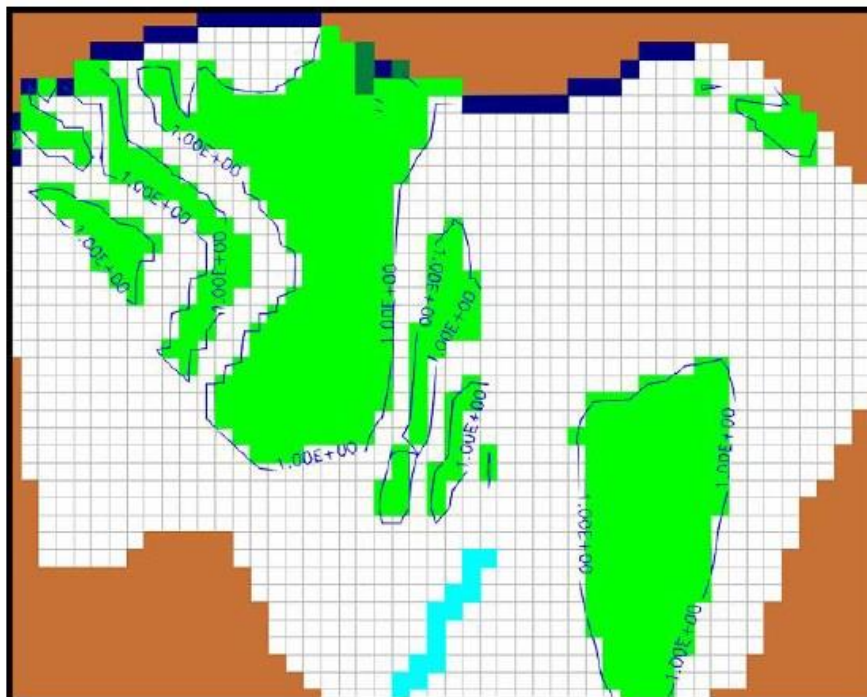


Рисунок 2.3.4: пример использования MODFLOW для моделирования концентраций загрязняющих веществ в прибрежном водоносном горизонте

неустойчивые потоки, а также качество воды в водоносных горизонтах неправильной формы с ограниченными, неограниченными и комбинированными (ограниченными и неограниченными) слоями. Данный метод позволяет имитировать потоки, поступающие в скважины, питание грунтовых вод, суммарное испарение, объем стока грунтовых вод и потоки, проходящие через русла рек. Гидравлическая проводимость или коэффициент водопроницаемости могут при этом иметь различные значения на разных участках одного и того же слоя и быть анизотропными, а коэффициент накопления может быть неоднородным.

GESCAL (Паредес-Арквиола и др., 2010) – это инструмент для создания механистических моделей оценки качества воды в элементах водоресурсной системы на

уровне водоемов. Одна из функций данной программы состоит в расчете изменения качества воды в реках и водоемах, представляющих собой резервуары, которые содержат воду в статическом состоянии. Подобный расчет выполняется для каждого элемента водохозяйственного комплекса речного бассейна, смоделированного SIMGES, соединяя их в единую систему согласно объемам рассчитанных потоков. Таким образом, используя этот метод для рассмотрения различных возможных вариантов планирования в сфере управления речным бассейном, можно оценить последствия применения каждого из них.

Другие примеры моделей могут быть найдены в специальной литературе (Берхе и др., 2013; Лукс и Бик, 2005; Халватура и Нажим, 2013; Мейс, 1996; Френсис и др.,



Рисунок 2.3.5: пример использования GESCAL для сравнения реальной и прогнозируемой проводимости реки Льобрегат, Испания

2007). Для получения дополнительной информации обратитесь к материалам, посвященным отдельным этапам водного цикла или интеграции таких этапов и/или таких аспектов ИУВР, как качество и количество воды, окружающая среда и экономика.

## Заключение

Математические модели – это научный способ решения реальных проблем в сфере водного цикла и водоресурсных систем. В данном подразделе рассмотрены некоторые из моделей, которые могут быть использованы в ИУВР. Помимо представленных моделей, существуют и другие модели. Информация о них может быть найдена в специальной литературе. Не существует единой универсальной модели, способной решить все задачи, но для решения каждой из задач может быть найдена наилучшая модель. Использование наиболее подходящей модели является ключевым фактором успешной оценки эффективности предлагаемых решений поставленных задач согласно заданным сценариям. Наконец, необходимо сказать, что для облегчения использования моделей и во избежание отсутствия коммуникации между теми, кто разрабатывает модели, и теми, кто их применяет, а также между техническими экспертами и заинтересованными сторонами, рекомендуется интегрировать модели в системы поддержки принятия решений, как это будет показано в подразделах 2.5 и 2.6.

## 2.4 Оптимизация водоресурсных систем

**Абель Солера, Хоакин Андре, Давид Харо и Хавьер Паредес-Арквиола**

Электронный адрес: ximoand@upv.es

### Введение

С точки зрения управления, любая водоресурсная система может считаться сочетанием различных источников воды, водохранилищ, натуральных и искусственных объектов транспортировки, а также прочих элементов, необходимых для подачи воды согласно цели ее использования и с учетом природоохранных потребностей.

Оптимизация таких систем состоит в нахождении возможных вариантов распределения ресурсов, создании стратегий управления потоками, разработке графиков водоемов и оперативном принятии решений о водозаборе из различных источников.

Для достижения таких целей применяют математические модели. В этом подразделе описаны существующие практические методы оптимизации водоресурсных систем, а также представлены некоторые примеры их применения. Наконец, здесь рассмотрены наиболее распространенные проблемы, возникающие при анализе водоресурсных систем, и различные подходы к их решению.

Как уже упоминалось в подразделе 2.3, анализ проблем, связанных с интегрированным управлением водными ресурсами (ИУВР), может быть существенно упрощен посредством использования моделей, в особенности на этапе выявления и оценки возможных альтернативных решений и выбора наилучшего из них. Мы уже упоминали, что для решения таких задач существует два подхода – имитация и оптимизация, а наибольшая эффективность достигается при комбинированном использовании обоих методов. Для осуществления оптимизации используются оптимизационные модели, для имитации – имитационные.

Задача оптимизации состоит в получении наилучшего значения (максимального или минимального) функции, являющейся переменной решения. Такая функция называется целевой функцией и лежит в основе любой техники оптимизации (Вурбс, 1993). Помимо того, задачи оптимизации могут быть классифицированы согласно их характеристикам. Чаще всего выделяют задачи с ограничениями и без ограничений. Также задачи могут быть классифицированы в зависимости от того, является ли их целевая функция и/или ограничения линейными, являются ли они непрерывными или дискретными.

Однако для работы с ИУВР сочетание переменных решения должно быть «реалистичным» и, как следствие, подчиняться ряду ограничений, таких как: уравнения баланса масс, максимальное и минимальное ограничения стока и т.п. Таким образом, в рамках ИУВР задачи оптимизации

обыкновенно имеют множество ограничений (равенства, неравенства или даже логические ограничения). Число переменных, особенно при работе с динамическими задачами, может быть очень высоким. Поскольку временная функция также является переменной, количество прочих переменных должно быть умножено на число периодов времени, рассматриваемых в задаче (например, при оптимизации временного горизонта в 20 лет с шагом в один месяц количество переменных вырастет в 240 раз). Вследствие того, что для работы с задачами такого уровня не могут использоваться аналитические методы, использующие классический подход к вычислению, широкое распространение получили цифровые оптимизационные модели.

Соответственно, в большинстве случаев приходится работать с ограниченными оптимизационными моделями, имеющими вид:

$$\min/\max f(\vec{x})$$

при условии, что:

$$\begin{cases} h_i(\vec{x}) = 0 & i = 1, 2, \dots, m \\ g_j(\vec{x}) \leq 0 & j = 1, 2, \dots, r \\ \vec{x} \in S \end{cases}$$

где  $\vec{x}$  - вектор с  $n$  измерений, содержащий переменные решения  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ;  $f(\vec{x})$

– это целевая функция;  $h(\vec{x})$  и  $g(\vec{x})$  – ограничения по равенствам и неравенствам;  $S$  – подмножество  $n$  размерных пространств. В настоящем подразделе мы в основном сосредоточимся на использовании оптимизационных моделей для интегрированного планирования и управления водными ресурсами (ИПУВР).

## Оптимизация интегрированного планирования и управления водными ресурсами

С точки зрения планирования и управления, любая водоресурсная система может считаться сочетанием различных источников воды, водохранилищ, натуральных и искусственных объектов транспортировки, а также прочих элементов, необходимых для подачи воды согласно цели ее использования и с учетом связанных экологических, социальных и экономических факторов.

Управление водоресурсной системой заключается в нахождении возможных вариантов распределения ресурсов, создании стратегий управления потоками, разработке графиков эксплуатации водоемов и оперативном принятии решений согласно техническому регламенту (Вурбс, 1993). Задача оптимизации водоресурсной системы может состоять в увеличении получаемых выгод при снижении затрат и/или в удовлетворении различных потребностей водопользования (устранение водного дефицита, повышение надежности, снижение уровня уязвимости и т.д.). Реализация такой задачи будет проходить согласно уравнениям баланса масс и другим ограничениям, связанным с законодательными нормами, выделенными приоритетами, качеством воды и природоохранными факторами (Рани и Морейра 2010).

## Материалы и методы

Среди техник оптимизации, применяемых для достижения указанных выше задач, наиболее широкое распространение получили нижеследующие.

**Линейное программирование.** В рамках данного метода и целевая функция, и ограничения задачи считаются линейными. Линейное программирование легко применимо для решения задач большого масштаба. Для работы с ним не нужно иметь заранее разработанное реалистичное решение задачи, и само решение задачи всегда сводится к глобальному оптимуму. Помимо того, результаты анализов чувствительности являются чрезвычайно удобными в применении, так как для работы с подобными задачами существует большое количество специальных инструментов.

**Нелинейное программирование.** Иногда в результате линеаризации могут быть получены заведомо нереалистичные решения. В таких случаях для решения задачи необходимо применять нелинейные методы. В число надежных и мощных алгоритмов входят (Лабадь, 2004): последовательное линейное программирование, последовательное квадратичное программирование, комбинированный метод Лагранжа и обобщенный метод приведенного градиента. Для применения всех этих методов необходимо, чтобы выводу поддавались и

целевая функция, и ограничения задачи. Наиболее существенный недостаток нелинейного программирования – это большой объем вычислений, вследствие чего его в основном применяют для осуществления косвенной стохастической оптимизации.

Динамическое программирование. Данный метод оптимизации подходит для многоступенчатого планирования. Одна из причин применения динамического программирования в сфере оптимизации водных ресурсов состоит в том, что с его помощью сложные многоступенчатые задачи могут быть разделены на серию более простых подзадач, решаемых в рекурсивной форме (Рани и Морейра, 2010), когда решение одной задачи используется для нахождения решения другой. Общая проблема этого метода состоит в его повышенных требованиях к объему памяти, поскольку для работы алгоритмов необходимы все результаты предыдущих этапов. Подобные технические требования могут стать значительной проблемой при работе с многомерными задачами.

Вычислительный интеллект. Все указанные выше методы оптимизации основаны на применении алгоритмических процессов. Это значит, что все они используют хорошо структурированные вычислительные процедуры, приводящие к получению определенного количественного решения. Вычислительный интеллект – это термин, под которым понимают широкий спектр методов, таких как: эволюционные вычисления, нечеткая логика и искусственные нейронные сети. Использование этих методов не гарантирует достижение локального оптимума, но может привести к нахождению приемлемых или удовлетворительных решений. Несмотря на это, для таких методов существует широкий спектр применения при работе с водоресурсными системами, так как эти системы являются очень сложными и традиционные методы оптимизации зачастую не могут быть применены к ним. Как правило, методы из этой группы являются крайне ресурсоемкими, однако предоставляют широкое разнообразие возможностей в области моделирования. Оптимизационные модели могут быть использованы для анализа таких задач ИУВР, как прогнозирование переменных водных

ресурсов, оптимальное проектирование водораспределительных сетей, разработка эффективных правил эксплуатации ВРС.

## Применение

### Оптимальное распределение воды

Одна из задач ИПУВР – обеспечение эффективной работы комплексных многоводоемных систем. Для реализации данной задачи требуется разработать ряд технических положений, позволяющих в максимальной степени удовлетворить все потребности в воде внутри системы. Такой процесс также называется распределением воды.

Одним из наиболее эффективных методов оптимизации в данной сфере является программирование сетевых потоков, представляющее собой частный случай линейного программирования. Данный метод основан на очень эффективных алгоритмах, позволяющих достичь особенного сбалансированного распределения внутри водоресурсных систем. Ряд коммерческих продуктов, нацеленных на оптимизацию водоресурсных систем, таких как OPTIGES (Андреи др., 1992) и ModSim (Лабатье, 2000), используют именно этот метод. На рисунке 2.4.1а показана простая водоресурсная система с одним водоемом и двумя потребностями. Мы можем сопоставить

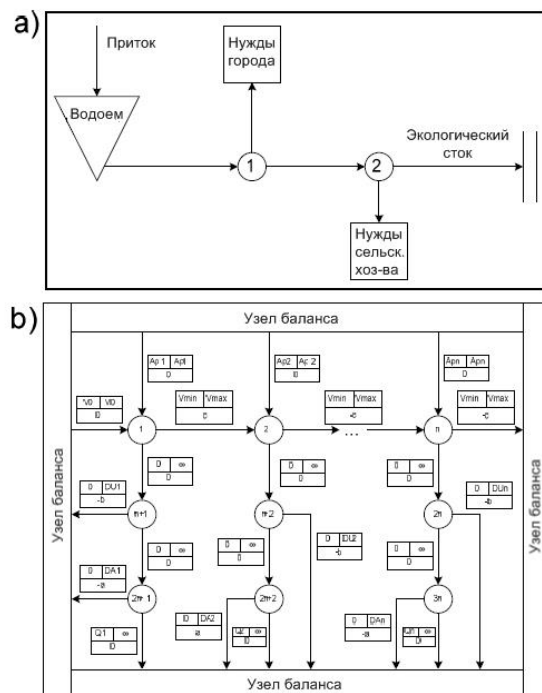
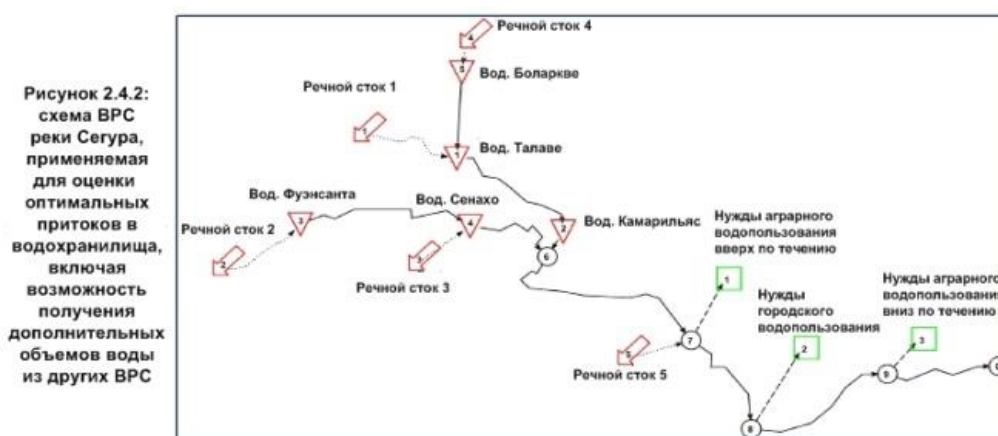


Рисунок 2.4.1: пример водоресурсной системы (а) и ее преобразование в схему сетевых потоков (б)



эту систему со схемой на рис. 2.4.1b, показывающей сетевой поток за оптимизационный период  $t$ .

При помощи программирования сетевых потоков можно определить оптимальное распределение воды в системе за определенный промежуток времени. Таким образом, основное назначение этой техники оптимизации заключается в предоставлении информации о стоках системы в оптимальных условиях работы. Данный метод может быть высокоэффективным инструментом предварительного проектирования ВРС (например, его можно использовать для расчета требуемых объемов воды, размера водоемов и мощности систем транспортировки). На рисунке 2.4.2 представлена схема водоресурсной системы реки Сегура (восточная Испания), включая воды из системы реки Тахо, для определения оптимального стока которой был применен настоящий метод. Помимо того, можно построить рабочую стратегию на основе полученных оптимальных результатов программирования сетевых потоков, к примеру, применив к результатам линейную



регрессию для нахождения связи между отдельными параметрами состояния (например, объемом водохранилища) и переменными решения (например, сбросом воды).

Несмотря на широкое использование линейного программирования, многие аспекты водных систем, к примеру, водоносные горизонты, испарение или возврат воды, характеризуются ярко выраженным нелинейным поведением. Для работы с такими аспектами обыкновенно применяют упрощение, приближение или итерирование (Харо и др., 2012, Фредерикс и др., 1998).

## Разработка правил эксплуатации

При поиске оптимальных правил эксплуатации можно выразить любое правило эксплуатации в ясной форме согласно оптимизационным ограничениям и найти оптимальные параметры, например, как в случае линейных правил эксплуатации. На практике данный подход не имеет широкого применения, так как форма подобных правил обыкновенно очень проста сама по себе.

Другой возможный подход состоит в комбинировании имитационных и оптимизационных моделей. В таком случае необходимо сначала создать имитационную модель системы (например, посредством SIMGES для получения более подробной информации, см. подраздел 5.6). Затем найти наилучший график эксплуатации, рекурсивно изменяя параметры моделей до получения оптимального значения целевой функции при помощи таких методов, как генетические алгоритмы. Настоящий подход был успешно применен Лермой и др. (2013а и 2013b) и является аналогичным по форме тому,

который представлен на рисунке 2.4.3.

## Другие применения

В области планирования и управления водными ресурсами существует огромное количество задач, для решения которых может понадобиться оптимизация. Некоторые из таких задач – например, определение емкости водоема или нахождение максимального доступного стока – являются простыми, другие, такие как определение оптимального режима работы многорезервуарной системы, одновременное использование поверхностных и грунтовых вод, нахождение наилучших методов

контроля качества воды, водохозяйственное моделирование или расширение ВРС – более сложными. Описанные ранее методы могут быть использованы для решения подобных задач – каждой в отдельности и совместно. Информация о других существующих технологиях доступна в пособии Лукса и ван Бика (2005).

Наконец, в рамках ИУВР и ИВРС существует и другая задача, требующая оптимизации, – калибровка сложных имитационных моделей с целью их максимального соответствия реальным объектам. В этом случае задача состоит в том, чтобы найти наилучшее сочетание параметров одной отдельно взятой модели с тем, чтобы результаты ее работы соответствовали наблюдаемым данным. Настоящий процесс очень важен, так как во многих случаях калибровка заключается в неоднократном рекурсивном изменении параметров модели с целью нахождения их наилучшей комбинации. Использование эволюционных алгоритмов позволяет добиться особой эффективности калибровки.

## Заключение

Данный подраздел посвящен оптимизации водоресурсных систем. В большинстве случаев и целевая функция, и ограничения являются комплексными, вследствие чего не существует единого алгоритма достижения глобального оптимума. Тем не менее, если принять соответствующие меры предосторожности, то можно получить значения, которые будут близки к оптимуму. Непрерывное развитие компьютерных технологий предлагает все новые возможности для решения ранее не разрешимых задач.

Оптимизация облегчает работу с комплексным планированием, когда

принимая во внимание множество разнообразных факторов. Соответственно, основная задача состоит в нахождении целевой функции. Однако нахождение целевой функции является очень сложным процессом, а она сама, будучи найдена, не передает в полной мере все нюансы системы. Таким образом, необходимо рассматривать результаты оптимизации не как точное решение, а как набор приближенных к нему величин.

Оптимизация водных ресурсов – это область знания, в которой разработано большое количество различных методов (Лабадь, 2004). Тем не менее, существует огромная разница между теоретической работой и практическим применением таких методов. Причиной тому служат следующие факторы: (1) скептицизм многих операторов; (2) ситуации, когда, вследствие различных ограничений, результаты могут оказаться хуже, чем хотелось бы операторам; (3) оптимизационные модели являются математически сложными, их сложнее понять, чем имитационные модели; (4) многие оптимизационные модели не могут работать с риском или неопределенностью; (5) существует большое количество возможных вариантов, среди которых трудно выбрать наиболее подходящий; (6) обобщение методов является невозможным, работа с каждым из них невозможна без предварительной подготовки.

Включение оптимизационных моделей в системы поддержки принятия решений (см. подраздел 2.5), таких как OPTIGES в AQUATOOL (Андре и др., 1996), может помочь пользователям «преодолеть свой страх» перед использованием оптимизации в качестве метода решения многих задач в сфере управления ВРС. Помимо того, нужно также продолжать работать над повышением



Рисунок 2.4.3: применение эволюционных алгоритмов для разработки оптимальных правил эксплуатации водоресурсной системы

необходимо определять значения для различных взаимосвязанных переменных,

реалистичности моделей и возможностей их генерализации с тем, чтобы устранить

необходимость нахождения особых путей достижения цели в каждом частном случае.

Дополнительная рекомендация состоит в проведении анализа чувствительности после нахождения оптимального решения, то есть в том, чтобы вносить изменения в оптимальное решение посредством изменения параметров модели. Это относится как к значению целевой функции, так и к переменным задачи. При помощи такого анализа можно определить наиболее важные параметры и, если существует некоторая неопределенность, касающаяся их правильных значений, впоследствии провести более точную их оценку.

### *Ссылки на источники*

Авторы хотели бы выразить свою благодарность Министерству экономики и конкурентоспособности Испании (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, CICYT) за финансовую поддержку проектов INTEGRAME (CGL2009-11798), SCARCE (CSD2009-00065) и NUTEGES (CGL2012-34978). Мы также благодарим Европейскую комиссию (Генеральный директорат по исследованиям и инновациям) за финансовую поддержку проектов DROUGHT-R&SPI (FP7-ENV-201, 282769) и ENHANCE (FP7-ENV-2012, 308438).

## 2.5 Системы поддержки принятия решений для интегрированного планирования и управления водными ресурсами: качество воды и состояние окружающей среды

**Хавьер Паредес-Арквиола, Андреа Момбланч, Абель Солера и Хоакин Андре**

Электронный адрес: [jparedea@hma.upv.es](mailto:jparedea@hma.upv.es)

### Введение

Использование многодисциплинарных моделей может стать очень удобным решением для объединения различных дисциплин в сфере интегрированного планирования и управления водными ресурсами. Такие модели облегчают

достижение общего видения бассейна реки вовлеченными сторонами и помогают находить и анализировать альтернативные пути решения поставленных задач. Для проектирования подобных интегративных моделей может использоваться система поддержки принятия решений AQUATOOL. В ее состав входит множество различных инструментов, в том числе используемых для управления ресурсами и анализа качества воды и состояния среды обитания. Комбинированное использование подобных инструментов может помочь в решении таких задач, как оптимизация экологических стоков. В качестве примера применения системы мы, в частности, предлагаем методологию, в рамках которой модель распределения воды находит эффективный способ распределения посредством оптимизации сетевого потока с учетом экологических стоков на заданных речных участках; модель качества позволяет эволюционно улучшить качество воды в реках и водоемах, а модель среды обитания рассчитывает временные ряды среды обитания (BPCO) для всех кривых течения оцененных, подлежащих использованию стоков. Такой подход был применен для работы с водоресурсной системой реки Тормес. Использование данного метода позволило сформировать эффективные правила водопользования и задать сбалансированные стандарты качества воды и водных экосистем, решив тем самым ключевые проблемы речного бассейна.

На данный момент в Европе планирование и управление водопользованием осуществляется в соответствии с Европейской рамочной директивой по воде (EP, 2000). Согласно данной директиве, речной бассейн является подходящей единицей для анализа и нахождения эффективных решений. Это означает обязательное обеспечение хорошего экологического и химического состояния поверхностных вод. Кроме того, удовлетворение потребностей в воде непременно должно быть одной из ключевых долгосрочных (планирование) и краткосрочных (управление) задач. Для работы на уровне речного бассейна требуются такие инструменты, которые были бы эффективны при решении комплексных задач и обработке широкого спектра данных (Андре и др., 2008). Как упоминается в подразделе 2.6, системы поддержки принятия

решений (СППР) являются подходящими платформами для организации, обобщения и анализа данных, поступающих из различных моделей. СППР незаменимы при разработке и интеграции компромиссных вариантов решения, удовлетворяющих все заинтересованные стороны, и, помимо того, чрезвычайно просты в использовании (Андре и др., 2008).

Чтобы задать объем экологических стоков (режимы течения потоков, необходимые для поддержания структуры и функциональности водных и связанных наземных экосистем) в речных системах с нехваткой воды, прежде всего необходимо найти баланс между различными видами водопользования. Это важно еще и потому, что любое принятое решение впоследствии окажет влияние на целый ряд факторов, среди которых, в частности, может быть качество воды и ее доступность для хозяйственного использования. В настоящем подразделе рассказывается об интегрированном методе, состоящем в одновременном моделировании управления водными ресурсами, качества воды и доступности среды обитания. Несмотря на то, что каждая из этих моделей может работать независимо от других, их объединение в рамках одной СППР позволит значительно упростить проведение анализа. Основное преимущество данного подхода состоит в высочайшей скорости передачи данных, так как данные вывода одной модели служат данными ввода для других. Чтобы показать весь потенциал СППР AQUATOOL в контексте интегрированного планирования и управления водными ресурсами, авторы расскажут о том, как посредством сценарного

экологических стоков в водоресурсной системе реки Тормес в Испании.

## Материал и методы

### Методология

СППР AQUATOOL (Андре и др., 1996) включает в себя, среди прочего, модуль SIMGES (Андре и др., 2007), который решает задачу распределения воды посредством оптимизации сетевого потока с учетом экологических стоков на отдельных речных участках; модуль GESCAL (Паредес-Арквиола и др., 2010), который используется для эволюционного улучшения качества воды в реках и водоемах; а также основанный на инкрементном управлении водными потоками (Бове и др., 1998) модуль CAUDECO (Паредес-Арквиола и др., 2011), который рассчитывает временные ряды среды обитания (ВРСО) на основе речных потоков и с помощью потоков в реках и кривых течения оцененных, подлежащих использованию стоков, выведенных в результате исследований окружающей среды (см. рисунок 2.5.1).

На рисунке 2.5.2 показана схема предлагаемой методологии. Вначале происходит построение, калибровка и проверка всех трех моделей. Создание модели включает в себя введение необходимых данных и визуальной схемы речной системы. Эти задачи реализуются посредством AQUATOOL. Калибровка и проверка моделей заключаются в изменении различных параметров для достижения

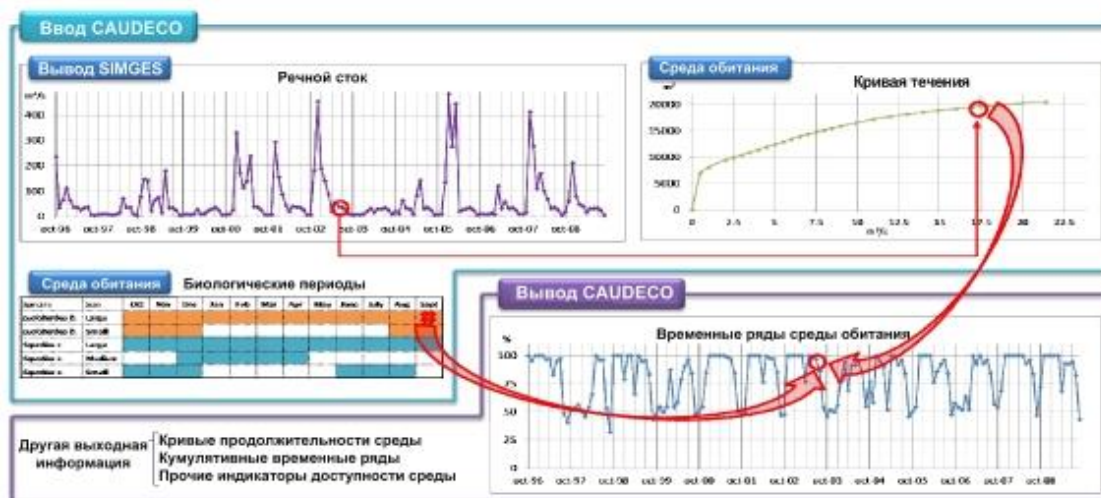


Рисунок 2.5.1: концептуальная схема CAUDECO

подхода были заданы оптимальные режимы требуемого уровня схождения между



**Рисунок 2.5.2: схема работы интегрированных методов (Паредес-Арквиола и др., 2013)**

моделируемыми и наблюдаемыми переменными. После этого интегрированная модель готова к использованию. SIMGES работает с управленческими прогнозами, рассчитывая временные ряды стоков рек, объемов водоемов, водоснабжения и т.п. В свою очередь, данная информация используется в качестве входных данных для GESCAL, где происходит расчет временных рядов концентраций заданных загрязняющих веществ в реках и водоемах, и CAUDECO, где рассчитываются ВРСО таких изученных водных видов, как *Luciobarbus bocagei*.

*Исследование: водоресурсная система реки Тормес*

Водоресурсная система реки Тормес является многофункциональной водной системой, в которой большая часть водных ресурсов используется для удовлетворения сельскохозяйственных, городских и гидроэнергетических потребностей. Годовая потребность в воде составляет 60% от годового объема возобновляемых ресурсов, вследствие чего в периоды засухи зачастую возникает проблема дефицита воды. Кроме того, негативное влияние на качество воды оказывают городские стоки, попадающие в нижнюю часть бассейна. Критическая точка системы – это точка 4, находящаяся вверх по течению от водохранилища Альмендра (см.рис. 2.5.3)

Мы провели анализ сценариев с различными экологическими стоками, которые были определены для четырех контрольных точек (рис 2.5.3). В ходе исследования происходило одновременное пошаговое (шаг – 10%) увеличение объема стоков на всех точках от

0 м<sup>3</sup>/с (текущий сценарий) до максимального уровня, определенного биологическими исследованиями (оптимизационный сценарий). На точке 4 такой уровень составил 6 м<sup>3</sup>/с. После анализа компромиссных вариантов был разработан график эксплуатации, позволивший улучшить функционирование системы в условиях засухи. Данный график лег в основу сценария эксплуатации. Согласно данному сценарию для каждой из точек устанавливается максимально возможный объем экологических стоков, который, однако, будет понижаться в засушливые годы.

Для проведения анализа компромиссных вариантов в качестве индикаторов были выбраны следующие показатели: максимальный годовой дефицит воды для сельскохозяйственных потребностей, 80% эквивалент ВРСО больших разновидностей *Luciobarbus bocagei*, максимальная концентрация аммония и минимальная концентрация растворенного кислорода.

**Результаты и обсуждение**

На графической схеме анализа компромиссных вариантов (рис. 2.5.5) в простой и ясной форме показана эволюция выбранных показателей при изменении объема экологических стоков в точке 4 (критической точке системы). Рассматривая данный ряд альтернативных сценариев через призму испанского законодательства (по контролю качества воды в водных объектах, удовлетворению потребностей и состоянию окружающей среды), наилучшим вариантом было задать скорость экологического стока

на точке 4 в 6 м<sup>3</sup>/с (оптимизационный сценарий). Такое решение позволило достичь допустимых испанским законодательством уровней содержания аммония и растворенного кислорода, а также значений подлежащих использованию ценностей окружающей среды примерно на 82% оцененной, подлежащей использованию площади на протяжении 80% моделируемых месяцев. Тем не менее дефицит воды для удовлетворения потребностей сельского хозяйства оставался выше порогового уровня, установленного испанским законодательством: 621,6 гм<sup>3</sup> против 511,8 гм<sup>3</sup> соответственно. Основной причиной этого был выбранный период имитации, характеризовавшийся засушливыми условиями. Требуемый высокий объем экологических стоков приводил к невозможности удовлетворения всех потребностей и, как следствие, к образованию дефицита.

Очевидно, что необходимо было разработать такой график эксплуатации, который обеспечил бы нормальное функционирование системы в засушливые годы и позволил надлежащим образом удовлетворять все нужды водопользования. Эту задачу можно

было решить посредством тщательной оценки эффектов рассматриваемых режимов экологических стоков с целью последующего выявления проблемных периодов и разработки наиболее эффективного графика эксплуатации. Новыми индикаторами стали временные ряды дефицита воды для удовлетворения потребностей сельского хозяйства, концентрации аммония и растворенного кислорода, а также ВРСО *Luciobarbus bocagei*. По рисунку 2.5.6 можно судить о том, что таким образом удалось достичь идеальных уровней качества воды и состояния среды обитания на протяжении всего периода имитации. Несмотря на это, частота возникновения дефицитных ситуаций все еще оставалась высокой, в отдельных случаях дефицит мог быть настолько серьезным, что 60% потребностей водопользования не могли быть удовлетворены.

Для решения этой проблемы в график эксплуатации были внесены изменения, согласно которым объем экологических стоков уменьшался в засушливые годы, снижая тем самым воздействие неблагоприятных условий на



Рисунок 2.5.3: основные элементы водоресурсной системы реки Тормес



Рисунок 2.5.4: анализ сценариев

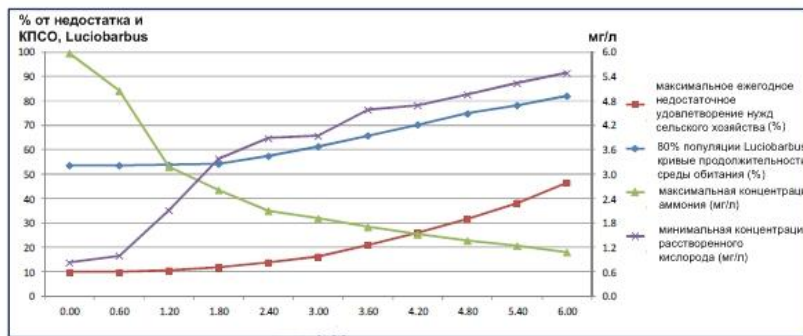


Рисунок 2.5.5: кривые анализа компромиссных вариантов

водопользование. В соответствии с новым сценарием (сценарием эксплуатации) объем притока главного водохранилища теперь ежемесячно сравнивается с историческими

очередь, как показано на рисунке 2.5.8, состояние среды обитания останется достаточно хорошим, доступность среды обитания в засушливые годы будет

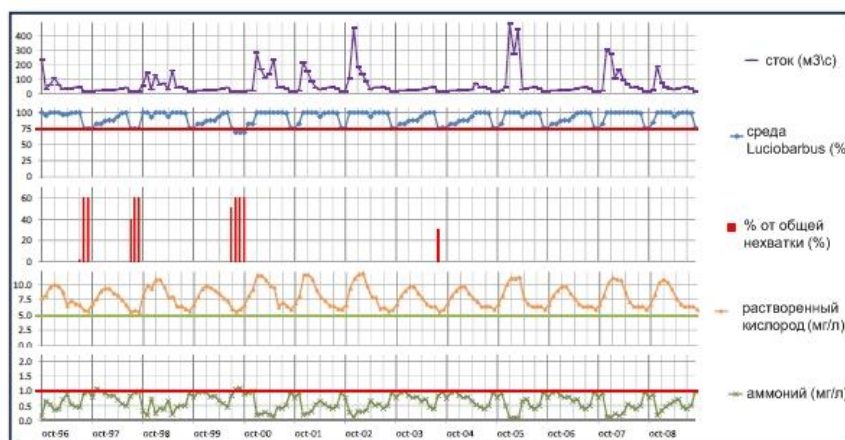


Рисунок 2.5.6: оптимизационный сценарий, эволюция индикаторов

значениями, после чего, по результатам такого сравнения, к режиму экологических стоков на точке 3 применяется специальный ограничивающий коэффициент. Окончательный график эксплуатации может быть найден на рисунке 2.5.7.

составлять 50% от максимума, что можно считать удовлетворительным. Все сказанное выше относится и к содержанию растворенного кислорода. Содержание аммония находится в большей зависимости от объемов экологических стоков, однако даже и в таких условиях оно останется в пределах законодательно разрешенных значений.



Рисунок 2.5.7: график эксплуатации для уменьшения экологических стоков в засушливые годы

Наиболее сбалансированный результат может быть получен согласно сценарию эксплуатации. В данном случае уровень нехватки водных ресурсов для нужд сельского хозяйства будет в пределах допустимых законодательством норм. В свою

В целом сценарий эксплуатации является адекватным решением по обеспечению требуемого состояния среды и качества воды в годы с нормальным и высоким количеством осадков. В засушливые же годы отрицательное влияние климатических факторов будет равномерно распределено по всем аспектам системы (удовлетворение нужд водопользования, качество воды и доступность окружающей среды) для недопущения существенного ухудшения состояния отдельных элементов. Таким образом, данный сценарий подходит для применения к водоресурсной системе реки Тормес.

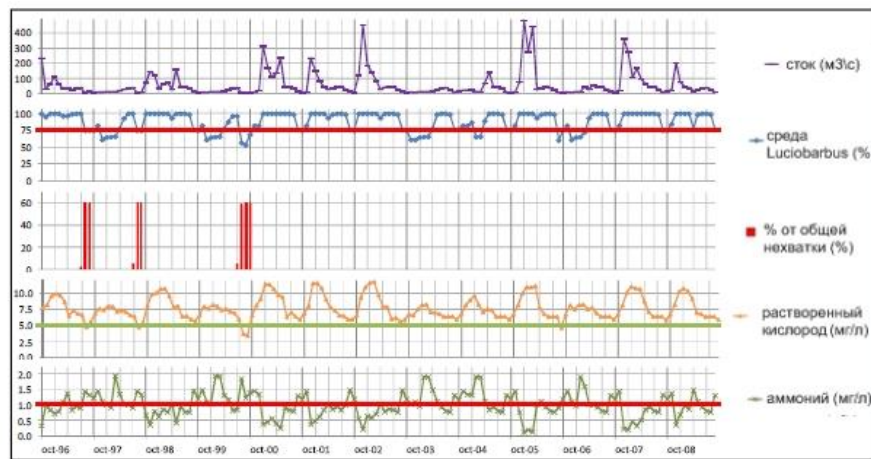


Рисунок 2.5.8: сценарий эксплуатации, эволюция индикаторов

## Заключение

В процессе принятия решений приходится управлять информацией и анализировать ее, сравнивая возможные альтернативы и их последствия, находя компромиссы и оценивая связанные риски (Андре и др., 2008). СППР могут быть эффективным инструментом при работе с комплексными задачами. Такие системы, как AQUATOOL, помогают разрабатывать и применять методологии, соединяющие различные виды моделей воедино в масштабе речного бассейна. Подобные методологии позволяют выявить и оценить взаимоотношения между основными аспектами водоресурсных систем. Помимо того, полученная в результате их применения информация может стать основной для достижения консенсуса заинтересованными сторонами.

В данном подразделе рассказывалось о применении сценариев для нахождения наиболее эффективного режима экологических стоков в водоресурсной системе реки Тормес, одновременно удовлетворяющего нужды водопользования и обеспечивающего высокое качество воды и доступность среды обитания. Кроме того, были рассмотрены способы определения различных наборов имитационных индикаторов, в простой и ясной форме показывающих эволюцию целевых переменных и способствующих нахождению наиболее интегрированных, эффективных решений, в равной степени учитывающих интересы всех сторон.

### Ссылки на источники

Авторы хотели бы выразить свою благодарность Министерству экономики и конкурентоспособности за финансовую

поддержку проектов SCARCE (CSD2009-00065) и NUTEGES (VI Plan Nacional de I+D+i 2008-2011, CGL2012-34978). Мы также благодарим Европейскую комиссию за финансовую поддержку проектов DROUGHT-R&SPI (FP7-ENV-2011, 282769), ENHANCE (FP7-ENV-2012, 308438), WAMCD (EC-DG Environment No. 07.0329/2013/671291/SUB/ENV.C.1) и LIFE ALBUFERA (LIFE12 ENV/ES/000685).

## 2.6 Системы поддержки принятия решений для интегрированного планирования и управления водными ресурсами: количество воды, разрешение конфликтов и оценка рисков засухи

**Хоакин Андре, Абель Солера, Хавьер Паредес-Арквиола и Мария Педро-Монзонис**

Электронный адрес: [ximoand@upv.es](mailto:ximoand@upv.es)

### Введение

В современных условиях планирование и управление водными ресурсами должны быть максимально интегрированными, совместными, устойчивыми, эффективными и отвечающими интересам всем сторон. Все это ведет к дополнительному усложнению и без того сложной задачи интегрированного управления водными ресурсами. Чтобы разработать сбалансированную стратегию, необходимо управлять информацией и анализировать ее, сравнивая возможные альтернативы и их последствия, находя компромиссы и оценивая связанные риски (Андре и др., 2008).



Работа с такой информацией требует специальной подготовки и значительной научно-технологической базы. Однако, как отмечают Андре и соавторы (2008), лица, принимающие решения, заинтересованные стороны и широкая общественность – все определяющие стратегию лица (ОСЛ) – как правило, не могут работать с подобными данными. Следовательно, необходимо каким-то образом передать технологию и идеи от ученых к ОСЛ, в том смысле, что ОСЛ должны иметь возможность применять технологию соответствующим образом на постоянной основе (Комитет по природным ресурсам, 2000). Один из лучших способов осуществления этой задачи состоит в построении общего видения бассейна посредством совместной работы в рамках СППР.

Система поддержки принятия решений (СППР) – это компьютерный инструмент, разработанный для обеспечения интеграции, создания общего видения, разрешения конфликтов и проведения анализа чувствительности и оценки риска. Информация о СППР может быть найдена в работах следующих авторов: Рейтсма (1996), Джупони и др. (2006) и Паланиаппан и др. (2008).

Различают два вида СППР – целевые и интегративные (Андре и др., 2008). На этапе идентификации бассейна используются СППР первого типа. Они нужны для изучения физических и иных аспектов бассейна и управления им. Хотя на первый взгляд может показаться, что для осуществления данных действий требуются только эксперты, а участием заинтересованных сторон можно пренебречь, опыт показывает – это не так. Начиная с самого начала, нужно прилагать усилия к достижению максимальной прозрачности действий. Очень важно, чтобы уже сейчас ОСЛ имели четкое представление о базовых данных и моделях, которые впоследствии будут использованы при разработке стратегии. Помимо того, необходимо разработать интегративную СППР в масштабе бассейна. Эта СППР будет интегрировать в единую модель все релевантные поверхностные водные элементы, водоносные горизонты, инфраструктуры, нужды водопользования, требования по экологическим стокам и

законодательные нормы, а также приоритеты и графики эксплуатации системы. Цель этой модели состоит в имитации управления бассейном. Когда все компоненты системы будут определены, пользователь получит возможность осуществления имитационных запусков управления согласно различным альтернативным вариантам, временным горизонтам и сценариям, используя широкий спектр гидрологических данных и различные рабочие стратегии.

В течение более чем 35-и лет различные исследователи и эксперты работали над созданием и развитием СППР. В настоящее время СППР применяются для анализа водоресурсных систем в различных точках по всему миру. Ниже приведено несколько примеров таких систем:

- ModSim, Государственный университет Колорадо (США) (Лабатье, 2007)
- WEAP21, Стокгольмский институт окружающей среды (Соединенные Штаты) (Йейтс, 2005)
- MIKE Basin, Датский гидравлический институт (Дания) (ДГИ, 1997)
- REALM, разработанная в Университете Виктория (Австралия) (Университет Виктория, 1997)
- Ribasim, Delft Hydraulics (Нидерланды) (ДГИ, 2002)
- Waterware, разработанная в ходе европейского исследовательского проекта Эврика (EU497) (ESS, 1995)
- IRAS, Корнельский университет (США) (Лоукс и др., 1995)
- AQUATOOL, Политехнический университет Валенсии (Испания) (Андре и др., 1996)

В настоящем подразделе представлены два реальных случая использования СППР для обеспечения максимального вовлечения всех заинтересованных сторон при планировании управления бассейном реки Хукар в Испании. Для создания СППР в данном случае использовалась программная оболочка AQUATOOL (Андре и др., 1996), широко применяемая для таких задач, как разрешение конфликтов, управление рисками засухи, контроль развития и использования водных ресурсов и т.п. Для получения более подробной информации об AQUATOOL обратитесь к подразделу 2.5.

## Бассейн реки Хукар, Испания

Испания – это страна, входящая в ЕС, которая характеризуется высокой неравномерностью временного и пространственного распределения водных ресурсов, многие её регионы страдают от нехватки воды и частых засух (ММММ, 2000). Под контролем Агентства по управлению бассейном реки Хукар (Confederación Hidrográfica del Júcar, CHJ) находится территория общей площадью в 42989 км<sup>2</sup>, включающая также несколько смежных бассейнов, впадающих в Средиземное море на востоке Испании (рисунок 2.6.1).

На протяжении последних 10 лет тщательному анализу подвергались не только задачи, решавшиеся в рамках плана управления бассейном реки Хукар, но и разработка проектов, и механизмы управления, использовавшиеся в засушливый период с 2005 по 2008 годы.

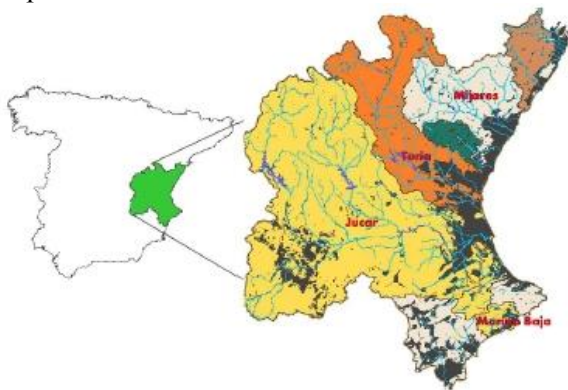


Рисунок 2.6.1: бассейны, находящиеся под контролем СНЖ

#### *Разрешение конфликтов при помощи СППР: проект Хукар-Виналопо*

В 2004 году была сформирована исследовательская группа (ИГ), призванная провести анализ осуществимости проекта Хукар-Виналопо (ПХВ). Цель проекта состояла в транспортировке воды из бассейна реки Хукар по маршруту Виналопо-Алаканти-Марина Баха. В состав данной группы вошли ключевые представители сферы планирования и управления водными ресурсами, а также технические специалисты и заинтересованные стороны. Итогом четырех месяцев работы стала модель управления водными ресурсами бассейна реки Хукар, призванная помочь в оценке целесообразности проекта. Настоящая модель была доступна всем членам ИГ с тем, чтобы они также могли проводить отдельные

независимые испытания для анализа эффективности предложенных вариантов и разработки своих собственных решений (смотрите рисунок 2.6.2).

В результате были разработаны следующие сценарии и альтернативные варианты для применения в таких сферах, как (Андреу и др, 2009а): проведение гидрологических анализов, определение и управление различными нуждами водопользования, разработка экологических норм, обязательных для соблюдения на различных участках бассейна реки Хукар, а также правил и графиков эксплуатации, которые отражают распределение правовых приоритетов между отраслями водопользования и группами пользователей и учитывают экологические требования и виды водопотребления в нормальных и засушливых условиях, равно как и необходимые меры, требующиеся для повышения надежности работы системы и соблюдения всех правил и норм.

После этого были проведены имитация рассмотренных сценариев и анализ полученных результатов. На основе этого анализа создан отчет, включивший в себя, помимо непосредственно результатов, весь спектр мнений по широкому ряду вопросов, а также выводы и обобщения. Для облегчения принятия решений были разработаны графики, показывающие возможные компромиссы. Один из таких графиков представлен на рисунке 2.6.3. На нем отражены потенциальные решения, которые позволили бы одновременно транспортировать воду по маршруту Виналопо-Алаканти-Марина Баха (ось Y), добиться требуемого состояния объема экологических стоков в реке Хукар (ось X), а также требуемого поступления водных потоков в озеро Альбуфера (каждая группа линий соответствует различному объему поступающих в озеро стоков). Помимо проведения анализов, перед ИГ стояли и другие задачи. Так, им необходимо было наладить контакт с заинтересованными лицами, ввести их в курс дела, показать, в чем заключается анализ, – одним словом, оказать поддержку. Опыт решения данной задачи впоследствии оказался очень полезным при работе в условиях засухи в период с 2005 по 2008 годы.

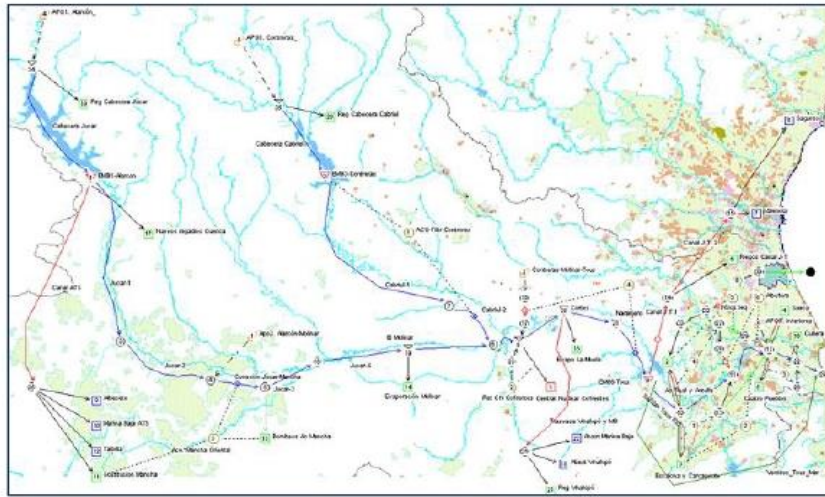


Рисунок 2.6.2: схематическое изображение модели управления водоресурсным бассейном реки Хукар, разработанной при помощи AQUATOOL

*Управление рисками засухи при помощи СППР: бассейн реки Хукар в условиях засухи 2005-2008 годов*

На протяжении 2004/05 гидрологического года бассейн реки Хукар испытывал на себе воздействие сильной метеорологической засухи, которая затем распространилась и на другие регионы. Эта было началом одной из самых сильных зарегистрированных засух в истории человечества (с 1940 года). При рассмотрении объема стоков, попадающих в водохранилища Аларкон, Контрерас и Тоус, становится ясно, что 2004/05 гидрологический год являлся третьим по силе засухи за все время, а 2005/06 сопровождался самой сильной засухой за все время (Андре и др., 2013) (рисунок 2.6.4). В конце 2004/05 гидрологического года был образован Постоянный комитет по борьбе с

государственные органы, сельскохозяйственные, городские и промышленные пользователи, Испанский геологический институт, профсоюзы и неправительственные экологические организации. Перед Комитетом были поставлены следующие задачи (Андре и др., 2013): принятие решений по управлению водой во время засухи, осуществление непрерывного мониторинга с целью анализа эффективности принимаемых решений; отслеживание эволюции засухи и ее воздействия на пользователей, качество воды и окружающую среду; а также санкционирование аварийных работ.

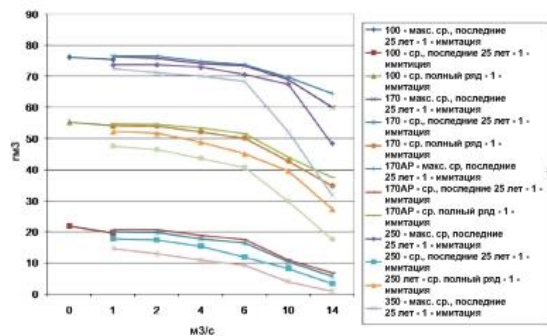


Рисунок 2.6.3: компромиссные варианты объема эк. стоков, притоков водно-болотных угодий и воды, поступающей по маршруту Виналопо-Алаканти-Марина Баха

засухой, получивший особые полномочия по управлению бассейном реки Хукар в чрезвычайных ситуациях (Андре и др., 2009b). В состав Комитета вошли ОСЛ, включая представителей Министерства сельского хозяйства, СНУ, региональные

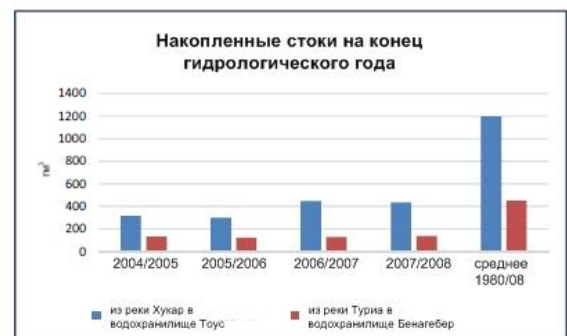


Рисунок 2.6.4: накопленные стоки за гидрологические годы 2004/05 - 2007/08

В марте 2006 года был опубликован прогноз, подготовленный при помощи СППР. согласно которому, при отсутствии расширения списка предпринимаемых мер, наполненность водохранилища составила бы 55 гм<sup>3</sup> (минимальное экологически и технически допустимое значение) (смотрите рисунок 2.6.5). На рисунке 2.6.5 представлен вероятностный прогноз, по данным которого, вероятность нахождения и реализации метода, позволяющего наполнить водохранилище более чем на 100 гм<sup>3</sup>, составила 20%. Подобные значения

позволили Комитету получить четкую картину рисков и принять меры по их снижению. Объем поверхностных вод, выделяемых традиционным пользователям для орошения, был снижен до 50% от нормального уровня, а пользователи системы с более низкими правами стали получать 30% от нормального объема воды. Помимо того, для пополнения водных запасов было задействовано около 40 гм<sup>3</sup> грунтовых вод, а еще 60 гм<sup>3</sup> было получено в результате повторного использования воды, отправляемой на рисовые поля в области водно-болотных угодий (Андре и др., 2009b).

В итоге было принято решение сократить поставки воды в район Валенсии из реки Хукар, а также увеличить объемы воды, получаемой из прилегающего к Турии бассейна, до 50 гм<sup>3</sup>/год. Также было решено восполнить дефицит посредством 35 гм<sup>3</sup> соответствующим образом очищенных сточных вод, поступающих от традиционных сельскохозяйственных пользователей бассейна Турии. Кроме того, СНУ приобрел у других аграрных потребителей права на временное пользование 50 гм<sup>3</sup> водных ресурсов с целью недопущения извлечения из грунтовых вод, что позволило уменьшить отклонение срединной части реки Хукар и

благодаря обильным осадкам, в 2008/09 гидрологическом году состояние бассейна нормализовалось.

Работа в рамках Постоянного комитета по борьбе с засухой позволила получить ценный опыт, который может быть применен для решения таких задач, как пересмотр графиков и правил эксплуатации, создание планов работы в условиях засухи (Министерство окружающей среды, 2007) и обновление плана водных бассейнов.

## Заключение

Как показывает опыт авторов, привлечение к анализу как можно более широкого круга лиц стало типичной практикой в сфере планирования и управления водными ресурсами не потому, что того требуют соответствующие директивы Испании и ЕС, а вследствие своей эффективности. В данном подразделе мы рассмотрели два примера такого привлечения, показавшие высочайшие результаты. Вовлечение всех заинтересованных сторон позволяет повысить эффективность и устойчивость управления, облегчить разрешение конфликтов и добиться желаемой прозрачности действий.

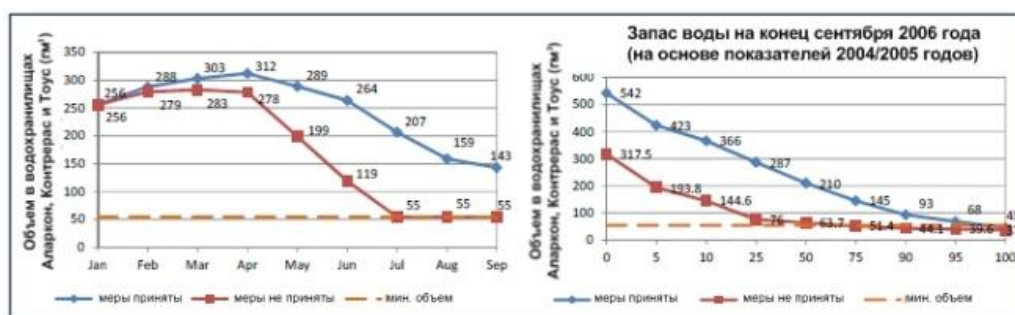


Рисунок 2.6.5: детерминированный (слева) и вероятностный (справа) прогнозы накопления запасов воды по итогам 2006 года (Андре и др., 2009b)

улучшить экологические стоки. Данные меры были предприняты согласно результатам работы СППР и привели к существенному улучшению ситуации (Андре и др., 2013). На рисунке 2.6.5 показаны детерминированный и вероятностный прогноз, согласно которым предпринимаемый комплекс мер должен был привести к накоплению 143 гм<sup>3</sup> воды. Вероятность накопления более 100 гм<sup>3</sup>, соответственно, составляла 90%. Таким образом, предпринятые меры оказались очень эффективными, вследствие этого управление водными ресурсами в 2006/07 и 2007/08 гидрологических годах проходило по подобному сценарию. Впоследствии,

Использование СППР интегрирует планирование (долгосрочная перспектива) и управление (краткосрочная перспектива), а также может быть чрезвычайно полезным для управления бассейнами в режиме реального времени в засушливых условиях и при разрешении связанных с этим конфликтных ситуаций. На данный момент эффективность управления водными ресурсами является фундаментальным требованием, особенно в области управления рисками засухи, вследствие чего все большее внимание уделяется прогнозированию событий и грамотному распределению ресурсов.

## Ссылки на источники

Авторы хотели бы выразить свою благодарность Министерству экономики и конкурентоспособности за финансовую поддержку проектов SCARCE (Consolider-Ingenio 2010 CSD2009-00065) и NUTEGES (VI Plan Nacional de I+D+i 2008-2011, CGL2012-34978). Мы также благодарим Европейскую комиссию за финансовую поддержку проектов DROUGHT-R&SPI (FP7-ENV-2011, 282769), ENHANCE (FP7-ENV-2012, 308438), WAMCD (EC-DG Environment No. 07.0329/2013/671291/SUB/ENV.C.1) и LIFE ALBUFERA (LIFE12 ENV/ES/000685).

## 2.7 Стратегии пробоотбора

Хемда Гарелик, Хью Джонс и Дирк Вильдебоер

Электронный адрес: [H.Garelick@mdx.ac.uk](mailto:H.Garelick@mdx.ac.uk)

### Введение

При работе с результатами анализа химических, физических или биологических параметров воды необходимо учитывать, что эмпирические данные не являются точными показателями и служат лишь для общей оценки реальных популяционных параметров. Таким образом, в отчеты необходимо одновременно включать информацию о пространственном распределении (общих тенденциях) и разбросе значений параметров.

Обычно при оценке параметров совокупности для определения общих тенденций используются средние показатели, однако этот подход малоэффективен при работе с данными, имеющими ассиметричное распределение, вследствие чего перед статистическим анализом данных необходимо сначала рассмотреть распределение их параметров. В частности, при работе с данными, имеющими ассиметричное распределение, нужно применять такие методы оценки разброса, как рассмотрение его интерквартильной широты.

Соответственно, в целях устранения возможных неточностей лабораторных и, в особенности, полевых измерений, на каждом этапе анализа необходимо определять

доверительные интервалы совокупных параметров. Помимо того, при экспериментальном проектировании нужно учитывать возможную неопределенность, возникающую, к примеру, при расчете размера показательной пробы посредством анализа отклонения всех проб и оценки величины эффекта таких отклонений.

## Планирование пробоотбора

Стратегия пробоотбора определяется целью исследования и свойствами анализируемых веществ. В зависимости от входных путей, распределения и поведения веществ, подвергаемых мониторингу, могут потребоваться различные стратегии пробоотбора. В случае недостатка информации о данных процессах полезно будет провести экспериментальное исследование с целью выявления отклонений и лимитирующих факторов и последующего создания подходящей стратегии пробоотбора.

Например, техника пробоотбора поверхностных вод может зависеть от того, интересует ли вас биота или разделение взвешенных частиц (смотрите раздел 4).

Для различных стратегий мониторинга требуются различные техники пробоотбора. Выделяют три основных метода:

- **Моментальный пробоотбор.** Отбирается всего одна проба, призванная дать информацию о состоянии заданного участка в определенный момент времени. Данная техника может быть полезной, если необходимо проводить мониторинг объекта в экстренной ситуации или если условия, напротив, являются очень стабильными.
- **Селективный пробоотбор.** Выбор мест(а) отбора проб происходит на основе взвешенных выводов, рассматривающих пути попадания загрязняющих веществ или наиболее подверженные влиянию человека участки водного объекта.
- **Повторный пробоотбор.** Взятие проб происходит с определенной периодичностью согласно заранее разработанному графику мониторинга.

Пробы, отправляемые в лабораторию, делят на следующие категории:

- **Черпаковая, или точечная проба.**

Проба, отбираемая из реки или озера при помощи стеклянной или пластиковой (обычно полиэтиленовой) бутылки емкостью 1 или 2 л. Очевидно, что такие пробы позволяют определить качество воды исключительно на момент взятия пробы и не предоставляют никакой информации об ее состоянии в другие периоды времени. Точечные пробы могут отбираться на заданной глубине. Для этого закрытая крышкой бутылка должна быть опущена на нужную глубину, а затем открыта при помощи веревки. Также можно получить комплексную пробу из срединных слоев воды. Для этого необходимо аккуратно и подконтрольно погружать доньшко бутылки, избегая контакта с осадочным материалом. Для отбора таких проб из глубоких вод (океанов) были разработаны специальные океанографические пробоотборники, такие как Knudson и Van Doorn, которые оборудованы системой сообщения о глубине погружения.

- **Композитная проба.** Серия черпаковых проб смешивается для получения одной репрезентативной пробы. Такие пробы обычно отбираются (вручную или автоматически) через определенные интервалы времени и смешиваются перед анализом. Композитные пробы часто используются для оценки эффективности очистных сооружений.

- **Средневзвешенная проба.** Ее размер пропорционален объему стока на момент пробоотбора. Данные пробы крайне полезны при оценке концентраций содержащихся веществ.

Для получения более полной информации о пробоотборе и пробоотборниках обратитесь к книге стандартов Американского общества специалистов по испытаниям материалов (ASTM), переиздаваемой на ежегодной основе.

Документирование стратегии пробоотбора

Необходимо проводить полное документирование и обоснование использования выбранной стратегии пробоотбора, так как только таким способом можно указать причины выбора стратегии и оценить качество ее реализации, а также адаптировать ее впоследствии для решения новых задач.

Следующая информация о пробах должна быть собрана и задокументирована (Эгли и др., 2003):

- места отбора проб, в том числе расстояние от берега для проб из озер, рек и морских вод;
- частота и время отбора проб;
- размер проб;
- метод отбора проб;
- способы хранения и анализа проб.

В зависимости от характеристик пробы может также потребоваться дополнительная информация (Эгли и др., 2003). Такие случаи рассмотрены в таблице 2.7.1.

### Предварительная обработка и хранение проб

Пробы воды часто содержат взвешенные твердые вещества, требующие удаления или отдельного измерения. Для работы с такими веществами используются мембранные фильтры в 0,45 мкм (определение растворимой фракции – 0,45 мкм). Если анализируется общая проба, содержащая взвешенные твердые вещества, то необходимо как можно быстрее принять меры по фильтрации или добавить антикоагулянт, дабы препятствовать химическим и биологическим процессам, протекающим в любой пробе необработанной воды. Помимо того, состав пробы может быть изменен вымыванием веществ со стенок специальной посуды, используемой для взятия и транспортировки проб, вымыванием органических веществ из пластика или кремния, Na<sup>+</sup> и подобных веществ, попадающих со стеклянных поверхностей, адсорбцией тяжелых металлов на стеклянные поверхности или реакцией, вызванной при контакте пробы с материалом посуды (например, фторид может вступать в реакцию со стеклом), поэтому при отборе проб на наличие органических веществ нужно использовать стеклянные бутылки, а

при отборе проб на наличие металлов – пластиковые. Также таких проблем можно избежать, изменив уровень рН до 2. Данный шаг позволит ингибировать биологическое действие и замедлить адсорбцию ионов на поверхность бутылки. Ещё одной эффективной мерой может стать снижение температуры пробы до 4°C или ниже. Так как для отбора проб могут использоваться различные бутылки и различные антикоагулянты, для определения различных

параметров может потребоваться взятие нескольких проб с каждой точки отбора. Пробы, отобранные для определения биоты (смотрите раздел 4), не могут подвергаться долгому хранению и должны быть проанализированы в кратчайшие сроки.

Включение в стратегию мониторинга возможности тестирования проб на месте обладает такими преимуществами, как высокая скорость получения результатов и отсутствие необходимости транспортировки и хранения проб. Однако в таком случае для аналитики будут использоваться исключительно те методы, которые позволяют работать на портативном оборудовании.

Удаленный мониторинг, проводимый при помощи зондов, не требует отбора каких-либо физических проб, однако даже в этом случае необходимо определить параметры для передачи зондами.

Таблица 2.7.1: иные параметры, которые нужно регистрировать при отборе проб из различных водных объектов (Эгли и др., 2003)

Тип информации	Температура воды	рН воды	Погодные условия <sup>2</sup>	Продолжительность сбора	Глубина залегания пробы	Метод извлечения	Сток (текущий и сплавный)	Размер водного объекта	Метод отделения <sup>3</sup>	Другие параметры <sup>4</sup>
Дождевые осадки	+	+	+	+					+	+
Грунтовые воды	+	+			+	+				+
Внутренние поверхностные воды <sup>5</sup>	+	+	+		+		+	+	+	+
Осадок					+					+
Внутрипоровая вода		+			+	+				+
Морская вода <sup>5</sup>	+				+				+	+

<sup>2</sup> во время отбора пробы и в течение релевантного периода перед отбором, включая время выпадения и объем осадков

<sup>3</sup> удаляется ли сухое осаждение или взвешенный материал

<sup>4</sup> если известно или предполагается, что они окажут воздействие на анализируемое вещество или связанные параметры: растворенный органический углерод, проводимость, взвешенные частицы, концентрация ионов, растворенный кислород, окислительно-восстановительный потенциал, конкретная информация о водоеме (в том числе о водоносных горизонтах для грунтовых вод, осадке и содержании сухого вещества)

<sup>5</sup> включая взвешенное вещество

## Учет репрезентативности и определение наилучшего размера пробы

При разработке режимов пробоотбора для проверки гипотез, помимо описанных выше критериев, необходимо всегда учитывать требуемый размер пробы. Так как анализ любой пробы проводится для оценки основной популяции организмов или концентрации веществ, очевидно, что любой исследователь будет стремиться отобрать как можно больший объем проб, чтобы добиться тем самым максимальной репрезентативности. Опасность данного подхода состоит в том, что таким образом можно отобрать большее количество проб, чем требуется на самом деле, и, как следствие, впустую потратить деньги и время. С другой стороны, отбор недостаточного объема проб может привести к невозможности сделать любые сколько-нибудь значимые выводы о собранных данных.

### Практический пример

Предположим, что водный ресурс оценивается по шкале от 1 до 7, где 1 соответствует отличному качеству, а 7 – очень низкому. В настоящий момент применение получают все новые и новые методы управления водными ресурсами, и власти хотят быть уверенными в их эффективности. Пусть улучшение состояния водного ресурса на 2 пункта согласно этой шкале считается существенным улучшением качества воды. Данное значение принимается за величину эффекта, которая должна быть определена до начала анализа и выведена согласно предметной экспертизе, решению государственных органов или по запросу предпринимателя, но не на основе статистических знаний. Для расчета оптимального размера пробы необходимо знать 5 параметров:

- (1) Величина эффекта. Какое изменение анализируемого параметра считается значимым. В данном случае значимым считается изменение на два пункта.
- (2) Реальное или ожидаемое отклонение. К примеру, среднее отклонение значения анализируемого параметра. Данная величина может быть определена экспериментально или оценена при

помощи специальной литературы. В данном случае среднее отклонение будет взято за 1,5.

- (3)  $\alpha$ , требуемая статистическая значимость – заранее определенное р-значение для теста на значимость, также известного как I тип частоты возникновения ошибок [ложных результатов] (к примеру, может быть равно 0,05).
- (4)  $\beta$ , II тип частоты возникновения ошибок, обычно принимается за 0,2. Таким образом, соотношение  $\beta$  к  $\alpha$  составляет 4 к 1 (где  $\alpha = 0,05$  и  $\beta = 0,20$ ).
- (5) Статистическая мощность. Обычно определяется как  $1-\beta$ . В данном случае, соответственно, составит 0,8.

В реальности для работы статистического программного обеспечения потребуются только (1), (2) и (5), так как (5) выводится из входных данных (3) и (4). Для подробного описания формул и вычислений обратитесь к пособию Райана (2013). Если студенты не хотят вычислять размер пробы самостоятельно, то они могут воспользоваться пакетами статистического программного обеспечения.

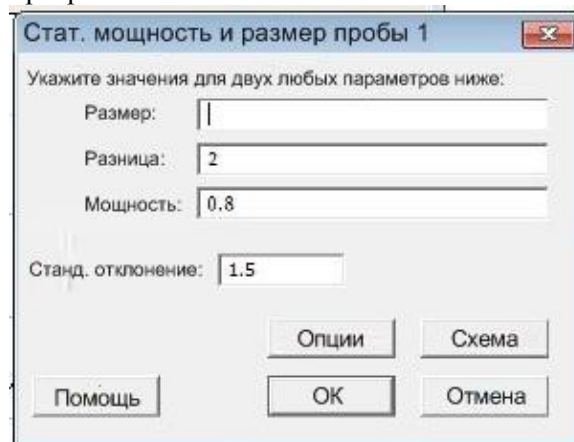


Рисунок 2.7.1: диалоговое окно расчета размера пробы в Minitab 16

Вне зависимости от типа анализа исследователи рекомендуют тщательно подбирать программное обеспечение и использовать надежные способы расчета требуемого размера пробы. На рисунке 2.7.1 показано типичное диалоговое окно (статистического программного обеспечения Minitab 16) расчета размера пробы и генерируемых выходных данных. Как можно видеть, в данном примере разница составляет 2, стандартное отклонение – 1,5, статистическая мощность – 0,8, а приемлемый средний размер пробы будет выведен как 7.



## Заключение

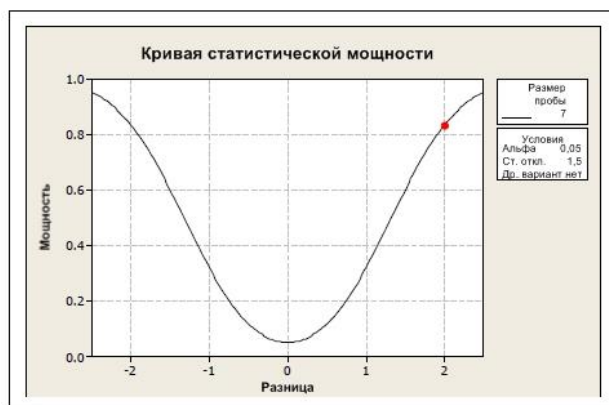


Рисунок 2.7.2: графические выходные данные, показывающие величину эффекта, статистическую мощность и требуемый размер пробы

Необходимо принимать во внимание то, что у пробоотбора существует определенная цель, и во всех своих действиях руководствоваться именно этой целью. Помимо рассмотрения соответствующих параметров, требуется также планировать время и порядок отбора проб и проводить эффективный и корректный статистических анализ полученных данных. Предварительное планирование стратегии пробоотбора позволит избежать ненужной траты времени и сил и позволит получить более содержательные данные для мониторинга, проверки гипотез и разработки будущих стратегий управления.

## 2.8 Мониторинг качества воды и уровней содержания загрязняющих веществ

Хемда Гарелик, Хью Джонс и Дирк Вильдебоеер

Электронный адрес: [H.Garelick@mdx.ac.uk](mailto:H.Garelick@mdx.ac.uk)

### Введение

Настоящий подраздел поможет читателю глубже взглянуть на планирование исследований, а также на экологический, социальный и правовой контекст решения задач интегрированного управления. Помимо того, в подразделе представлена дополнительная информация по многим рассмотренным ранее вопросам и отбору данных для мониторинга целевых веществ. В нём также рассказывается о том, каким

образом тип данных веществ оказывает влияние на выбор стратегии мониторинга. Данный подраздел содержит также обобщенную информацию о стратегиях мониторинга, примерах мониторинга, методах работы с конкретными загрязнителями

(химическими/микробиологическими) и мониторинге водных источников различных типов (в зависимости от того, используется ли вода для питья, отдыха и т.п.). Читатели узнают, каким образом отбираются индикаторы загрязнения (химического и микробиологического) и какие методы анализа используются для работы с ними.

В подразделе будут рассмотрены системы повторяющегося или постоянного удаленного мониторинга и проведено их сравнение с традиционными подходами, заключающимися в отборе и лабораторном анализе проб. Отдельное внимание будет уделено вспомогательным данным, используемым для интерпретации и документирования результатов.

В данном подразделе представлены различные этапы мониторинга: определение задачи, подбор аналитического метода, планирование пробоотбора, интерпретирование результатов и разработка системы мониторинга, а также приведена информация о частых сопутствующих ошибках.

### Стратегии мониторинга

Качественный и количественный анализ состояния воды и индикаторы загрязнения играют большую роль в сфере оценки экологических рисков. Другим важным фактором является надежность информации, так как любая стратегия разрабатывается как комплекс мер, принимаемых в ответ на какие-либо процессы. Очень важно правильно и доступно сформулировать задачи мониторинга и стратегию, а также разработать эффективный протокол отбора проб (смотрите раздел 2.7).

Стратегия мониторинга – это сформулированный набор задач, для каждой из которой разработан свой план пробоотбора и своя аналитическая методология, а также утверждены ясные правила принятия решений (рисунок 2.8.1).

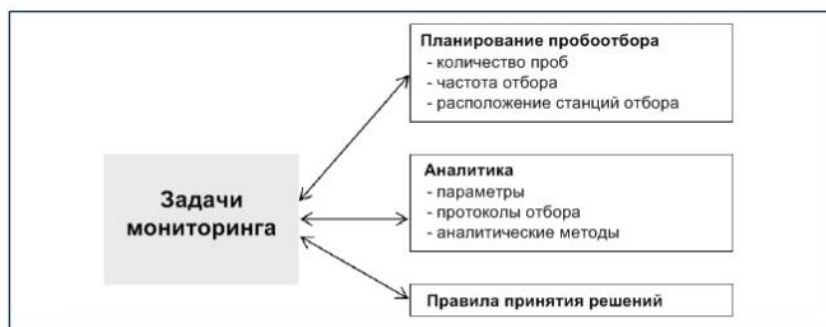


Рисунок 2.8.1: составные части стратегии мониторинга (по материалам Агентства по охране окружающей среды)

Экологический мониторинг используется для оценки рисков и воздействия на окружающую среду. В правилах и нормах обычно отражены требования по оценке нормативно-правового соответствия и соблюдения допустимых норм бытовых, сельскохозяйственных и промышленных выбросов и сбросов в окружающую среду.

Собранные в рамках программ мониторинга данные могут быть рассмотрены и статистически проанализированы с целью принятия решений о состоянии окружающей среды.

Выбор параметров для мониторинга зависит от среды, являющейся предметом экологического исследования, и процессов, оказывающих влияние на химические свойства среды. При определении рисков обычно оценивают те элементы, содержание которых с высокой вероятностью превысит предельно допустимые нормы и, как следствие, будет представлять угрозу для здоровья человека и состояния окружающей среды. Таким образом, полученные после лабораторного анализа данные должны быть проанализированы с целью проверки их соответствия предельно допустимым значениям. Величины таких значений зависят от типа среды и могут быть найдены в регулятивных документах (для Европы это будут директивы ЕС) или иных положениях (стандарты ВОЗ или любой другой подобной организации). Помимо предельно допустимых значений, нужно также обращать внимание и на пороговые значения.

На рисунке 2.8.2. показана блок-схема мониторинговых наблюдений. Такая блок-схема, в частности, может быть применена для охраны вод в Европе. В таком случае в качестве правил и норм будет выступать Европейская рамочная директива по воде (ЕРДВ ЕС).

В зависимости от основной задачи выделяют следующие 6 видов мониторинга:

- **Моментальный мониторинг.** Используется для первичного анализа природы и степени загрязнения заданных областей или вводных сценариев.
- **Мониторинг тенденций.** Используется для отслеживания концентраций в течение определенного периода времени, выявления сезонных колебаний, случайных вводных данных или оценки эффективности принятых мер.
- **Пространственный мониторинг.** Используется для выявления источников или исследования рассеяния и пути интересующих веществ.
- **Ретроспективный мониторинг.** Заключается в неоднократном отборе проб из одних и тех же точек и их хранении с целью последующего проведения мониторинга тенденций.
- **Мониторинг соблюдения установленных требований.** Задача такого мониторинга состоит в том, чтобы количество и качество экологических параметров соответствовало правовым требованиям.
- **Удаленный мониторинг.** Служит для определения качественных или количественных параметров воды без прямого отбора проб.

## Планирование и управление

Планирование является наиболее важным этапом реализации программы мониторинга. Если на данном этапе какой-либо аспект будет упущен из виду, это может оказать серьезнейшее влияние на все дальнейшие действия. В число таких аспектов входят следующие:



Рисунок 2.8.2: блок-схема мониторинговых наблюдений

- определение целей и обязанностей;
- выбор точек отбора проб согласно целям, финансовому бюджету и репрезентативности (см. подраздел 5.8);
- решение о продолжительности наблюдений (долгосрчные или краткосрочные);
- решение о типе мониторинга (пространственный или временной).

На процесс планирования оказывают влияние различные факторы – как социально-экономические и финансовые, так и

продиктованные спецификой исследуемой среды или вещества.

Нужно стремиться к тому, чтобы стратегии пробоотбора и мониторинга не были сфокусированы на одних и тех же группах веществ, так как в будущем интерес могут представлять другие вещества, и их сохраненные пробы, соответственно, должны будут подвергаться анализу. Повторное использование уже разработанной стратегии позволит избежать ненужных расходов и ускорит работу. Однако для этого необходимо, чтобы все принимаемые шаги

были тщательно задокументированы, а оценка, подготовка, хранение и анализ проб проведены должным образом. Для последующей интерпретации аналитики требуется, чтобы исходные данные и полученная информация были сформулированы в ясной и прозрачной форме. На этом этапе будет полезно задаться некоторыми вопросами.

*Что такое контекст мониторинговых наблюдений?*

Какова конечная цель исследования? К примеру, если происходит анализ тенденций, то нужно знать, какой период времени подлежит рассмотрению и перемены какого масштаба должны быть выявлены. Помимо того, цель, например, может состоять в определении фоновой концентрации химического вещества. Необходимо решить, какие соединения являются целевыми, и требуется ли использование каких-то определенных методов.

*Что уже известно о целевом соединении?  
Что можно ожидать?*

Перед началом мониторинга важно собрать максимальный объем информации, который может быть принят к рассмотрению в ходе планирования. Должна быть рассмотрена вся информация о свойствах вещества, поскольку таким образом можно выделить те объекты окружающей среды, вероятность появления в которых данного вещества является наиболее высокой (нужно проанализировать внутренние и внешние свойства вещества и его путь попадания в среду, включая последующую аккумуляцию и исчезновение).

*Каким образом целевые вещества попадают в среду? Зависит ли стратегия мониторинга от вводимых сценариев?*

Необходимо изучить возможные источники загрязнения. Например, рассмотреть такие точечные источники, как очистные сооружения и места сброса вод, а также рассеянные источники, например, сельскохозяйственные и городские стоки.

## Анализ индикаторов загрязнения

Исследователи должны решить, какие параметры, помимо указанных в подразделе

2.7, представляют интерес в контексте их работы и законодательных требований.

Параметры качества воды можно условно разделить на семь представленных ниже категорий. Для получения надежных измерений ряда физико-химических параметров будет достаточно портативной аппаратуры.

### *Субъективное впечатление*

Характеристики, которые носят субъективный характер, включают в себя цветность, мутность (непрозрачность), вкус и запах. Эти характеристики трудно поддаются количественной оценке, но имеют высокую важность для общества. К примеру, мутная или обладающая неприятным запахом вода едва ли будет принята обществом. Уровни оценки таких органолептических параметров, как мутность питьевой воды, с указанием необходимых к применению аналитических методов могут быть найдены в директиве 80/778 / ЕЕС.

Другие субъективные факторы, связанные с качеством воды, включают в себя количество мусора в городских реках/каналах или сельских водохранилищах, а также наличие (или отсутствие) на поверхности воды различных видов растений/животных, пены и/или масла.

### *Общие индикаторы*

В их число входят:

#### *pH*

Уровень pH природной воды зависит от геологической природы источника и наличия растворенных твердых веществ. pH природных вод, как правило, является слабокислотным в связи с наличием растворенного CO<sub>2</sub>. Дополнительная кислотность может быть вызвана загрязнением минеральными кислотами (кислотные осадки, промышленность) и кислыми солями; уровень pH определяется с помощью:

- универсального индикатора (грубое ориентировочное значение);
- индикаторной бумаги для определения pH узкого диапазона;
- стеклянного электрода, создающего электрический потенциал, сила которого зависит от pH раствора, в который он погружен

### *Электрическая проводимость*

Электрическая проводимость пробы воды – это измерение ее способности проводить электрический ток. Уровень электрической проводимости зависит от степени минерализации. Проводимость может быть определена при помощи измерителя проводимости (единица измерения – мкСм см<sup>-1</sup>; [См = Сименс]).

### *Температура*

Температура воды оказывает влияние на химические и биологические виды и должна определяться на момент отбора пробы.

### *Кислородный баланс*

Кислородный баланс воды является важным показателем уровня загрязненности, поскольку он отражает способность водоема бороться с загрязнением. Индикаторы кислородного баланса включают в себя:

- химическую потребность в кислороде (ХПК);
- биологическую потребность в кислороде (БПК);
- растворенный кислород (DO);
- общий органический углерод (ТОС).

### *Анионы*

Наиболее часто определяют следующие анионы: хлориды (соленость), нитраты (удобрения), нитриты (свидетельства бактериологического действия), фосфаты (удобрения, моющие средства), сульфиты (промышленные источники), сульфиты (анаэробное бактериальное действие), цианиды (промышленные отходы).

### *Катионы*

Наиболее часто определяют следующие катионы: Na<sup>+</sup> (соленость), Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> (жесткость воды), аммоний (бактериологическое действие, удобрения, канализация), тяжелые металлы и полуметаллы, такие как свинец, кадмий и ртуть (городские стоки, растворение труб, токсичные отходы), а также попадающие в пробу воды из геологических пород через водоносные горизонты (например, мышьяк). Необходимость тщательной проверки воды на наличие тяжелых металлов вызвана их потенциальной токсичностью для людей и животных. К примеру, длительное употребление воды, содержащей низкие концентрации тяжелых металлов, может

иметь серьезные последствия, поскольку металлы накапливаются в организме. Методы определения количественных параметров тяжелых металлов включают в себя:

- атомно-абсорбционную спектрометрию (ААС);
- атомно-эмиссионную спектроскопию с индукционной плазмой (ИСП-АЭС);
- масс-спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС).

Токсичность различных видов металлов может существенно различаться. Наиболее эффективными методами являются анодная инверсионная вольтамперометрия (ASV), последовательная экстракция, а также моделирование.

### *Органические вещества*

Хотя определение органического состава пробы воды может быть полезным индикатором органического загрязнения, тем не менее, его результаты имеют общий характер, поскольку в состав воды, помимо загрязняющих веществ (минералов, масел, пестицидов, моющих средств и т.п.), входят также и природные органические вещества. В качестве индикаторов загрязнения воды могут служить следующие органические вещества:

- углеводороды;
- полиароматические углеводороды (ПАУ);
- карбонилы;
- фенолы;
- поверхностно-активные вещества;
- пестициды и сопутствующие продукты (инсектициды, фунгициды и т.д.)

Методы определения количественного содержания органических веществ будут рассмотрены в последующих разделах.

### *Бактериологическое наличие*

Бактериологический анализ проб воды имеет особую важность, если вода предназначена для потребления человеком, поскольку некоторые бактерии, например, колиформные бактерии (попадающие из сточных вод) могут привести к неудовлетворительному усвоению пищи и

Таблица 2.8.1: методы обнаружения анионов и их использование для определения уровней загрязнения

Анион	Описание	Метод обнаружения
Хлорид, Cl <sup>-</sup>	Хлорид является одним из основных анионов, встречающихся в воде. В низких концентрациях не оказывает отрицательного влияния на организм человека. Приводит к накоплению солей в засушливых областях (орошение, вода, используемая для животноводства).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Титрование по методу Мора – воздействие Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, хотя эти вещества обычно присутствуют в воде в ничтожных концентрациях</li> <li>• Колориметрия (автоматизированный феррицианидный метод)</li> <li>• Ионоселективные электроды</li> <li>• Ионная хроматография</li> </ul>
Нитрат, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Встречающийся в природе ион. Может быть обнаружен в большинстве вод. Повышенные концентрации могут быть вызваны применением азотных удобрений.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Колориметрия</li> <li>• Ионная хроматография</li> <li>• Ионоселективные электроды</li> <li>• Метод уменьшения содержания кадмия</li> </ul>
Нитрит, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Может появиться в результате разложения белкового вещества. Сочетание аммиака и нитритов может привести к возникновению органического загрязнения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Колориметрия (метод Несслерайзера или Грисс-Илосвая)</li> </ul>
Фосфат, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Обычно распространяется только в песчаных почвах, вследствие чего его естественный уровень, как правило, низок. Может попасть в систему водоснабжения через бытовые стоки (моющие средства, канализационные воды). Высокие уровни фосфата могут способствовать чрезмерному росту водорослей, особенно если в почве наблюдается высокое содержание N.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Колориметрия</li> <li>• Ионная хроматография</li> </ul>
Сульфит, SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Может встречаться в промышленных стоках.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Титриметрия</li> </ul>
Сульфат, SO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Естественным образом содержится во многих водах, высокие концентрации могут быть следствием вымывания окисленного пирита.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Титриметрия</li> </ul>
Цианид, CN <sup>-</sup>	В основном появляется вследствие загрязнения сточными водами, содержащими цианид.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Колориметрия (Несслерайзер)</li> </ul>

являются в целом опасными для здоровья. По результатам микробиологического анализа воды можно получить информацию о:

- суммарном количестве колиформ;
- фекальных колиформ;
- фекальных стрептококках;
- сальмонелле;
- фекальных бактериофагах;
- сульфитредуцирующей кластридии;
- энтеровирусах;
- яйцах аскариды.

## Создание отчетов

Написание отчетов является важной частью мониторинга, поскольку именно на основе информации из отчетов производится оценка данных и принятие решений. Для выведения корректной аналитики необходимо, чтобы используемые механизмы работы и соответствующая дополнительная информация были должным образом задокументированы. Необходимый минимум информации состоит в описании стратегии и методов пробоотбора, свойств отобранных проб, обработки проб после отбора и перед анализом (включая условия хранения, предварительную обработку, гомогенизацию, взятие средних проб), а также аналитической методологии (включая процедуры расчета и проверки). Более подробно все эти аспекты рассмотрены в рамках проекта ИЮПАК (Эгли и др., 2003).

Во многих странах способ реализации мониторинга зависит от представляющих интерес объектов окружающей среды (например, воздуха, воды и почвы). Разделение среды на отдельные объекты во многом продиктовано существующими экологическими нормами (например, Европейской рамочной директивы по воде или Германским законом о защите почв) – как глобальными, так и региональными, национальными или местными. Помимо того, часто случается так, что за мониторинг разных объектов среды ответственны различные организации, вследствие чего многие важные связи и взаимоотношения между объектами могут быть упущены.

## Воздействие

Выгоды и последствия возможных результатов любого мониторингового

исследования, включая социально-этические аспекты, должны быть оценены до начала его реализации. Очень важно произвести оценку возможных результатов и их последствия перед началом мониторинга.

Необходимо помнить, что надежность полученной в ходе мониторинга информации во многом зависит от того, какое внимание было уделено всем перечисленным выше факторам.

## Раздел 3

### **Навыки управления по повышению способности, квалификации и влияния**



### 3. Навыки управления по повышению способности, квалификации и влияния

#### 3.1 Поиск и обзор литературы

Джон Уотт

Адрес электронной почты: [J.Watt@mdx.ac.uk](mailto:J.Watt@mdx.ac.uk)

Термин «литература» в данном контексте означает все то, что ранее было опубликовано, и включает в себя письменные материалы, данные, графики и иллюстрации. В целом подраздел посвящен письменной информации, хотя большее количество данных можно применить и для вторичного анализа (см. подраздел 3.4 «Мета-анализ и его применение в управлении водными ресурсами»). Использование опубликованных материалов позволяет охватить все этапы научного и профессионального исследования, такие как: выбор тематики исследования, составление содержания, выбор и обоснование методов обсуждения результатов и сопоставление с ранними исследованиями. Разумеется, что

фундаментальной основой в систематических исследованиях всех видов. Ни одно исследование не совершается в закрытом пространстве, каждая форма исследования является частью последовательности, которая прогрессивно дополняет знание и понимание. Поэтому крайне важно гарантировать, что новая работа базируется на самых прочных основах и что обзор литературы направлен на то, чтобы предоставить критическую оценку соответствующих разделов конкретной области исследования с целью определения новых задач или вопросов, требующих дальнейшего изучения. Рисунок 3.1.1 отражает важные моменты, которые будут представлены в подразделе.

Конечно, во многих случаях эффективный обзор литературы определяет решение проблемы, поскольку принимается во внимание тот факт, что большое количество исследований по данному направлению уже проведено. Навыки, необходимые для поиска информации и обзора литературы, являются наиболее востребованными и важными в области высшего образования и выступают основной составляющей навыков, ожидаемых работодателями от выпускников.

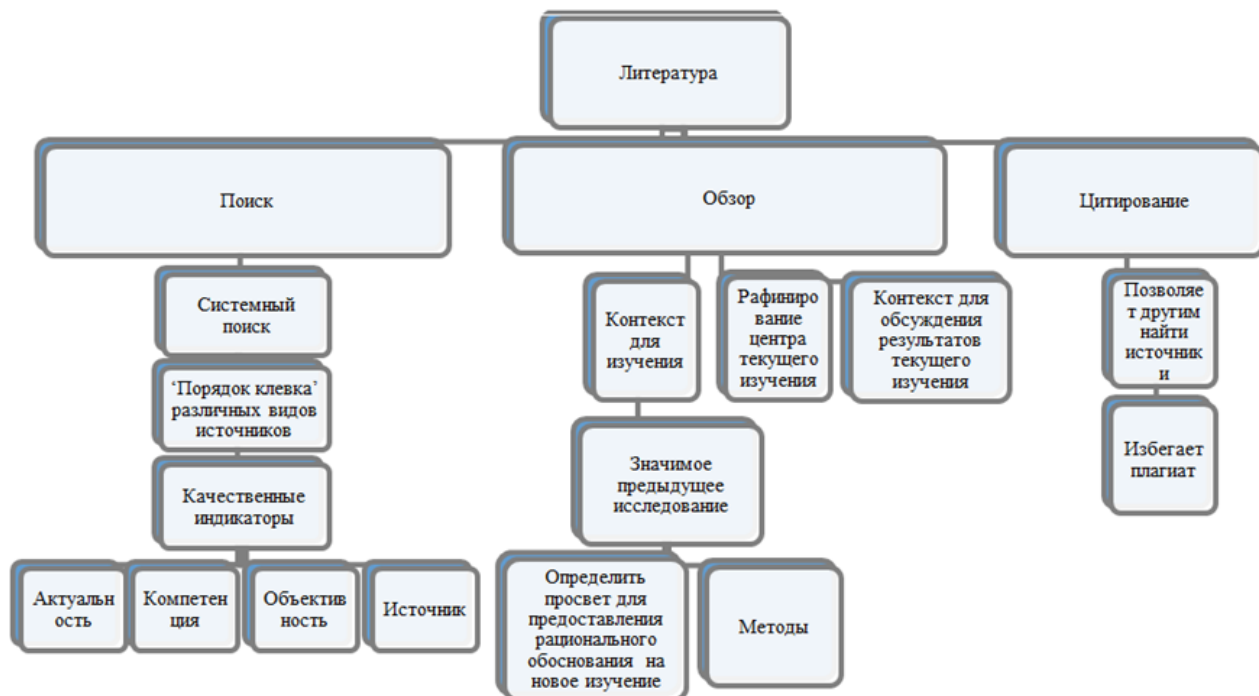


Рисунок 3.1.1 Поиск литературы и обзор – где искать информацию и что с ней делать

задача нахождения наиболее актуальной информации по научной проблеме исследования и критическая оценка её качества и своевременности является

В данном подразделе эти навыки описываются в контексте полного научно-исследовательского проекта, включающего в себя компонент первичного сбора данных, но

для всех студентов будет очевидным, что эти первоначальные навыки необходимы для написания эссе и подготовки докладов (каждый из них также является важным деловым навыком).

## Поиск литературы

В современном мире компьютерных технологий, библиотек, правительственных и специальных веб-сайтов, баз данных и атласов всех типов проблемой является не отсутствие информации, а её излишество. Несколько нажатий на клавиши приводят к огромному количеству слов, картинок и

диаграмм, поэтому важной задачей является выбор ценных данных из общего потока, содержащего массу информации. Рисунок 3.1.2 распределяет основные источники информации в приблизительном «ранговом порядке» с приоритетом в верхней части. Это не является чем-то окончательно утвержденным, и достоверная информация может быть найдена во всех источниках, где данный список ранжирует ее в порядке приоритетности, в котором описанные критерии могут быть достоверно установлены. Не все материалы имеют одинаковое качество, поэтому важно оценить их актуальность (поможет ли это дать ответ

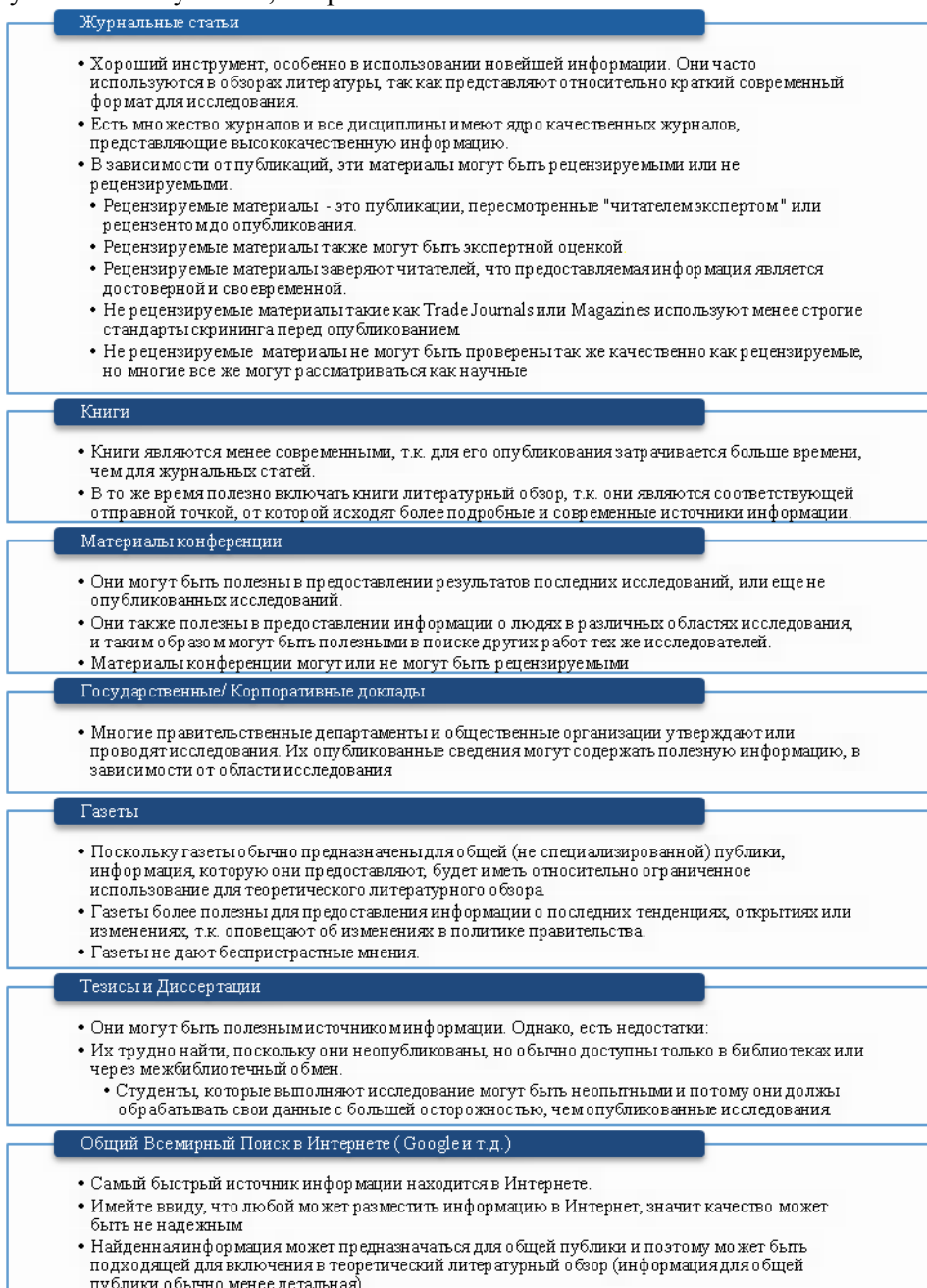


Рисунок 3.1.2 Разные источники литературы и их основные характеристики

на конкретный вопрос по теме исследования), обоснованность (имеет ли материал достаточную оценку качества и контроля качества показателей, чтобы считать его достоверным), объективность (каковы потенциальные убеждения авторов) и источник (насколько легко узнать о том, кто подготовил информацию).

Задача оценки качества результатов по использованию сетевых поисковых систем, несомненно, не так проста, как для

рецензируемых журнальных статей, найденных с помощью академической базы данных, такой, например, как Web of Science, учитывая процесс рецензирования экспертом, требуемый для публикации материала в журналах. В таблице 3.1.1 представлен ряд вопросов по качеству веб-сайта, которые могут помочь справиться с задачей по оценке показателей, описанных выше (а также отражённых на рисунке 3.1.1). Чем больше ответов «да», тем выше степень достоверности.

**Таблица 3.1.1 Контрольная таблица для оценки качества веб-сайтов**

<b>Индикатор качества</b>	<b>Пример вопросов</b>	<b>Да</b>	<b>Нет</b>
<b>Основание</b>	Известно ли, кто финансирует создание и техническое обслуживание страницы?		
	Есть ли доступные данные, описывающие цели спонсирующей организации?		
	Есть ли способ проверить законность действий спонсора (например, доступен ли для информации номер телефона или адрес)?		
	Известно ли, кто разработал и написал материал? Отчетливо ли определена степень его/ее квалификации для предоставления материала по данной теме? Есть ли контактная информация автора материала?		
<b>Точность</b>	Предоставлена ли фактическая информация таким образом, что ее можно проверить?		
	Известно ли, кто несет ответственность за точность предоставленной информации?		
	Если статистические данные представлены в виде графиков или диаграмм, отчетливо ли они обозначены?		
	Есть ли в представленных данных ошибки, которые вы можете доказать?		
<b>Объективность</b>	Является ли страница с представленной на ней информацией общественной услугой?		
	Содержит ли материал рекламу?		
	Если есть реклама на странице, четко ли она отделена от информационного содержания?		
	Есть ли другие признаки необъективности?		
<b>Актуальность</b>	Есть ли на странице даты, отражающие следующее: Когда была создана страница? Когда страница была впервые представлена в режиме онлайн? Когда в последний раз была пересмотрена или отредактирована страница?		
	Есть ли данные о том, как часто материал обновляется, чтобы гарантировать актуальность данных?		
	Если информация публикуется в печатном виде в различных изданиях, понятно ли, из какого издания выбрана данная страница?		
	Есть ли современные ссылки на страницу?		
<b>Охват сайта</b>	Есть ли признаки того, что страница завершена и не находится в стадии формирования?		
	Если существует печатный эквивалент Web-страницы, есть		

	ли четкое обозначение того, вся ли работа доступна в Интернете или только ее часть?		
	Если материал из числа тех работ, на которые не распространяются авторские права (как это часто бывает со словарем или тезаурусом), то были ли приложены усилия по обновлению материала, чтобы сделать его более актуальным?		
	Есть ли какие-нибудь другие признаки упущений?		
	Раскрывает ли предоставленная информация предмет исследования в достаточной степени?		

Современная эпоха упростила задачу поиска любого вида информации, указанной на рисунке 3.1.2, но на это, как ни парадоксально, требуется не меньше времени, чем прежде. Поэтому целесообразно разработать стратегии, которые будут непосредственно способствовать решению данной задачи. Общее чтение, чтобы вникнуть в содержание исследования, например, такого как управление качеством воды, лучше всего начать с книг, в которых обобщается материал, представленный в виде обзора. В связи с этим посещение библиотеки является по-настоящему эффективным способом изучить доступный материал, поскольку, по классификации Дьюи, применяющейся в библиотеках, все книги размещаются по темам на общих полках. В академических учебниках содержатся полезные ссылки на другие исследования. Недооцененная стратегия поиска информации – общение с людьми. Сотрудничество с опытным ученым, который заинтересован в реализации потенциального проекта, может обеспечить доступ к его трудам и получение совета, что именно необходимо искать и где найти нужную информацию. Необходимо помнить, что исследование начинается с вопроса, а выявление проблемы может быть самой сложной частью работы. Ключ к получению помощи эксперта – хорошая подготовка и умение задавать конкретные вопросы. Ученые помогут в том случае, если почувствуют, что студент будет ценным сотрудником, а не бременем. Компьютерные системы поиска литературы охватывают большое количество баз данных, но различаются по объему информации и по содержанию. Различные базы данных могут быть оптимальными для разных источников, указанных на рисунке 3.1.2, или могут лучше подходить для поиска на английском, казахском или русском языках. К сожалению, не во всех базах используются одни и те же

алгоритмы поиска. В некоторых из них используются Булевы операторы (AND, OR и NOT<sup>6</sup>), в других допускаются специальные символы (знак вопроса для отдельных символов или звездочка для нескольких символов). Существуют различные правила, указывающие на то, что требуется определенное совпадение слов. Эффективный поиск может потребовать переработки поисковых терминов в первоначальном обширном поиске или добавления/удаления найденной информации<sup>7</sup>. При необходимости полезно использование альтернативной терминологии на основе словаря или тезауруса, так как создатели индексов в базе данных, возможно, использовали другие термины или другую орфографию. Несмотря на то, что все эти характеристики могут быть очень полезны, не существует единого стандарта. Следовательно, потребуется соответствующая консультация сотрудников библиотеки или преподавателей. Кроме того, можно изучить протокол конкретной поисковой системы. По крайней мере, в начале исследовательской работы лучшей стратегией бывает метод проб и ошибок.

На рисунке 3.1.3 показано, что, как только соответствующие документы будут найдены, задача по поиску других документов станет более простой. Авторы всех статей, размещённых в рецензируемых журналах, и других материалов технической и академической литературы ссылаются на

<sup>6</sup> Логическое И (AND) приведет к набору записей, содержащих все установленные сроки Логическое ИЛИ (OR) приведет к набору записей, содержащих любой из установленных сроков. Они не обязательно должны содержаться в той же записи. Это будет больший набор записей.

Логическое отрицание (NOT) приведет к набору записей, за исключением установленных сроков.

<sup>7</sup> Водное пространство AND Качество AND Управление, часто будут получать разные результаты поиска на каждое значение в отдельности, исключая все результаты, которые не вошли во все три полученных набора данных

использованные источники информации. В современных базах данных также содержатся ссылки на более новые материалы, которые распространяют и развивают информацию из оригинала статьи. После того, как будут выявлены компетентные или заинтересованные специалисты, работающие в этой области, по поиску авторов можно найти и другие опубликованные ими материалы.

## Обзор литературы

Размещение данных – это не завершение процесса. Основной задачей является оценка того, что было найдено, и составление структурированного, подтвержденного данными ответа на предложенный вопрос. «Обзор литературы», устанавливающий контекст исследования, является специальным разделом и в диссертационных работах и в журнальных статьях. Однако навыки обзора и представления подтверждающих данных из опубликованных материалов требуются и в других разделах. Важно обосновать выбор собранных данных и аналитических методов в методическом разделе, представить результаты в контексте обзора предыдущих исследовательских выводов и дискуссий (в заключительный раздел обычно не включают новую информацию).

Важно подчеркнуть, что обзор должен иметь аналитический характер, представляя собой картину текущего состояния знаний и определяя основные вопросы, которые необходимо обсудить (по крайней мере, один из которых, предположительно, затрагивается в новом исследовании). Это не всегда легко сделать, и самые первые наброски<sup>8</sup> (и, более того, большое количество предложенной литературы) больше похожи на списки: Смит (2012) сделал *x*, Джонс (2013) обнаружил *y*, и сведения Блогса (2014) были *a* и *b*. Критический (более сложный) аспект обзора состоит в применении качественных показателей, рассмотренных выше, и сделанных выводов (из тех источников, которые являются достаточно качественными, чтобы включить их в обзор). Как уже указывалось, они включают: актуальность (в обзоре отмечается способ, каким образом цитируемая

литература помогает ответить на вопросы по теме исследования), основание (обзор критикует источники, которые имеют недостаточное качество показателей, позволяющих рассматривать сведения как окончательные, или оценивает, чтобы исследователю в большей степени быть уверенным), объективность (потенциальные предубеждения авторов обсуждаются в случае обоснованности и используются для сравнения точек зрения различных научных школ). Важно отметить, что эта оценка достигается путем использования критического мышления, комментариев или выводов, основанных на предыдущих комментариях или мнениях, в которых анализируется рецензируемая работа, делаются соответствующие выводы.

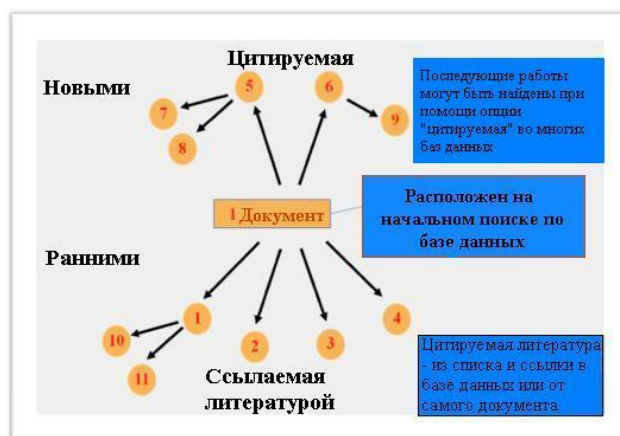


Рисунок 3.1.3 Лучший источник опубликованной информации – другая опубликованная информация

Употребление слова *критический* в данном случае не следует путать с повседневным использованием слова *критиковать* – выражать неодобрение чего-то или кого-то, недовольство кем-то или чем-то. Критическая оценка, подразумевающая выражение обоснованного мнения, необходима для выбора литературы, она может включать в себя определенную оценку слабых сторон, но идея заключается в том, что данный процесс позволяет выявить и использовать хороший материал. Следовательно, критический обзор просто представляет данные. Решение о том, что включать в исследование, следует отразить в проекте, и обзор литературы должен быть структурирован, чтобы представить читателю логическое развитие проекта.

## Цитирование и ссылки

<sup>8</sup> Заметка для студентов – НИКОГДА не отдавайте свою первую версию (черновик)!

Важно указывать источники представляемой информации, невыполнение этого требования является плагиатом, определяемый по Словарю Encarta как *«процесс копирования идеи другого человека или письменной работы и утверждение его в качестве подлинника»*.

Прямая цитата является одним из способов избежать плагиата, но следует осторожно давать определение и излагать что-то словами другого человека (например, при сообщении о несчастных случаях) Цитата должна быть лаконичной, интересной или уместной. Прямые ссылки могут придать авторитетности работе, в особенности, если автор известен в данной области, также они могут быть использованы в качестве доказательства при разрешении спорных вопросов, где необходимо изложить точку зрения, цитируя чьи-либо слова. Для подтверждения достоверности и обеспечения ясности определения, на которые ссылается автор, могут быть получены из словарей, научных органов или других источников. Контрастные определения цитируются для того, чтобы проиллюстрировать различные способы использования одной и той же терминологии, например, представителями разных профессий.

Итак, самый простой способ избежать плагиата – придание значимости. Процесс отбора, оценка и практическое применение, рассмотренные в предыдущем разделе, будут включать материал, используемый в различных фактах, отличающихся от его первоначального применения. Тем не менее, необходимо ссылаться на источники и придавать значение идеям, мнениям или теориям другого человека совместно с какими-либо фактами, статистикой, графиками, чертежами или даже какой-либо информацией, не являющимися общеизвестными. Цитата дается для надлежащего признания предыдущей работы, она предоставляет важные вспомогательные данные, демонстрирующие основы, на которых базируется данная работа, а также позволяют читателям найти исходный материал для себя. Необходимо отметить, что идеи другого человека, его мнение или теория должны быть процитированы, даже если они перефразированы (отредактированы в новый способ выражения идеи). Иллюстрации, например, графики или чертежные данные, должны иметь ссылки в

заголовке рисунка (включать в себя слова «взято из», даже если были внесены некоторые изменения, но основная форма является производной от указанной работы). Различные университеты или научные журналы устанавливают форму предоставления информации и составления списка ссылок в тексте посредством цитирования их в работе.

## Вывод

В данном подразделе представлен процесс поиска литературы и составления её обзора в одной части академического исследования, но данная работа охватывает все этапы исследования. Это метод, при помощи которого обеспечивается понимание темы, ключевых вопросов и предлагаемой теории, оцениваются практические действия в различных ситуациях и применяемые методы исследования. При написании статьи или доклада в рамках отдельного исследования формальный обзор литературы показывает контекст, в котором проведена работа, основанная на соответствующей теории, и демонстрирует возможности использования данной теории в аналогичных/смежных случаях, зафиксированных в прошлом.

## 3.2 Управление данными

**Искандар Абдуллаев и Шавкат Рахматуллаев**

Адрес эл. почты: [IAbdullaev@carececo.org](mailto:IAbdullaev@carececo.org)

В настоящее время при принятии решений в сфере управления водными ресурсами (УВР) используется широкий спектр источников и форм информации. В настоящем разделе анализируются результаты мер по управлению данными в водном секторе в 5-ти странах Центральной Азии. Применение ГИС-систем, инструментов дистанционного зондирования (ДЗ) и баз данных в целях усовершенствования системы УВР, с примерами из разных стран мира, которая характеризуется различной степенью успеха (Чой и др., 2005). Водохозяйственные организации (ВХО), имеющие в своем распоряжении инструменты управления данными, обладают более высоким потенциалом адаптации своих решений к изменяющимся условиям доступности и дефицита водных ресурсов. Внедрение

инструментов управления данными с целью повышения качества сбора, хранения и обработки информации является первым шагом к усовершенствованию системы УВР в целом.

Изменение моделей водопользования и климата требует от национальных ВХО адаптивности и устойчивости на всех уровнях УВР (местном, бассейновом, национальном). Считается, что информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) выступают в качестве технологических артефактов, облегчающие

всего спектра факторов и переменных, и, что самое главное, на ежедневной основе внедряется конкретная политика управления водными ресурсами (Абдуллаев и др., 2012). В случае Центральноазиатских стран УВР, главным образом, все еще лежит в сфере ответственности государства, а оперативный уровень управления включает в себя районные и областные ВХО (Абдуллаев и Рахматуллаев, 2013).

Существенные данные свидетельствуют о том, что почти все страны Центральной Азии достигли значительных успехов (повышение

**Таблица 3.2.1** Сводная таблица характеристик веб-сайтов ВХО в Центральной Азии.

Страна	Веб-сайт	О министерстве (организац. структура, профильн. ведомства)	Новости и события в водном секторе	Онлайн-формы и/или эл. почта для обратной связи	Полезные ссылки (мат-лы, отчеты, законы)	Ссылки на ресурсы подот-четных ВХО
Казахстан	<a href="http://minagri.gov.kz">http://minagri.gov.kz</a>	+	-	+	-	-
Кыргызстан	<a href="http://www.river-basins.kg">http://www.river-basins.kg</a>	+	-	+	-	-
Таджикистан	<a href="http://www.mwr.tj/ru">http://www.mwr.tj/ru</a>	+	+	+	+	-
Туркменистан	<a href="http://www.minwater.gov/tm">http://www.minwater.gov/tm</a>	+	-	+	+	-
Узбекистан	<a href="http://www.agro.uz">http://www.agro.uz</a>	+	+	+	-	-

коммуникации между заинтересованными сторонами и содействуют принятию решений в сложном социальном контексте и при интегрированном управлении водными ресурсами (GWP & INBO, 2009). Система электронного правительства могла бы содействовать устранению разрыва между государственным аппаратом и общественностью при решении разнообразных задач, связанных с обеспечением благосостояния и развития.

индекса готовности систем электронного правительства и всемирного рейтинга электронного управления) на пути внедрения соответствующих процедур (ПРООН, 2008 г.). Так, например, теперь все национальные водохозяйственные организации имеют свои веб-сайты (Табл. 3.2.1), где размещаются основные материалы по вопросам УВР. Соответствующие онлайн-ресурсы, однако, пока не содержат ссылок на веб-сайты ВХО нижних уровней.

Предыдущие целевые усилия, предпринятые в Центральной Азии, были сосредоточены на сборе, систематизации и анализе универсальных данных в водном секторе в условиях наличия значительных проблем (технических, человеческих и финансовых) по внедрению специальных технологий на самом нижнем оперативном уровне УВР, т.е. на уровне, где наблюдается взаимодействие

Мероприятия в сфере управления данными были разработаны и осуществлены на основе консультаций с национальными ВХО и с учетом их потребностей, т.е. с целью их максимальной интеграции в соответствующей плановой и ежедневной практике. В том числе, например, уже автоматизирована подготовка обязательной отраслевой отчетности (напр., системы VХ-1

**Таблица 3.2.2** Степень воздействия мер по управлению данными (основные индикаторы эффективности) в пилотных зонах. Прим.: + (положительное развитие); - (отсутствие прогресса); +/- (смешанный прогресс); н.д. – нет данных.

Индикатор	Политич. поддержка	База данных	Доступ к данным и информации	Карты ГИС/ДЗ	Статус внедрения	Послед. связь с партнерами
Казахстан	+	н.д.	н.д.	+	н.д.	н.д.
Кыргызстан	+	+	+	+	+	+
Таджикистан	+	+/-	+/-	+	-	+/-
Туркменистан	+	н.д.	-	+	+/-	+/-
Узбекистан	+	+	+	+	+	+

и VХ-2). Процесс был разработан как идущий «снизу-вверх» с полным участием партнерских ВХО с момента планирования до реализации. Благодаря этому, партнерские ВХО в значительной степени повлияли на выбор типа, структуры, содержания, интерфейса и формата инструментов управления данными, что, в свою очередь, позволило создать среди них четкое ощущение вовлеченности в процесс и ответственности за его результаты. Стратегический характер данного подхода обеспечивался политической поддержкой со стороны национальных водных ведомств в целевых странах.

*База данных* была разработана с целью хранения и использования цифровых данных (в виде таблиц) по водным ресурсам, водопользованию, гидрологической инфраструктуре и параметрам, социально-экономическим и административным условиям на местах (бассейны, ирригационные системы). Архитектура базы данных основывается на открытом исходном коде и методах открытых баз данных. Это позволит пользователям самостоятельно добавлять и изменять (администрировать) базу данных без помощи профессиональных программных специалистов. Как интерфейсы базы данных, так и руководства пользователей были подготовлены на местных языках, чем обеспечивается простота применения и ГИС-инструментов, и баз данных.

Дистанционные спутниковые снимки, цифровые модели рельефа (ЦМР), карты *Google Earth*, различные тематические бумажные карты и географические координаты сооружений водной инфраструктуры (зарегистрированные при помощи *GPS*-приемников) – все эти инструменты используются в сфере УВР. Применение ГИС-систем и инструментов ДЗ для оценки размеров и месторасположения орошаемых территорий обеспечивает наиболее существенный вклад в усовершенствование системы УВР и их распределения (Бастиаансен, 1998 г.). В Таблице 3.2.2 представлены данные по качественным индикаторам воздействия целевых мероприятий в странах Центральной Азии.

Наиболее многообещающие сигналы политической поддержки соответствующих

процессов наблюдались в Узбекистане, Таджикистане и Туркменистане в связи с официальными заявлениями национальных водных ведомств по использованию баз данных в качестве главного инструмента отчетности в рамках национальных отраслевых иерархий. В Казахстане национальное правительство уже финансирует национальную программу по управлению данными в водном секторе.

Доступ к базе данных является одним из важнейших аспектов ее разработки. До сих пор партнерские ВХО не хотят и не готовы обмениваться данными с «посторонними» лицами, т.е. организациями и людьми, непосредственно не занятыми в водном секторе. Поэтому, в настоящее время доступ к их базам данных ограничен (используются имена пользователей и пароли) штатными сотрудниками соответствующих организаций. Для решения этой критически важной задачи база данных имеет встроенное меню администратора.

ГИС-инструменты и инструменты ДЗ отличаются от баз данных в силу довольно высоких требований к квалификации пользователя. Таким образом, для соответствующего обучения и подготовки карт были задействованы профессиональные консультанты. Бумажные тематические карты с *GPS*-координатами гидрологических сооружений были оцифрованы специалистами местных партнерских ВХО. В свою очередь, вышеупомянутые профессиональные консультанты подготовили ГИС-карты и карты ЦМР землепользования. Посезонная или ежегодная подготовка ГИС-карт не требуется – для целей бассейнового планирования достаточно их обновление каждые 4-5 лет. В настоящее время найм специалистов, обладающих навыками работы с ГИС-инструментами, является невозможным ввиду низкого уровня заработной платы штатных сотрудников ВХО. В силу этого, расширение числа профильных компаний и/или экспертов для осуществления ГИС-работ предоставляет реальную возможность решения текущих задач по картированию землепользования и растительного покрова (ЗПРП).

Применение баз данных в повседневной работе ВХО в пилотных зонах показало различные/ смешанные результаты. Так,



например, в Кыргызстане и Узбекистане в настоящее время базы данных заполнены ретроспективными данными за период 2005-2011 г.г., а на повседневной основе используются данные за 2012 г. К сожалению, в других пилотных зонах используется не весь потенциал баз данных. Некоторые данные оказались недоступными, ввиду потери бумажных отчетов, хранившиеся в ненадлежащих условиях в офисах районных и областных ВХО.

### 3.3 Географические информационные системы в управлении водными ресурсами

**Бурghард С. Мейер**

Адрес эл. почты: [Burghard.meyer@uni-leipzig.de](mailto:Burghard.meyer@uni-leipzig.de)

#### Введение

Новыми разработками в практике управления водными ресурсами являются:

- Географические информационные системы (ГИС);
- технологии и показатели дистанционного зондирования;
- базы данных метеорологических или гидрологических служб;
- автоматические датчики, расположенные в речном узле (или гидросты);
- правила принятия решений, обеспечивающие автоматическое реагирование или сигнал тревоги общественности;
- веб-картография и
- множество других технологий и приложений.

ГИС обеспечивает цифровой сбор данных, презентацию, хранение и обработку пространственных данных. В отличие от напечатанных или отсканированных карт,

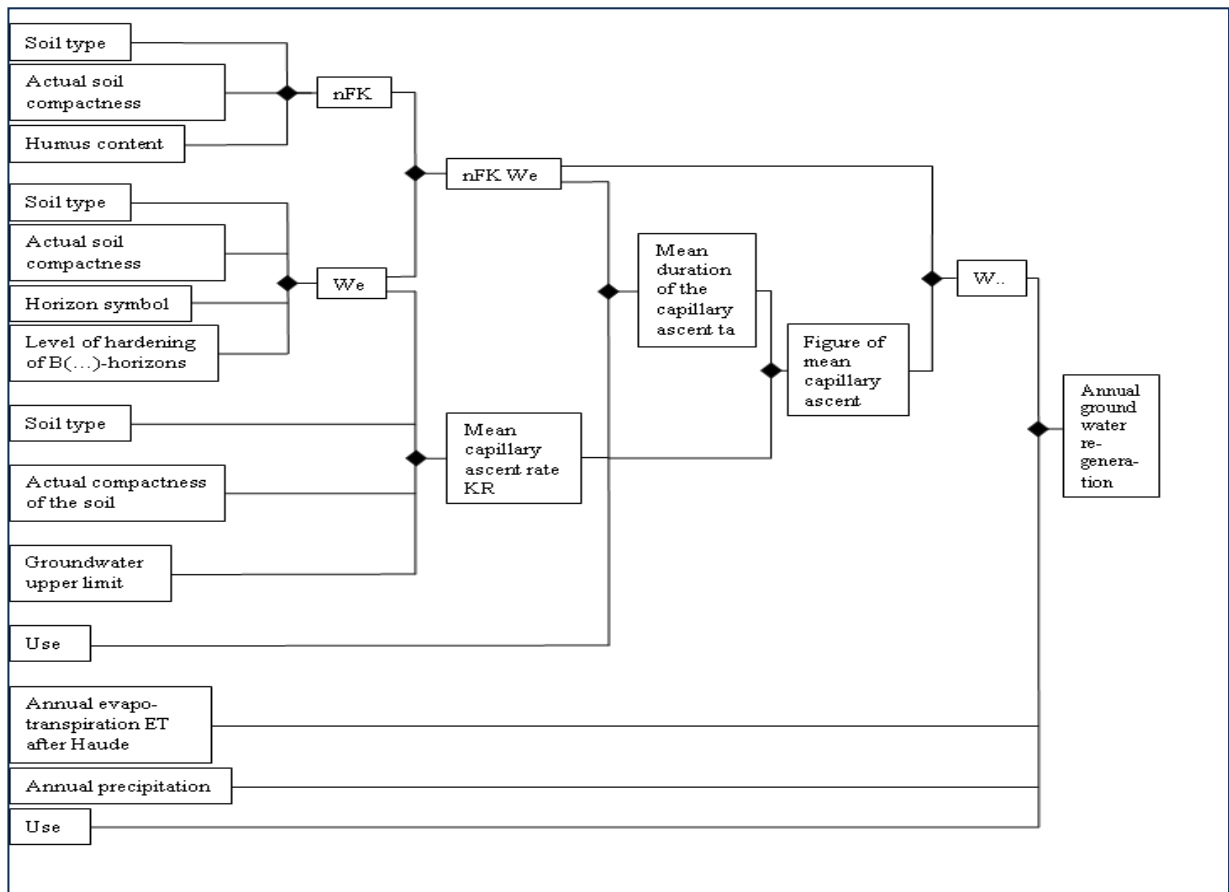
система, основанная на ГИС, даёт возможность дополнять данные, сочетать с другими данными, проводить структурированный анализ и работать с поисковыми запросами. Данные функции могут быть использованы экспертами в области управления водными ресурсами, а также, посредством веб-решений, служить для информирования общественности или вовлечения заинтересованных сторон. Системы или приложения, основанные на ГИС, являются основой для современных и технологически эффективных решений в области интегрированного управления водооборотом (ИУВ). Разнообразные инструменты и модели, основанные на ГИС, являются прикладными в гидрологии и используются для хранения, конструирования, анализа и контроля данных в пространственном контексте дренажа или водосборных бассейнов.

Данный подраздел очень кратко суммирует фактическое развитие систем, связанных с ГИС, используемых:

- (1) для моделирования притока грунтовых вод в планировании ландшафта Германии, а также как часть экспертной системы для использования на практике компетентными органами и консалтинговыми компаниями;
- (2) в Саксонской системе прогноза наводнений, которая включает в себя динамические измерения в реальном времени, цифровые карты, правила принятия решений, автоматизированные данные компетентных органов и многое другое, а также функционирует как современная система, используемая в качестве средства защиты общества от опасностей разного рода.

#### Системы, связанные с ГИС

*Оценка регенерации грунтовых вод на основе правил принятия решений и данных ГИС*



**Рисунок 3.3.1 Анализ и оценка пополнения запасов грунтовых вод – диаграмма интеграции данных по методу Renger & Strebel (1980).**

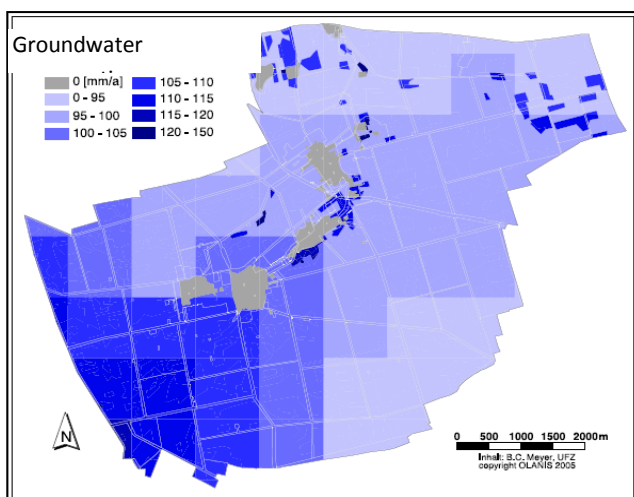
Целью местного исследования по применению ГИС, основанного на цифровых данных, для пополнения запасов грунтовых вод относительно анализа и оценки ландшафтного планирования было, прежде всего, пространственное определение годового местного пополнения запасов грунтовых вод, которое зависит от характера землепользования, рельефа местности, климата и строения почвы. Анализ основан на методе оценки (количественной) регенерации грунтовых вод, разработанном для различных целей землепользования в Германии компанией Renger & Strebel (1980). В дальнейшем метод был развит и адаптирован для применения с ГИС. Ключевыми информационными данными, используемыми для расчета, являются: (1) осадки и показатели температуры, (2) метод приближения для определения полезной мощности грунта почвы на основе карт почвы, (3) уравнения Haude - по испарению, дифференцированному землепользованию. Информация, например, (а) об уплотнении грунтов, (б) о содержании гумуса (с) о горизонтах почв, (д) об уровнях или глубине поверхности вблизи грунтовых вод,

дополняется и используется для детального исследования путем объединения данных с различными матрицами, чтобы помочь пользователю связать различные данные и правила выбора. Схема интеграции данных показана на рисунке 3.3.1. Полная информация о методе, в том числе правила выбора для комбинации данных, доступна на сайте [www.mulbo.de](http://www.mulbo.de) или в литературных источниках.

Оценка структурирует уровни данных в ГИС. Правила выбора преобразовываются в математические правила и применяются в ГИС. Результаты расчетов классифицируются в местные применяемые классы пополнения запасов грунтовых вод. В Германии регенерация грунтовых вод на юге Саксонии-Анхальт оценивается как очень низкая. С учётом ежегодных темпов осадков в 480 мм, выявленных ближайшей метеорологической станцией аграрно-метеорологического бюро в Кверфурте, местный подсчет 0-150 мм пополнения запасов грунтовых вод зависит от различных видов использования земли, от типа почвы и осадков и является допустимым для

исследуемой территории (рисунок 3.3.2). Рисунок также показывает разнородность притока грунтовых вод.

*Пример: Саксонская информационная система для предотвращения наводнений*



**Рисунок 3.3.2 Пополнение запасов грунтовых вод в Барнштад (Саксония-Анхальт; Германия) на основе метода Renger & Strebel (1980)**

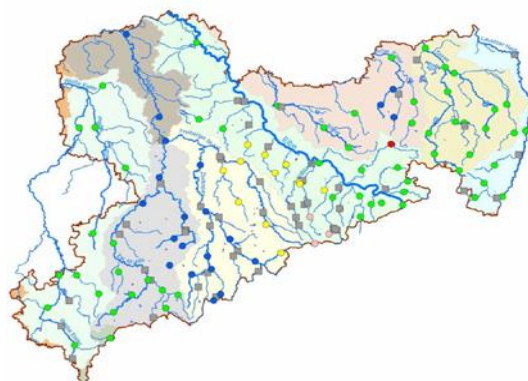
Большие финансовые затраты на жилищное строительство и непредвиденное разрушение инфраструктуры из-за чрезвычайного наводнения, последствия проливных дождей в бассейне реки Эльба в 2002 году стали основой для создания цифровой информации и системы прогнозирования ключевых аспектов мероприятий, связанных с наводнениями в Саксонии (см [www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/en/index.html](http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/en/index.html)). Информационная система включает в себя данные о контекстном описании, интерактивные карты, пояснения к карте, информационное содержание, веб-картографические сервисы (ВКС) и возможность вводить ГИС-данные и карты в PDF-формате.

Информационная служба, организованная центром прогноза наводнений в Саксонии, несет ответственность за своевременное оповещение о возможном наводнении по всем основным рекам. Информация о наводнении предоставляется непосредственно каждому компетентному органу с ответственностью защиты от наводнения, а также частным лицам и общественности. Информация может быть

автоматически передана заказчикам (компетентным органам, пожарной части и т.д.), отслеживающим этапы сигнала опасности (пороги уровня наводнения), которая возникает из-за уровня наводнения, признаков наводнения или риска внезапного наводнения и т.д. Информация предоставляется путём рассылки предупреждающих сообщений в виде SMS. Следующие входные данные регулярно поступают в центр на базе автоматических измерительных точек: (1) фактические (каждые 15 минут) автоматические показания более чем ста датчиков уровня наводнения (рисунок 3.3.3); (2) прогнозы осадков согласно информации Немецкой метеорологической службы (НМС); (3) потоки (м<sup>3</sup>) и уровень воды (м) в водохранилищах, предусмотренные Государственным центром мониторинга состояния плотин (4). Кроме того, соответствующие гидрологические и метеорологические данные для верхнего течения реки Эльбы и ее притоков в Чешской Республике предоставляются Чешским Гидрометеорологическим институтом при поддержке руководства международного трансграничного управления рекой.

Информационная система прогноза наводнений содержит (1) автоматический блок, определяющий уровень наводнений и данные повторных атмосферных осадков; (2) информационную систему управления (база данных) и модель прогнозирования реки Эльба и ее притоков, (3) общественную интернет-платформу, (4) автоматизированный информационный дистрибьютор отправки SMS и компьютерных файлов.

Например, результаты действующих



**Рисунок 3.3.3 Карта измерений в Саксонии, включающая информацию об уровнях тревоги.**

(<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/en/4722.htm>) Карта включает информацию о дренажных системах, реках и результатах измерений, осуществленных измерительными приборами (осадки, сток), и уровень тревоги.

проектов в Саксонском Центре Наводнения.

- ◆ **Эльба-Атлас.** Атлас представляет информацию о риске наводнения в бассейне реки Эльба. Карты созданы на основе мелкомасштабных топографических карт масштаба 1:100.000. Цель заключается в выделении потенциальных рисков, которые существуют даже после принятия мер защиты (рисунок 3.3.4).

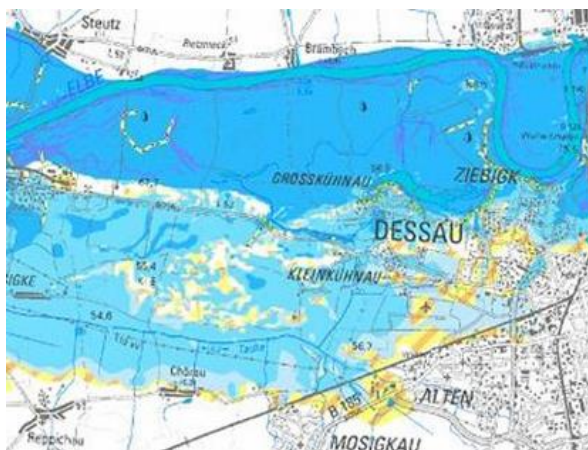


Рисунок 3.3.4 Риск наводнения (чем темнее синий цвет, тем выше вероятность паводка в случае наводнения)

(<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/en/4716.htm>)

- ◆ **Муниципальные карты наводнений.** Для муниципальных целей и для эффективной защиты от наводнений населенных пунктов были разработаны детальные экспериментальные руководства по «Подготовке муниципальной информационной карты наводнений», включающие примеры для трансграничных городов.
- ◆ **Программное обеспечение** было разработано в процессе «интерактивного картографирования риска для защиты от местного наводнения». Программа наглядно представляет планы действий аварийного сигнального устройства городов и предоставляет быстрый и всесторонний обзор объектов, находящихся под угрозой в зависимости от уровня паводков.
- ◆ **Отображение области формирования наводнения:** территории такой категории расположены в районе низких гор и холмов и защищены. Они характеризуются как районы с крайним стоком, образовавшимся вследствие осадков или кратковременного

интенсивного таяния снега, которые являются потенциально генерируемыми. Категория показывает важность фильтрации и удержания воды в этих районах для выявления места возникновения и уровня наводнения (рисунок 3.3.5).

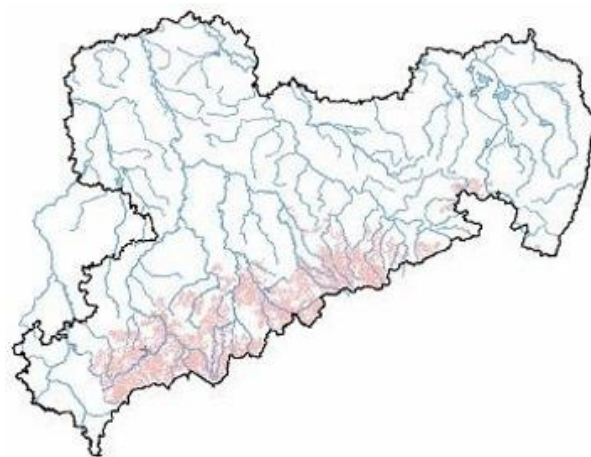


Рисунок 3.3.5 Области формирования наводнения в Саксонии

(<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/en/4713.htm>)

Предотвращение наводнений в Саксонии на основании географических информационных систем, а также планирования ландшафта, как показано на примере притока воды, наиболее эффективно, если сравнивать со стандартными методами, используемыми долгое время в науке и на практике. Подраздел отражает методы, позволяющие повысить производительность при использовании современных технологических разработок в ГИС совместно с базами данных, правилами выбора и веб-интерфейсами, включая веб-картографирование для политиков, руководства и широкой общественности. Служба веб-карты (СВК) является стандартным протоколом для поиска карты с привязкой к местности через Интернет, которая формируется картографическим сервером, использующим сведения базы данных ГИС. Эта спецификация СВК была разработана Open Geospatial Consortium в 1999 году и предоставляет открытые коды программного обеспечения, пригодные для дальнейшего развития содержания и технологий без новых обязательств по выплата за программные пакеты, такие как ARCGIS.

### 3.4 Мета-анализ и его применение в управлении водными ресурсами.

Хью Джонс

Адрес электронной почты:  
[H.Jones@mdx.ac.uk](mailto:H.Jones@mdx.ac.uk)

#### Введение

Данный подраздел предназначен для ознакомления студентов с методами мета-анализа, который позволяет провести прямое сравнение опубликованных результатов различных исследований в области управления водными ресурсами. Эти методы изначально использовались в медицине для улучшения статистической достоверности и точности оценки составных частей отдельного медицинского вмешательства, например, при различных клинических испытаниях. Существуют определенные возможности для применения подобных методов и в других сферах, включая управление водными ресурсами, где прямое сравнение значительно расходящихся результатов является затруднительным. Подраздел повысит осведомленность студентов как о преимуществе сводных результатов предыдущих исследований, так и

об описании методов для достижения такого результата. Принцип систематической ошибки публикации исследуется вместе со средствами по его обнаружению путем использования воронкообразной диаграммы. Также описаны методы правильной оценки влияния различных по размеру образцов исследований.

#### Предпосылки

Одной из главных особенностей работы по измерению или оценке величины эффекта вмешательства в управление водными ресурсами является то, что результаты могут быть применены к водосборной площади, к локальным или региональным областям, где прямое сравнение затруднительно. Ретроспективные исследования или систематические обзоры ранних и современных исследований также зачастую трудно сравнивать напрямую, по этой причине сложно определить наилучший метод.

В том случае, когда применяются многопрофильные подходы или вопросы по управлению водными ресурсами являются трансграничными, необходимо принимать во внимание методы, при применении которых

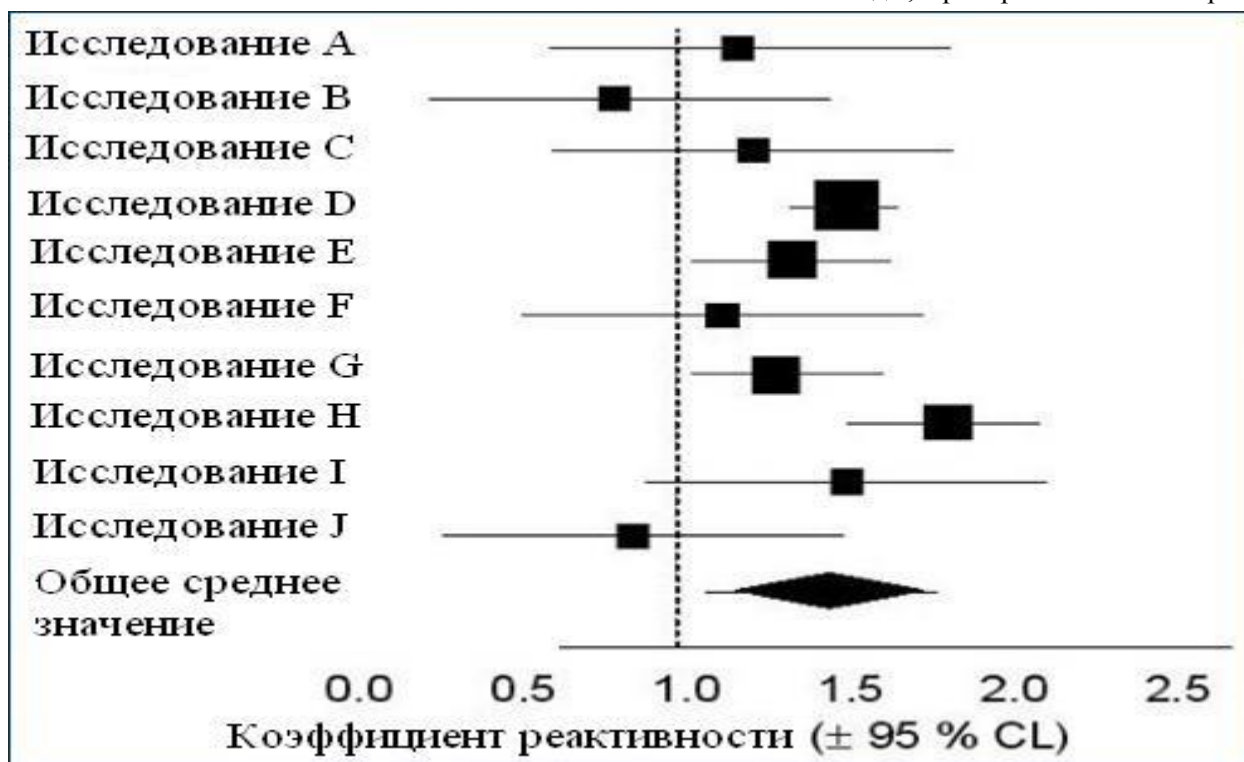


Рисунок 3.4.1 Столбиковая диаграмма, изображающая типичный итог мета-анализа. Результаты 10 исследований приведены в виде реакции их соотношений со связанными доверительными интервалами. Среднее воздействие, изображенное на нижней линии, рассчитывается путем мета-анализа.

есть возможность непосредственно сравнивать степень эффективности вмешательства, результаты которого либо измеряются разными способами, различаются размерами проб, либо отходят от нормы. Такие подходы, предназначенные для объединения результатов различных исследований по оценке воздействия определенных вмешательств, как правило, называют мета-анализом.

### Принцип применения

До проведения мета-анализа студенты должны сделать скрининг исследований в целях обеспечения достаточной точности проектирования и анализа. Преимуществом проведения мета-анализа является большая статистическая достоверность, а следовательно, точность оценки посредством объединения результатов различных исследований, таких как истинное значение или стоимость отдельной практики управления. Эту важную особенность можно представить в виде столбиковой диаграммы (рисунок 3.4.1), где результаты 10 исследований суммированы как числовое соотношение вмешательства относительно невмешательства. Эффект нуля (Нулевая гипотеза) приводит к значению 1, показанному пунктирной линией. Здесь можно увидеть, что 2 исследования (В и J) приводят к негативному воздействию вмешательства. Кроме того, дальнейшие 4 исследования (А, С, F и I), хотя и показывают положительный эффект, но не демонстрируют статистическую значимость. Тем не менее, результаты 10 исследований, показывают, что общее среднее воздействие, по крайней мере, с 95%-ой уверенностью можно назвать положительным. Также интересно отметить, что относительный размер выборки в исследованиях пропорционален размеру коробки, а диапазон 95%-ой уверенности интервалов обратно пропорционален этому размеру. Исследование D явно самое большое и по результату, вероятно (но неопределенно), имеет наибольшее влияние на общий эффект.

Мета-анализ также позволяет обнаруживать ошибки в публикации, которые могут привести к исторически ошибочным выводам об успешном влиянии или негативном воздействии вмешательств. Являясь основой мета-анализа, эти принципы и методы имеют широкий диапазон применения и

предоставляют значительные возможности для их применения в различных областях экологической науки, включая химию воды и управление водными ресурсами.

Для исследователей, проводящих мета-анализ, первым важным принципом является то, что разные результаты «эффективности» изучаемого вмешательства в управление водными ресурсами могут быть стандартизированы. Стандартизированные данные вмешательств описываются как «величина эффекта», обычно применяемая для оценки эффективности медицинского вмешательства. Тем не менее, данные принципы могут быть непосредственно применены к многочисленным направлениям, где степень выхода имеет числовое значение или, по крайней мере, порядковую меру успеха. Второй важный принцип мета-анализа – то, что исследования с большими размерами образцов должны быть предоставлены пропорционально наибольшему весу в расчете на общую статистическую значимость и связаны с доверительным интервалом вмешательств. Тем не менее, это следует сбалансировать по отношению к возможности того, что меньшие, хорошо поставленные исследования проигнорированы.

### Стандартизация измерений – объем эффекта

Там, где воздействие измеренного вмешательства выражается как среднее, можно сконструировать простую меру величины эффекта путем сравнения двух средних по отношению к их стандартным отклонениям.

Значение Коэна  $d$  является обычным измерением и определяется как разница между двумя средними значениями, разделенная на стандартное отклонение для данных, т.е.

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s}$$

Где  $d$  = статистика  $d$  Коэна,  $x_1$  и  $x_2$  – это средние значения образцов,  $s$  – объединенное стандартное отклонение.

Поскольку существуют две возможные различные выборочные средние и два различных стандартных отклонения, то важно объединить стандартные отклонения двух образцов в одну величину, которая

может быть выведена с помощью следующей процедуры:

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

где  $S$  = объединенное стандартное отклонение,  $s_{12}$

Истинным является то, что оценка величины эффекта в клиническом вмешательстве должна определяться клинической экспертизой, жизненным опытом пациента и знанием предыдущих исследований. Также и профессиональные знания в области управления водными ресурсами, химии воды, здоровья человека или экологического разнообразия должны служить в качестве руководства относительно того, что является и не является значимым и эффективным критерием в управлении водными ресурсами. При отсутствии таких знаний смещения эффекта Коэна  $d$  от 0,2 до 0,3 можно считать «малым» эффектом; около 0,5 – «средним»; выше, чем 0,8 – «большим» эффектом.

Модификация  $d$  Коэна известна как  $g$  Хеджеса, где коррекция производится для скопления размера эффекта, которое, вероятно, будет необъективно оцениваться объединенными стандартными отклонениями выборки.

$$g = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s^*}$$

Где  $S^*$  является установленным объединенным стандартным отклонением и требует коррекции гамма-функции.

Более подробный отчет о применяемых процедурах можно найти в работе Bogenstein и др. (2009). Кроме того, обычно развернутые стандартные меры воздействия включают в себя отношения шансов (как показано на рисунке 3.4.1) и относительные меры риска.

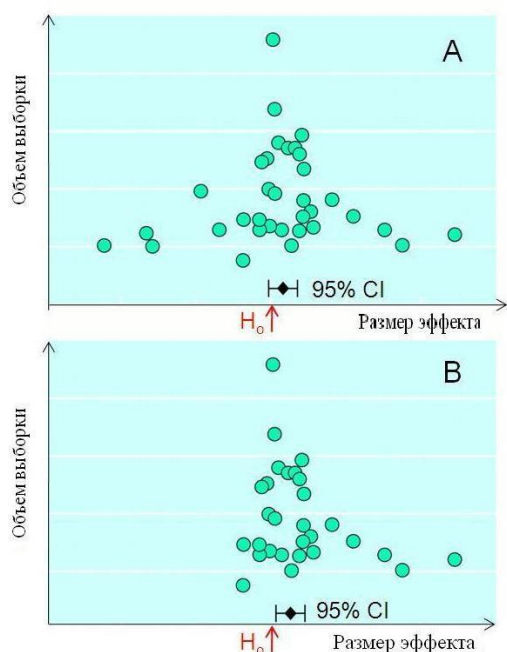
#### Искажения в публикации и воронкообразная диаграмма

Важным принципом статистического вывода, понятного случайному наблюдателю, является то, что более масштабные исследования, использующие основные принципы хорошего экспериментального плана, позволяют лучше оценить «истинный эффект» любого вмешательства по

сравнению с небольшими исследованиями. Чтобы проиллюстрировать это, предположим, что 35 исследований различных по размеру выборок были проведены с целью изучения воздействия отдельного вмешательства. Например, предположим, что третичные методы очистки воды для удаления веществ оказывают недостаточное положительное воздействие на разнообразие макро-беспозвоночных семейств, на качество рыболовства или физико-химические параметры и что размеры эффекта были организованы в зависимости от размера образцов по 35 исследованиям. Можно ожидать, что результаты более крупных исследований ближе к истинной величине эффекта, а в меньших исследованиях расхождение полученных и истинных результатов пропорционально размеру образцов. Другой важной особенностью такого мета-анализа является то, что данное расхождение должно быть несистематическим в отношении направления разности, показывая произвольность и естественное изменение, которое обратно пропорционально размерам выборки. Это изменение может быть визуализировано посредством воронкообразной диаграммы (рисунок 3.4.2), где каждое отдельное исследование указано точкой, а общий эффект (с 95% доверительным интервалом) показан вместе с нулевым эффектом, как отражено в позиции  $H_0$ .

Воронкообразная диаграмма является базовым и важным инструментом для исследователей, изучающих возможность искажения публикации при сравнении результатов нескольких исследований. На рисунке 3.4.2 (А) можно увидеть, что исследования с более крупными размерами выборки имеют сходящуюся конвенцию друг с другом, их, следовательно, можно рассматривать как более надежные показатели истинного результата. В этом случае истинным результатом является вмешательство с нулевым эффектом (в соответствии с  $H_0$ ). Есть несколько исследований, имеющих меньшие размеры выборки. В них, как правило, обнаруживается значительное расхождение с этой величиной эффекта (например, уменьшение размера выборки и случайность). Природные изменения становятся пропорционально более важными.

В частности, на рисунке 3.4.2 (А) заметны признаки асимметрии, указывающие на распределение результатов по целому ряду исследований. По результатам исследований величина эффекта намного больше, чем



**Рисунок 3.4.2 Симметричные (А) и (В) графики-воронки, сравнивающие неискаженность публикации (А) и доказательство искаженности публикации (В), где малые объемы выборки показывают негативность величины эффекта, которые не были опубликованы.**

истинный эффект, как и вмешательство, там, где оно имеет одинаково негативные последствия с одинаковой частотой. Это распространение результатов полностью соответствует статистической теории и указывает на отсутствие достаточных доказательств какого-либо признака искаженности публикации. Поэтому исследователи (рисунок 3.4.2 (А)) могут быть уверены, что представленный эффект является истинным отражением эффективности (или неэффективности) вмешательства. Если результат мета-анализа представляет воронкообразный график (рисунок 3.4.2 (В)), где существует значительная асимметрия в участке с заметным «отсутствием» исследований в левом нижнем углу участка, но с отчетностью о положительном эффекте вмешательства при небольших исследованиях, результаты которого исследователи должны очень осторожно интерпретировать. Рисунок 3.4.2 (А) иллюстрирует вероятный «вишневый сбор» и

искажение публикации, возникающее в связи с тем, что исследования показывают незначительные или негативные воздействия вмешательств и являются преднамеренно или непреднамеренно неопубликованными. Причиной может быть нежелание авторов исследований посылать недостоверные или противоречивые статьи в журналы, или же рецензенты и редакторы журналов не желают опубликовать эти статьи.

В графике А небольшая положительная общая величина эффекта со своим 95% доверительным интервалом соответствует Нулевой гипотезе. Исследования должны правильно меняться для отвержения  $H_0$ , следовательно, можно сделать вывод о недостаточности доказательств того, что изучаемое вмешательство было эффективным. В отличие от этого, в графике Искажение публикации приводит к смещению общей величины эффекта, так что его 95% доверительности не превосходит  $H_0$ .

В этом случае исследователи не будут учитывать значение  $H_0$  и ошибочно делать вывод, что вмешательство было эффективным (рисунок использован из Саттон и др. (2000)).

Экологические воздействия управления водными ресурсами с использованием мета-анализа не были должным образом заявлены, что означает существование значительных ограничений по их применению. Хэкстон и др. (2008) исследовали влияние (i) обезвоживания макро-беспозвоночных, (ii), сбрасывание в гипоплимнион вниз по водному течению к рыбам, макрофитам и беспозвоночным, (iii) модификацию речного потока и среды обитания рода и в целом описали отрицательные влияния практики управления. Искажения публикации были также очевидны в некоторых зарегистрированных результатах мета-анализа.

### Модели фиксированных и случайных эффектов

Как уже обсуждалось выше, интуитивно мы могли бы себе представить, что объединение результатов различных крупных исследований должно иметь большее влияние на средние результаты, представленные в мета-анализе, чем в небольших исследованиях. Так, среднее



значение популяции имеет пропорционально уменьшенное расхождение в соответствии с размером выборки. Как следствие, противоположность дисперсии обычно используется для нагрузки относительного влияния каждого исследования на ряд оценок исследования. Одним из недостатков такого подхода является то, что очень хорошо поставленное исследование, показывая необычные/неожиданные результаты, но с относительно небольшим размером выборки, будет иметь практически незначительный результат, если мета-анализ содержит другие многочисленные исследования. Еще одной особенностью модели фиксированного эффекта является то, что изучается основная популяция, и, как следствие, любые осложняющие переменные являются однородными. В действительности это случается редко, так как многие факторы, например, дивергентные методы, переменные результаты, места отбора проб дают в итоге значительную неоднородность результатов. Для того, чтобы преодолеть эти недостатки в моделях фиксированных эффектов, может быть дополнительно применено случайное воздействие компонента дисперсии в качестве неучитываемого фактора. На практике применение этого компонента может иметь два предельных эффекта. Если наблюдаемые величины эффекта разных исследований очень однородны, то неучтенные факторы будут незначительными. Иными словами, влияние размера выборки на взвешенные образцы будет максимальным. С другой стороны, если величины эффекта исследований весьма не однородны, то неучтенный компонент будет очень большим и может привести к незначительной обратной дисперсии, измеренной таким образом, что общий результат измерения будет являться просто неучтенным средним значением всех исследований.

### Вывод

Исследователям и студентам, желающим применять рассмотренные здесь методы, рекомендуется принимать во внимание литературу, обозначенную в ссылках, для детального описания необходимых процедур. В случае, если правильно принятое решение является определяющим, например, при формировании стратегии выбора, основанной на научных знаниях, то есть явные преимущества в расширении данных, на

которых основан такой выбор. Также существует опасность, что искаженная публикация может ложно отстаивать определенные действия. Правильно примененный мета-анализ может улучшить работу и определить факторы, приводящие к принятию верных решений.

## 3.5 Бассейновое планирование

**Екатерина Стрикелева и Анна Иноземцева**

Адрес электронной почты: [estrikeleva@carececo.org](mailto:estrikeleva@carececo.org)

### Введение

Внедрение принципов ИУВР является длительным процессом совершенствования системы принятия решений на всех уровнях управления. Одним из основных элементов интегрированного управления водными ресурсами является разработка и реализация **Бассейновых Планов**. Данный подраздел описывает необходимость бассейнового планирования, а также разницу между бассейновым планированием и традиционными схемами управления водными ресурсами, практикующимися в странах Центральной Азии. Кроме этого, подраздел описывает цикл планирования и условия, необходимые для исполнения бассейновых планов.

В странах Центральной Азии в советский период государство определяло политику в области управления водными ресурсами (водную политику). На регулярной основе (каждые 5 лет) создавались Генеральные схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов (СКИОВР). После распада Советского Союза системы управления водными ресурсами в каждой из стран Центральной Азии претерпели определенные изменения. Однако, есть схожие черты, которые могут привести к неэффективному использованию водных ресурсов.

Управление на основе административного деления приводит к превалированию локальных интересов, а не интересов развития всего бассейна. Планирование осуществляется отдельными ведомствами, при этом различные заинтересованные стороны не всегда имеют возможность

участвовать в процессе принятия решений, несмотря на то, что возможности участия закреплены водными законодательными актами стран Центральной Азии. Такой подход не позволяет учитывать интересы всех сторон и приводит к неисполнению необходимых обязательств, потерям воды из-за несогласованности действий или к конфликтным ситуациям. Вопросы охраны окружающей среды являются второстепенными и, зачастую, не решаются.

Существует множество методологических подходов в процессе бассейнового планирования, таких как «*Методология для Анализа Трансграничных Водных Возможностей*». Основная идея данной методологии заключается в идентификации взаимных выгодных результатов всех мероприятий для всех партнеров. Этот методологический инструмент чаще всего

бассейна, оценку рисков, моделирование и прогнозы возможных экологических последствий. СЭО используется в процессе разработки бассейнового плана для определения текущих экологических проблем бассейна и обсуждения наиболее оптимальных превентивных мер.

### Концепция бассейнового планирования

В основе вышеперечисленных методологий лежит *Концепция Бассейнового Планирования*, разработанная в рамках программы УВРБОЦА (Управление Водными Ресурсами и Бассейновые Организации в Центральной Азии) при финансовой поддержке Европейского Союза. Концепция основана на Водной Рамочной Директиве ЕС. Основные принципы

Таблица 3.5.1 Сравнение основных характеристик СКИОВР и Бассейновых Планов

	Бассейновое планирование	Комплексные схемы
<b>Масштаб и стиль управления водными ресурсами</b>	Бассейны, суб-бассейны любых размеров и масштабов. В основном, децентрализованное УВР	Национальные, основные речные бассейны. Государственное управление, централизованное УВР
<b>Участие заинтересованных сторон</b>	Участие в разработке плана	Информирование о важнейших элементах схемы
<b>Технические решения в сравнении с институциональными проектами</b>	Оба варианта представлены сбалансировано	Технические решения доминируют
<b>Экологические аспекты УВР</b>	Приоритетны	Рассматриваются наряду с другими секторами
<b>Финансовые/экономические аспекты</b>	Детализация на уровне каждого мероприятия, разные источники финансирования, экономические инструменты	Единое финансирование для всех мероприятий, в основном, гос. финансирование, выплаты по загрязнению окружающей среды – один из финансовых инструментов

используется совместными речными бассейновыми организациями для изучения текущих вопросов и поиска оптимальных решений.

Еще один пример подобных методик – это *Стратегическая Экологическая Оценка* (СЭО). Эта оценка использует различные инструменты, включая сценарии развития

концепции описаны ниже.

Первый принцип ИУВР – управление на уровне бассейна на основе гидрографических границ – является гарантией стабильного и равноправного водообеспечения вне зависимости от местоположения водопользователя (выше или ниже по течению).



Рисунок 3.5.1 Цикл бассейнового планирования (CAREC 2013)

Второй принцип ИУВР подразумевает вовлечение заинтересованных сторон в процесс планирования и принятия решений. Основное преимущество ИУВР и бассейнового планирования заключается в координации между департаментами через создание бассейновых советов или координационных групп.

Еще один фундаментальный принцип ИУВР заключается в проведении комплексной оценки текущей ситуации. Основываясь на такой оценке, создается реестр проблем (список) и проводится их ранжирование.

### Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов (СКИОВР)

Страны Центральной Азии не отказались и от использования СКИОВР для планирования развития территорий. Однако существование СКИОВР и Бассейновых Планов одновременно является вполне оправданным, так как имеются определенные различия между подходами к разработке и содержанию данных документов. Ниже в таблице приведено сравнение основных характеристик СКИОВР и Бассейновых Планов.

Как видно из таблицы, наличие в бассейне разработанной СКИОВР не является препятствием для разработки Бассейнового Плана. Бассейновый План является более «живым» документом и может быть основан на исследованиях и заложенных в СКИОВР расчетах. В условиях стран Центральной

Азии, когда финансирование из государственного бюджета ограничено, Бассейновые Планы являются наиболее приемлемыми для осуществления за счет возможности децентрализации финансирования и поиска новых источников. Разработка и внедрение бассейновых планов дает возможность водохозяйственным (бассейновым) организациям проводить комплексный анализ и оценку существующей водохозяйственной обстановки, осуществлять планирование водопользования для бассейна на краткосрочную (2-3 года), среднесрочную (5-7 лет) и долгосрочную (10-15 лет) перспективы. При бассейновом планировании учитываются возможные тенденции экономического развития, демографические прогнозы, возрастающие признаки воздействия изменений климата и другие факторы, влияющие на развитие бассейнов.

### Бассейновое планирование и бассейновые планы

Цикл планирования является основой для бассейнового планирования. Бассейновый план может быть использован на любых уровнях: на государственном и межгосударственном уровнях, а также на уровне малых речных бассейнов. Как показано на схеме представленной ниже, современный цикл планирования для ИУВР содержит 7 основных этапов (рисунок 3.5.1).

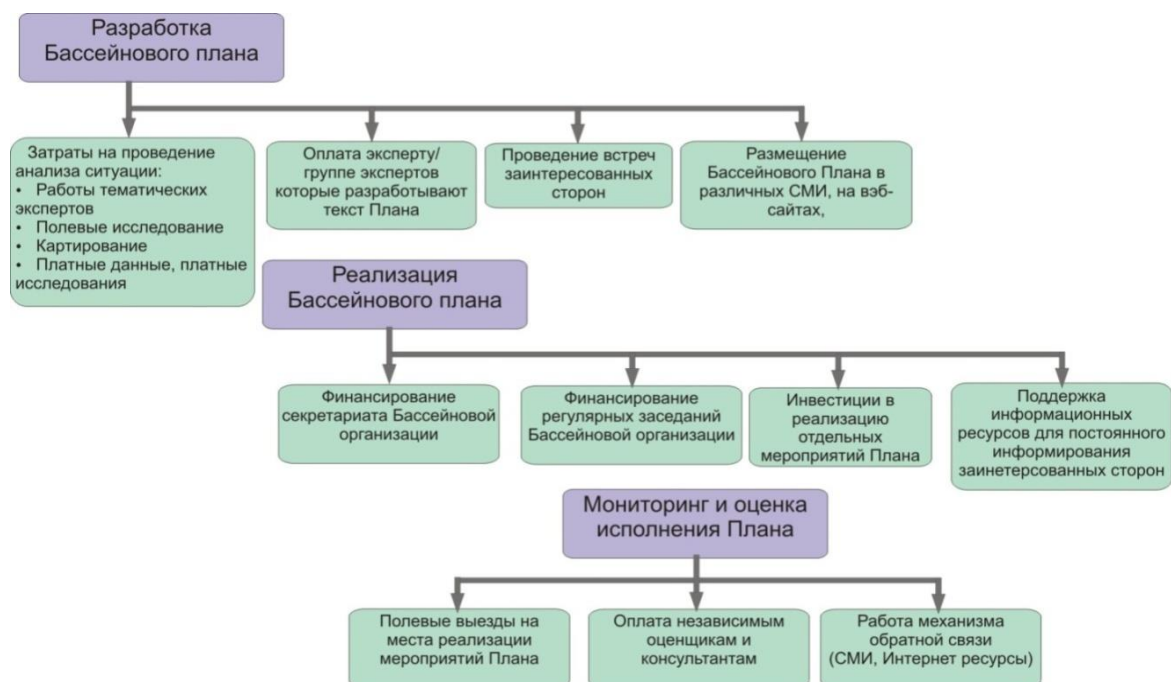


Рисунок 3.5.2 Финансовые расходы (CAREC 2013)

Основным элементом бассейнового планирования является участие заинтересованных сторон на каждом этапе планирования и исполнения. Поскольку разработка и ре-ализация Бассейнового Плана основана на принципе вовлечения максимального количества заинтересованных сторон, то необходима общая площадка/совещательный орган, позволяющий осуществлять совместные действия. Создание площадки является неотъемлемым условием для внедрения принципов ИУВР, бассейнового планирования и дальнейшей реализации Бассейновых Планов. Такие площадки могут иметь любую форму: в некоторых случаях это может быть неформальная организация (консультативный орган), в других случаях – официальные бассейновые организации. Наиболее распространенные типы бассейновых организаций это комитеты, комиссии, органы управления водными ресурсами и советы.

Каждый член такого совещательного органа на этапе разработки Плана может участвовать в процессе следующим образом:

- Защищать потребительские и экологические интересы в бассейне.
- Содействовать внесению изменений с целью совершенствования законодательных и нормативных актов.

- Формировать реестр проблем и осуществлять выбор приоритетных целей и задач.
- Осуществлять мониторинг и оценку разработки Бассейнового Плана, обеспечивая тем самым эффективность разработки Плана и снижения риска негативных последствий.
- Распространять информацию об этапах разработки Плана.
- Формировать мнение общественности по поводу осуществляемых действий.
- Лоббировать интересы своего сектора во время формирования приоритетов Плана и др.

В то же время каждый участник процесса может принимать участие в реализации Плана. Участие может быть разнообразным - начиная от общей координации реализации Плана и заканчивая выполнением отдельных мероприятий.

Водные Кодексы Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана подразумевают создание Бассейновых Советов в каждом крупном гидрографическом бассейне. Бассейновые Советы в Казахстане созданы и функционируют с 2005-2006 годов. Разработка Бассейновых Планов - длительный и трудоемкий процесс, требующий определенных затрат. Однако, учитывая гибкий подход к разработке и реализации Планов, а также местные особенности в каждом конкретном случае,

финансовые затраты и применимые механизмы финансирования будут различны. Как видно из схемы, приведенной выше, каждый блок включает в себя несколько видов затрат, которые необходимы для достижения поставленных на каждом этапе целей.

Необходимо отметить, что не все приведенные выше затраты являются обязательными.

На *этапе разработки* Бассейнового Плана финансовые затраты можно минимизировать. Так, например, экспертные оценки могут быть выполнены членами Бассейновой организации, и не требовать дополнительных затрат. Необходимые данные могут быть предоставлены различными структурами, расположенными в бассейне и заинтересованными в устойчивом развитии территории.

Текст Плана может быть написан инициативной группой из членов Бассейновой организации, а также добровольцами. Таким образом, на этапе разработки Плана, финансовые затраты могут быть ограничены только проведением совместных встреч, что также можно сделать с минимальными затратами.

*Этап реализации* является наиболее затратным, однако и здесь могут быть определены такие мероприятия, которые не требуют больших финансовых вложений. Так, например, мероприятия по озеленению сельских территорий, уборке мусора, расчистке родников и т.п. могут быть выполнены силами местных жителей.

Данный этап также позволяет привлекать инвестиции на основе государственных программ или корпоративной социальной ответственности бизнеса. Возможно привлечение донорских средств для реализации отдельных мероприятий Плана. Различные механизмы привлечения финансовых средств приведены ниже в данном подразделе.

*Этап мониторинга и оценки*, так же как и этап разработки, может быть реализован без значительных затрат, силами членов бассейновых организаций или общественности. Также возможен государственный мониторинг тех мероприятий, которые выполняются по линии определенных ведомств.

Таким образом, отсутствие финансовых средств не является барьером для разработки и реализации Бассейновых Планов, однако снижает возможности быстрой реализации тех или иных действий.

## Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что предложенная методика является универсальной и может быть применена в различных государствах, на различных уровнях и при различных базовых условиях. Несмотря на общность использованного подхода, Планы для каждого бассейна будут отличаться друг от друга. Даже внутри одного государства не будет двух одинаковых Бассейновых Планов. Однако при разработке и реализации бассейновых планов необходимо базироваться на следующих основных принципах:

- Основой для Бассейнового плана является комплексный анализ существующей ситуации и составление реестра всех существующих проблем;
- Выявленные проблемы должны быть ранжированы по приоритетности. Наиболее актуальные на настоящий момент времени проблемы становятся основой Плана;
- Мероприятия Плана направлены на решение наиболее приоритетных проблем, что, тем не менее, подразумевает также постоянный контроль за остальными, менее приоритетными на настоящий момент вопросами, не вошедшими в настоящий План. При разработке следующего Плана приоритеты могут быть изменены и дополнены – таким образом включая результаты мониторинга ситуации и реализации предыдущего Плана;
- Бассейновый План не является статичным документом и должен постоянно пересматриваться и уточняться при необходимости, разработка новых Планов должна стать регулярной и широко применимой практикой;
- Наиболее важным принципом Бассейнового планирования является вовлечение всех заинтересованных сторон на всех этапах разработки, реализации и мониторинга за исполнением Бассейновых Планов. Мнение всех заинтересованных сторон

должно быть учтено и по любым спорным вопросам достигнут компромисс;

- Бассейновая организация, формальная или неформальная, является залогом устойчивости созданного механизма бассейнового планирования;
- Одним из важных аспектов в процессе бассейнового планирования является наличие финансирования. В связи с этим, необходимо использовать все доступные механизмы финансирования и их комбинации для реализации мероприятий Плана;

Несмотря на тот факт, что внедрение принципов ИУВР является долгосрочным и трудоемким процессом, в настоящее время в странах Центральной Азии действуют механизмы по улучшению национальной законодательной базы для внедрения принципов бассейнового планирования, а также разработки и исполнения бассейновых планов в регионе.

### 3.6 Работа в партнерстве

**Лиан Ланди**

Адрес электронной почты:  
[L.Lundy@mdx.ac.uk](mailto:L.Lundy@mdx.ac.uk)

#### Введение

В данном подразделе рассматриваются ключевые законодательные аспекты, обуславливающие возросшие требования к совместной работе в Европейском контексте, и определяется ключевая терминология, что является необходимым условием, предваряющим обзор преимуществ, процессов и вызовов, связанных с совместной работой в многоотраслевой сфере деятельности интегрированного управления водооборотом. В заключении приводится тематическое исследование, рассматривающее пример партнерской работы в рамках ЕС.

#### Законодательный контекст

На протяжении последних десятилетий предпринято множество мер в сфере европейской и национальной политики, включающих в себя определение конкретных требований к совместной работе государственных органов, общественных

организаций, частных компаний, сообществ и отдельных лиц (Benson и др., 2013). Орхусская Конвенция ЕЭК ООН от 1998 года о доступе к информации и участии общественности определяет, что устойчивое развитие может быть достигнуто только вовлечением всех заинтересованных сторон (ЕЭК ООН, 1998). На основе этого в Рамочной Водной Директиве ЕС (РВД ЕС, 2000) указывается, что её успех зависит от сотрудничества и согласованных действий на европейском, национальном и местном уровнях, а также от участия общественности. В статье 14 РВД отмечается, что государства-члены (ГЧ) должны «способствовать активному участию всех заинтересованных сторон [...] в разработке, пересмотре и обновлении планов управления речными бассейнами» (РВД ЕС, 2000). Директива по Наводнениям ЕС (2007) содержит практически идентичные требования в отношении разработки, пересмотра и обновления планов управления рисками наводнений. Директива о комплексном предотвращении и контроле загрязнений (ДКПКЗ, 2008) требует предоставления широкой общественности возможности участия в принятии решений, так как общественное участие формирует ключевые компоненты Директивы по Стратегической Оценке Экологического Воздействия (СЭО, 2001).

Многие термины, часто взаимозаменяемые, используются как в научной литературе, так и в политическом дискурсе с целью описания совместных усилий, каждый из этих терминов – со своим собственным определением (таблица 3.6.1). В качестве начальной точки для понимания различной терминологии Карнвелл и Карсон (2005) предложили чётко различать процессы, идущие при коллективной работе (например, консультации), и предел формальных и неформальных классификаций, требуемых для возможности осуществления этих процессов (например, Обучающее сообщество).

#### Зачем нужна совместная работа?

Хотя данные, по которым определяют количественные преимущества совместной работы, недостаточны (Слейтер и др., 2007; Рид, 2008), существует огромная поддержка в целом ряде секторов, начиная с предоставления медицинской помощи,

заканчивая развитием городов и транспортным планированием (Карнвелл и Карсон, 2005; Франческаки и др., 2013, Генч и Ойкилигун, 2011). В обзоре литературы приводятся ссылки на широкий ряд доводов для организаций и частных лиц, работающих

в партнерстве: от существующего механизма по повышению демократической законности (Паль-Уостл и др., 2007) до развития инновационных стратегий, которые могут быть реализованы с большей упрощенностью (ван Херк и др., 2011).

**Таблица 3.6.1 Обзор дескрипторов, использующихся в основном для описания различных аспектов совместной работы**

Дескрипторы	Термин	Определение
Общие дескрипторы для групп	Заинтересованные стороны	Заинтересованные лица, которые оказывают воздействие или влияние на принимаемые решения.
	Сотрудничество	Связь, союз или партнерство, характеризуемые общими целями и обязательствами (Карнвелл и Карсон, 2005)
	Партнерство	Общее обязательство, где все партнеры имеют равные права и обязанности и будут в равной степени затронуты преимуществами и недостатками, вытекающими из партнерства (Карнвелл и Карсон, 2005)
	Обучающее сообщество	Группа лиц или организаций с общими интересами в области инноваций и расширения масштабов инновационной деятельности по теме, представляющей взаимный интерес (Бэтчелор и Баттерворт, 2008).
Общие дескрипторы для процессов	Информационный доступ	Обеспечение доступа общественности к информации в процессе принятия решений (СНГ, 2003)
	Консультация с заинтересованной стороной	Действие, которое дает населению возможность реагировать на планы и предложения, разработанные властями. Консультация используется для сбора информации или мнений тех, кто вовлечен в разработку решений на основе этого знания. Данный процесс не допускает какого-либо участия в принятии решений, а также профессионалы не руководствуются формальным обязательством, чтобы принимать мнение членов Совета (СНГ, 2003)
	Активная заинтересованность/ участие общественности	Заинтересованные лица активно участвуют в процессе планирования, обсуждая проблемы и способствуя их решению. Важным в активном участии является возможность участников влиять на процесс (СНГ, 2003).
	Работа партнерства	Спектр в диапазоне от неофициальных сетевых форумов, консультаций и обмена информацией и знаниями официальных стратегических сообществ, где партнеры объединяются для достижения общих целей, меняя направление, по которому они работают (Rocket Science 2006)
	Социальные изучения	Повышение потенциала отдельных лиц и организаций; рассматривается в качестве альтернативы бесплатного инструмента политики в сфере управления. Увеличивает способность регулировать неопределенность и изменения (Ван Херк и др., 2011)

Документ-руководство РВД ЕС относительно участия общественности (СНГ, 2003) дает логическое обоснование участия в работе общественности, что приводит к упрощению процесса принятия решений, позволяя опираться на науку, на совместно используемые знания и опыт, давая возможность влиять на процесс принятия решений в поддержку разработки и рассмотрения новых и инновационных возможностей и гарантировать то, что принимаемые решения являются выполнимыми и приемлемыми в рамках национальных и местных подходов.

Преимуществом совместной работы является обеспечение повышенного уровня осведомленности общественности в вопросах окружающей среды и использования знаний и опыта широкого круга заинтересованных сторон, что улучшает качество и креативность планов и принятых мер. Это говорит о том, что совместные подходы к работе порождают решения, которые имеют более высокий уровень общественного признания, вложения и поддержки, снижения количества судебных разбирательств и конфликтных ситуаций, и, следовательно, обеспечивают меньшее количество задержек и более высокий уровень эффективной реализации согласованных мер (СНГ, 2003). Совместная работа может способствовать ослаблению законодательных и институциональных барьеров для реализации изменений и обеспечения более согласованного комплексного подхода, ведущего к оптимальному использованию имеющихся ресурсов в координированном и экономически эффективном направлении.

### Создание партнерства и работа в нем

Здесь нет единого способа проведения совместной работы (СНГ, 2003) с различными формами партнерства, действующего по ряду направлений. Тем не менее, разные авторы определили общие «элементы хорошей практики» в участии общественности, которые отражают продвижение успешной работы в партнерстве (ван Херк и др, 2011; СНГ, 2003; Рид и др., 2008). Они включают в себя следующие позиции:

- участие заинтересованных сторон следует организовывать как можно раньше и

обеспечивать его на протяжении всего процесса принятия решений;

- основные заинтересованные стороны должны быть определены, проанализированы и систематически представлены;
- роль каждого партнера должна быть определена и ясна для всех партнеров;
- цели и объекты партнерства должны быть согласованы между всеми заинтересованными сторонами в начале процесса;
- методы совместной работы и общения должны быть адаптированы к контексту принятия решений;
- необходима процедура высококвалифицированной помощи для поддержания благоприятной атмосферы, при которой предложения, идеи и конфликты рассматриваются в установленные сроки;
- местные и научные знания должны быть интегрированы.

Моррис (2006) определяет, что ключевые индивидуумы, или местные лидеры, имеют решающее значение на ранних стадиях развития партнерских связей, привлекая других партнеров и укрепляя обязательства. Как и во многих областях жизни, доверие трудно заслужить, но легко потерять. Открытость, хорошие связи, эквивалентный статус партнеров, совместно используемый опыт и прозрачность – все это особо важные компоненты в создании терпимости и взаимного доверия, необходимых для возможности разработки и реализации новых способов деятельности. Наблюдаются ситуации, когда есть стремление к совместной работе, но по ряду практических причин (например, время, пространство и наличие ограничений) оно не реализуется в том виде, какой позволяет включить в состав партнерства все заинтересованные стороны, компетентные в определенной области. В рамках РВД ЕС Руководство СНГ от 2003 года для участия общественности также допускает, что широкое участие общественности не предусматривает обязательного участия всех желающих в принятии всех решений. Рекомендуется применять анализ заинтересованных сторон, оценивая на местном уровне потенциальных партнеров по ряду соответствующих критериев: отношение заинтересованных сторон к рассматриваемому вопросу; масштаб и контекст, на которые воздействует заинтересованная сторона; кого



потенциальные партнёры представляют (например, представитель управления, пользователь, и т.д.); их способность к делу; их политический, социальный и обширный экологический контекст.

На основании вышеизложенного следующая секция определяет ключевые этапы разработки успешного партнерства:

- определение содержания процесса принятия решений (например, вопросы, которые подлежат рассмотрению);
- проведение анализа деятельности всех сторон для выявления основных заинтересованных сторон;
- приглашение основных заинтересованных сторон на встречу и оценка необходимости их дальнейшего участия в работе;
- совместное определение целей и задач партнерства;
- признание всеми сторонами утверждения, что партнеры должны брать на себя обязательства, быть готовыми к работе и иметь для этого необходимые ресурсы;
- развитие условий ведения партнерства, которые уточняют:
  - роли и сферы компетенции всех заинтересованных сторон;
  - рабочие структуры и практики, в том числе мероприятия по обмену информацией, контролю и оценке, а также обзору проводимых действий;
- доступные ресурсы;
- начало работы;
- рассмотрение, оценивание и использование информации, сгенерированной для повышения качества процесса работы.

*Кейс-стади ЕС работы в партнерстве на практике: сокращение потребления воды в проектировании корпоративного сектора, Дания (взято из СНГ, 2003)*

Для полного сокращения воздействия на окружающую среду Ассоциация Проектирования Делового сектора, компании по проектированию и Датское Управление по охране окружающей среды (ДУООС) развили партнерство, активно предпринимая меры по сокращению потребления воды в секторе проектирования. Мероприятия партнерства сосредоточились вокруг выбранных компаний, осуществляющих демонстрацию активов (включая

тестирование используемого нового оборудования) и обмен новыми знаниями и полученными результатами. Оборудование для демонстрационных испытаний было закуплено за счет средств проекта, софинансирования партнеров и распределения штатного рабочего времени для выполнения испытательных мероприятий. Сообщается, что партнерство успешно решает ряд проблем, обычно определяемых как барьеры для изменения практики, включая совместную работу с конкурентами (например, информация о проблемах окружающей среды и связанных с ними возможностях улучшения, распространяемая через предприятия и сети ДУООС Дании), отсутствие интереса/мотивации компаний к улучшению экологических показателей (т.е. осведомленность о повышении потенциальных стимулов) и отсутствие доступа к финансированию (например, объединение проекта и софинансирование для приобретения и тестирования нового оборудования). Упомянутые преимущества включают сокращение потребления воды на 70-90% и развитие позитивного отношения со стороны промышленного сектора, направленного на реализацию экологически чистых методов. Дополнительные преимущества включают в себя генерацию надежных данных о возможностях и стимулирующих мерах, которые разработчики стратегий могут использовать в определении экологических норм, поддерживающих развитие регулирования и являющихся достижимыми в существующих рабочих параметрах сектора. Первоначально финансирование проекта осуществлялось из государственного бюджета, затем сохранилось в условиях сокращения затрат на операторов по очистке сточных вод предприятия.

## Вывод

Совместная работа признана ключевым компонентом разработки и внедрения устойчивой экономики, ведущим к ее включению в качестве специфического требования, учитывая различия между Европейским, национальным и местным законодательствами, охватывающими управление водными ресурсами с различными перспективами. Что касается водного цикла, все 7.2 миллиарда людей на планете Земля являются заинтересованными

сторонами, т.е. мы все можем влиять на водные ресурсы и находиться под их влиянием. Таким образом, мы все должны участвовать в принятии решений, касающихся того, как управлять этим важным и ограниченным ресурсом. Учитывая такое большое количество заинтересованных сторон, управление водооборотом подходит под определение «опасной проблемы» – чрезвычайно сложной проблемы, когда решения, принимаемые в рамках одной части цикла, могут создать новые проблемы в другой части цикла. При взаимодействии сложных проблем такого рода становится ясно, что ни одно физическое лицо, организация или сектор не имеют достаточных знаний или навыков для того, чтобы решить проблему такого масштаба. Именно в этом контексте совместная деятельность даёт реальные возможности поддержки всех нас в процессе разработки и реализации комплексного подхода к управлению водооборотом.

### 3.7 Навыки проектирования и управления

Хемда Гарелик и Энн Дугалл

Адрес электронной почты: [H.Garelick@mdx.ac.uk](mailto:H.Garelick@mdx.ac.uk)

#### Введение

Данный подраздел направлен на рассмотрение навыков, необходимых для успешного управления рабочей средой в целом. Это позволяет сосредоточить внимание на конкретных навыках, необходимых для написания успешного исследовательского проекта, который будет свидетельствовать о завершении магистерской программы.

#### Навыки межличностного общения

Навыки межличностного общения определяются как личностные качества человека в соответствии с рабочим местом – личные атрибуты, которые благоприятствуют взаимодействию индивидуумов, качественному выполнению работы и перспективе карьерного роста. Это может быть, например, умение разрешать конфликты, вести переговоры, личная результативность и умение убеждать, способность творчески разрешать

проблемные ситуации, наличие стратегического мышления, навыки создания команды и/или маркетинговые навыки.

Такие навыки могут запоминаться под условным сокращением ОДЭПН, они позволяют человеку управлять как своими собственными эмоциями, так и эмоциями других, будучи.

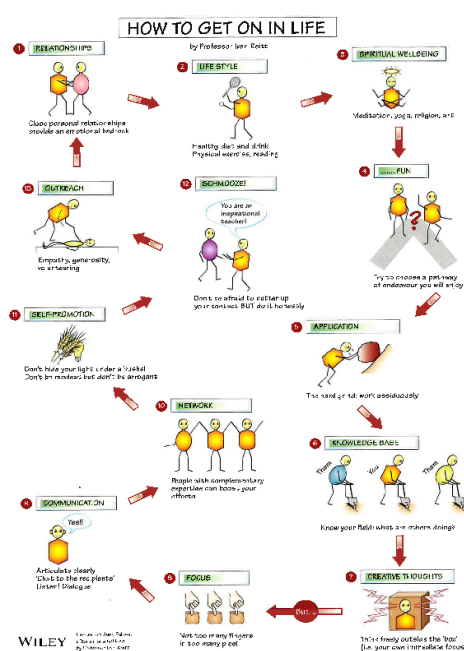
- открытым;
- добросовестным;
- экстравертом;
- приятным;
- невротиком (в смысле управления собственным и чужим беспокойством для того, чтобы стать более продуктивным).

В общем, приобретение этих атрибутов развивает «пытливый ум», который способен логически мыслить и решать проблемы в новых ситуациях независимо от полученных знаний по выбранной дисциплине. Для этого требуется усовершенствование и применение новой ненаучной лексики. Эти навыки и взаимосвязи описаны на рисунке 3.7.1.

#### Управление в бизнес-среде

*Подходы к деловой практике*

Деловая практика раньше разрабатывалась в виду важности увеличения выхода продукта,



**Рисунок 3.7.1 Как развивать и использовать «навыки межличностного общения».**  
Представлено с разрешения профессора Ивана Ройтта. Университет Мидлсекс

поэтому технически подготовленные люди были сосредоточены на многих указанных проблемах промышленности, включая согласованность с директивами Правительства и сотрудничество в рамках ограниченного бюджета. В рамках такой практики не выделялось достаточного времени, чтобы разрешать вопросы взаимоотношений между коллегами или рассматривать возможности информирования населения о предполагаемых улучшениях. Для организации, несомненно, более важной целью была выгода для себя, чем для отдельных лиц. В последнее же время наблюдается прорыв в понимании того, что деловые навыки подразумевают наличие определенной способности, обеспечивающей успех в работе со всеми слоями населения и на международном уровне. При этом не должно быть акцента только на технических достижениях. Несмотря на устойчивый междисциплинарный подход, предприятия заинтересованы как в практических, так и в технических навыках, особенно если они выражены на английском языке.

### *Наилучшая корпоративная практика*

Поскольку навыки межличностного общения являются необходимой частью повседневных деловых взаимоотношений, важно, что обучение таким поведенческим навыкам, или «навыкам людей», вводится в учебные курсы, позволяя профессионалам целенаправленно и эффективно взаимодействовать с коллегами и клиентами. Это формирует важную составляющую вклада в успех деятельности организации сотрудника, особенно того, который работает с клиентами в отделе продаж и может повлиять на достижения организации, прежде всего той, которая желает выйти на международный уровень.

В результате такой подготовки формируются усовершенствованные, мотивированные, надежные, энергично работающие сотрудники, умеющие защищать свою позицию на рабочем месте. Это способствует более активному взаимодействию с другими международными предприятиями, которые признают и ценят такие навыки.

Хотя следует признать, что большинство сотрудников подготовлены до требуемого уровня функционального опыта, навыки

межличностного общения преобразуют работника по следующим направлениям:

- а) трудолюбие;
- б) положительное отношение;
- в) открытое общение;
- г) способность планировать рабочее время;
- д) решение проблем;
- е) командный дух;
- ж) уверенность в своих силах;
- з) способность извлекать урок из критики;
- и) способность быть гибким и адаптироваться к новым ситуациям;
- к) способность хорошо работать даже в ситуации определённого давления;
- л) способность управлять конфликтами путем переговоров.

### **Навыки управления исследовательской работой и проектом**

Исследовательский проект является основной частью магистерской программы, этот подраздел предназначен для того, чтобы определить исследуемые вопросы/гипотезы<sup>9</sup> при проектировании вашего исследования, выбрать исследовательские инструменты, а также оказать помощь в понимании вопросов, связанных с исполнением исследовательского проекта и управлением им.

### *Основа хорошего исследования*

Хороший исследовательский проект следует начать с ряда вопросов, как указано в следующей таблице:

- 
- Исследовательский вопрос определяет дефицит знаний в предметной области и определяет методологию, выбранное для исследовательского проекта. Исследование может установить, чтобы ответить на ряд вопросов исследования
  - Гипотеза является заявлением, которое возникает из исследовательского вопроса и относится к взаимосвязи между двумя или более переменными

<b>Почему?</b>	Почему я выполняю этот проект? Что является контекстом? Что является целесообразным?
<b>Что?</b>	Что является целями проекта? Что является объектом? Что представляют собой этические вопросы, связанные с контекстом и научно-исследовательскими вопросами?
<b>Как?</b>	Какой является методология: 1. Количественная 2. Качественная Как и откуда я буду получать информацию (обзор литературы, экспериментальная часть)? Какие методы будут использоваться для сбора данных (аналитический, обзор, интервью, наблюдение)? Какие методы будут использоваться для анализа данных? Какие используются этические вопросы, связанные с методологией?
<b>Кто?</b>	Кто должен предоставлять мне 1. Проверку 2. Разрешение/доступ 3. Этическое разрешение 4. Оценку риска
<b>Как долго?</b>	Каковы сроки выполнения?

Планирование проекта включает в себя следующие характеристики:

- прежде всего, должны быть определены цели исследования, а затем выбрана соответствующая методология для его реализации. Например, это неправильно: сначала провести эксперимент, а затем искать пути анализа данных – эксперименты должны быть разработаны так, чтобы соответствовать подтвержденному плану анализа данных;
- тема исследования должна быть четко выраженной, приемлемой как для академических учреждений, так и специалистов-практиков;
- необходимо предусмотреть использование новых идей, открытость обзору; включить конструктивную критику исследований, проведенных к настоящему времени, и обеспечить содержание аналитических компонентов;
- проект должен быть сфокусированным и не слишком общим – помните, что вы имеете ограниченное время и ресурсы;
- ход работы всегда должен быть продуман заранее.

Этапы, которые создают любое эмпирическое исследование, указаны на рисунке 3.7.2.

Ранее мы отметили, что к исследованию необходимо готовиться заранее. Для этого более подробно рассмотрим этапы, которые ему предшествуют.

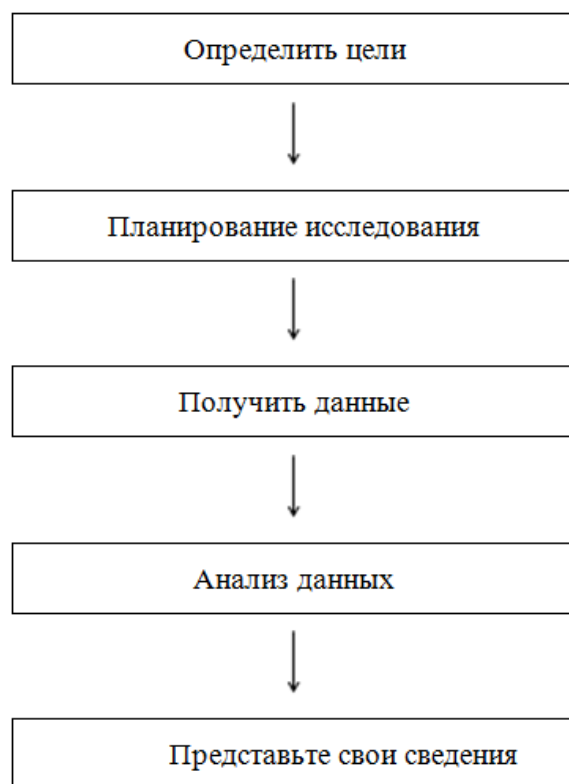


Рисунок 3.7.2 Этапы эмпирического исследования

## Определение целей исследования

Это означает выбор общей области исследования, а затем – определение конкретного исследовательского вопроса(ов) и гипотезы, которые вы хотите исследовать. Эти аспекты должны быть определены в самом начале исследования. Во-первых, должна быть обозначена общая предметная область – например, загрязнение воздуха, биологическое загрязнение почвы, химическое загрязнение почвы и т.д., или даже подтемы в этих областях, такие, например, как: кислотное осаждение/эффект или сельскохозяйственные стоки. Очень важно определение общей предметной области, поскольку вам нужно найти конкретную тему исследования в академической и, в случае необходимости, практической деятельности. Это очерчивает рамки, в которых расположена интересующая тема, и вы должны отобразить эту структуру в качестве части обзора литературы.

Перед определением конкретных вопросов и гипотез, на которые в процессе исследования будут даны ответы, нужно провести предварительные исследования. Есть два аспекта этого вопроса:

- определение характера темы как производной от обзора текущей литературы и разработки аналитической структуры, в рамках которой будет установлен вопрос (вопросы) вашего исследования;
- определение того, чего вы желаете достичь в ходе исследования – цель вашего проекта.

Вы должны тщательно проработать оба этих аспекта до окончательного определения способа, с помощью которого вы выражаете вопросы/гипотезы. Важной составляющей работы являются формулировки, поэтому они должны абсолютно ясно выражать, что вы собираетесь исследовать и чего ожидаете достичь в результате исследований.

Цели также должны быть обозначены максимально точно, потому что они определяют подход к сбору и анализу данных, который мы рассмотрим ниже. Необходимо обратить внимание на то, что они должны быть определены до специфики

исследования: иначе вы можете обнаружить, что план вашей работы не позволяет ответить на вопросы исследования или вы не можете получить все необходимые данные.

## Проектирование исследования

Проектирование исследования должно быть обусловлено необходимостью формирования данных, соответствующих анализу вопроса исследования. Оно также должно быть реалистичным, чтобы закончить всю работу в сроки и иметь доступный бюджет.

Три аспекта этого.

### *Характер необходимых данных и их источников*

Вы должны четко определить, какие данные необходимы для достижения цели вашего проекта и где вы собираетесь получить их.

Выводы, которые можно сделать после изучения, будут зависеть от количества и качества используемых данных. Следовательно, важно решить, что должно быть измерено или изучено, определить общее число измерений, которые должны быть сделаны (размер выборки) и т.д.

### *Методология сбора данных*

Вы должны определить конкретный подход к сбору данных, необходимый для достижения целей вашего проекта, и то, как вы собираетесь проводить исследование. Общая классификация исследовательской стратегии заключается в экспериментах и наблюдениях. Эти формы изучения подробно рассмотрены в следующей секции.

Объем исследования (например, число измерений, которые будут приняты, или число людей для интервью, сложность любого эксперимента или анкеты) будет зависеть от имеющихся ресурсов и его цели. Важно рассмотреть, является ли исследование полезным, и сбалансировать затраты на его выполнение, определив их как необходимые для достижения желаемого уровня точности результатов.

## Подход к анализу данных

Собрав данные, вам необходимо проанализировать их в ракурсе вопросов/гипотез исследования. При планировании исследования вы должны быть осведомлены об общем подходе, который предполагается использовать, и о том, как это повлияет на нужный результат, удовлетворяющий цели вашего проекта.

Важно проверить свой план путем проведения предварительных исследований. Они должны охватить все аспекты работы. Мы рассмотрим роль анкетных вопросов в следующем разделе, но предварительно укажем, что использование измерительного оборудования и других технических методов сбора данных также должно быть проверено. Вы должны убедиться, что сможете проанализировать данные, как это задумано. Если обнаружатся какие-либо проблемы, то в план исследования и, возможно, даже в формулировку цели исследования должны быть внесены коррективы.

## Управление проектом

Вы должны относиться к исследованию точно так же, как и к любому проекту на работе или в других областях вашей жизни. Исследование должно проводиться систематически на основе разработанного практического плана: предварительная подготовка, обоснование, непосредственно исследование, анализ и предоставление результатов. Вы должны тщательно проработать план и точно определить, что включено в исследование по проекту, какое время будет занимать каждый аспект и каковы результаты, планируемые к дате завершения проекта. Вы должны разделить работу на логические составляющие, например: сроки начала и завершения исследования, фаза анализа, составление и подготовка заключительного доклада по проекту. После этого необходимо определить промежуточные цели для своевременного и качественного достижения каждой из них.

Окончательный срок представления результатов исследования следует рассматривать как определенное задание. Вы должны планировать работу и прогнозировать, что должно быть сделано для достижения каждой цели, когда и что нужно завершить, прежде чем приступить к

следующему делу (например, получение доступа к определенным установкам или подготовка к проведению интервью).

Очевидно, что сначала вы не сможете планировать это детально, но, по мере продвижения в исследовании, содержание работы на каждом этапе станет более понятным, как и то, что необходимо делать в перспективе – на каждом новом этапе.

Это непрерывный процесс пересмотра настоящих позиций исследования и определение того, что должно быть сделано в будущем для достижения прогресса в работе по реализации основных целей, намеченных в вашем плане.

На ранней стадии определение сроков для этого общего плана работы также затруднительно, но оно станет понятнее по мере продвижения в исследовании. При решении ряда серьезных задач на пути достижения ключевых целей могут быть полезными следующие шаги:

- ◆ определение срока, когда стоит начать обзор литературы;
- ◆ обозначение предварительной даты завершения исследовательского проекта;
- ◆ определение предварительной даты завершения заключительного отчета.

Это обеспечивает предварительную базу для составления расписания, которое затем может быть разработано более подробно: на основе конкретных задач, связанных с целями.

Суть управления временем – это составление письменных планов как способ перспективного планирования, организации работы и обеспечения контроля ее качества. В процессе совершенствования ваших планов имейте в виду следующие моменты:

- ◆ запишите свои цели и то, что вам нужно сделать для их достижения, контролируйте свою работу, чтобы гарантировать, что у вас имеется четкая идея по задачам, и сориентироваться, насколько вы можете проследить их в конкретный момент времени;
- ◆ разделите свое время на управляемые части, основываясь на основных целях вашего проекта, а затем, по мере продвижения в работе, на подцелях и конкретных задачах (например, на сроках,

когда вы хотите завершить проектные предложения), после этого поделите это время на разделы для чтения, анализа, написания и т.д.;

- используйте ежемесячные и еженедельные графики для организации своей работы и для обзора прогресса;
- запланируйте часть времени на непредвиденные обстоятельства: исследование часто занимает больше времени, чем вы думаете, и вам, возможно, потребуется некоторые дополнительные действия, чтобы учесть данные моменты (например, вы не можете получить доступ к лабораторной базе в то время, когда вы это ожидали, или ответственный (с необходимыми полномочиями) человек отсутствовал на встрече по болезни именно тогда, когда вы планировали с ним встретиться);
- насколько возможно, придерживайтесь своего графика, но не бойтесь его пересматривать по мере изменения обстоятельств;
- убедитесь, что вы предусмотрели время для себя: важно, чтобы ваше видение проекта оставалось свежим, а лучший способ достижения этой цели – определить объем времени для работы над

проектом и выделить свободное время. Отчасти это может быть поощрением самого себя за решение определенных задач или достижение основных целей – за то, чего вы с нетерпением ожидали, когда конкретная часть работы завершалась.

Однако заметьте, что управление временем не является чем-то совершенным. Не обременяйте себя сложными, нереальными графиками – это означает, что вы теряете из виду то, чего пытаетесь достичь. План по управлению временем – это инструмент, который поможет вам сделать работу. Заставьте план «работать» на вас, а не становитесь его рабом, затрачивая больше времени на планы, чем на исследование!

Образец планов исследования, предоставленных в качестве примера того, каким образом они могут быть составлены.

### Примеры представления расписания проекта

Деятельность	Декабрь 2012	Январь 2013	Февраль 2013	Март 2013	Апрель 2013	Май 2013
Обзор литературы и определение целей проекта	x	x				
Получение этического одобрения и доступа		x				
Сбор данных		x	x	x		
Анализ данных			x	x	x	
Промежуточный доклад				x	x	
Итоговый отчет					x	x
Презентация и Устный экзамен						x

<i>Задание</i>	<i>Срок</i>
<i>Поиск и чтение литературы, определение аспектов исследования и целей проекта</i>	<i>Октябрь 2012 - февраль 2013</i>
<i>Отбор проб воды</i>	<i>14-18 января 2013</i>
<i>Пример обработки, подготовки и анализа</i>	<i>Январь 2013-февраль 2013</i>
<i>Написание и корректировка главы</i>	<i>Апрель 2013-Май 2014</i>
<i>Редактирование и печать</i>	<i>Май 2014</i>
<i>Представление диссертации</i>	<i>15 Мая 2014</i>

### Планирование рабочей зоны

Где бы вы ни планировали провести полевые исследования, важно получить письменное согласие на доступ к любым объектам во время всего исследования. В первую очередь, вы должны заручиться разрешением главного представителя/старшего менеджера компании/владельцев компаний и/или управляющего на участке. Вы должны не только получить согласие/разрешение на ваше исследование, но и узнать имя человека, с которым вы сможете поддерживать связь во время посещения объекта или в случае возникновения каких-либо вопросов.

Помните, что, когда вы занимаетесь полевыми работами, вы являетесь представителем вашей профессии и вашего университета. Вы все время должны действовать в соответствии с профессиональными и университетскими правилами.

Ниже приведен **список**, определяющий наиболее важные факторы:

- ✓ прежде чем начать полевые работы, убедитесь, что у вас есть необходимое этическое одобрение и документ, разрешающий доступ;
- ✓ убедитесь, что вы имеете гарантии согласия;
- ✓ придерживайтесь правил охраны здоровья, техники безопасности и инструкций безопасности в зоне вашей работы;
- ✓ уважайте собственность частных лиц и организаций;
- ✓ всегда носите с собой удостоверение личности и будьте готовы показать его по первому требованию;
- ✓ будьте пунктуальными – возможно, вам придется ждать, но вы не должны заставлять других ждать вас;
- ✓ в случае, когда отдельное лицо или организация оказались особенно полезными, после завершения работ им вручается благодарственное письмо, подтверждающее полезность этих полевых исследований;
- ✓ поддерживайте конфиденциальность и безопасность ваших данных во время их сбора, переноса и хранения.



### 3.8 Обучение во имя будущего: компетенции в области образования в интересах устойчивого развития

Татьяна Шакирова и Симон Хофнер

Адрес электронной почты:  
[simone.hofner@gmail.com](mailto:simone.hofner@gmail.com)

#### Введение

Данный подраздел коллективной монографии посвящен развитию навыков и компетенций педагогов – профессорско-преподавательского состава университетов, институтов и колледжей Казахстана, тренеров и экспертов из международных и неправительственных организаций, работающих в области устойчивого развития, экологического образования и образования для устойчивого развития (ОУР), с акцентом на тематику «водные ресурсы и управление водными ресурсами».

Современный Казахстан остро нуждается в квалифицированных педагогах: преподавателях, учителях, экспертах и тренерах, обладающих достаточными знаниями, навыками и компетенциями для устойчивого развития. Нехватка квалифицированных педагогов может быть барьером для успешной реализации «Концепции зеленой экономики» в Казахстане и интеграции зеленых подходов и принципов зеленого развития в повседневную педагогическую деятельность – как в процессы обучения, так и в поведение в окружающем мире и повседневную жизнь казахстанского общества.

Стратегия Европейской Экономической Комиссии ООН (ЕЭК ООН) по ОУР была принята министрами и другими должностными лицами министерств образования и охраны окружающей среды в регионе ЕЭК ООН на совместном Совещании высокого уровня. Совещание также объявило о начале Десятилетия ОУР Организации Объединенных Наций (2005-2014 годы).

«Цель Стратегии – вооружить людей знаниями и специальными навыками в области устойчивого развития, повысить их компетентность и уверенность в себе, а также расширить их возможности вести здоровый и плодотворный образ жизни в гармонии с природой и проявлять заботу о социальных

ценностях, равноправии полов и культурном многообразии» (ЕЭК ООН, 2005).

Устойчивое развитие описано в Стратегии ЕЭК ООН по образованию для устойчивого развития как «приверженное единым ценностям солидарности, равенства и взаимоуважения между людьми, странами и поколениями; развитие в гармонии с природой, удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Определение устойчивого развития согласуется как с Декларацией Организации Объединенных Наций о праве на развитие, закрепленной в резолюции 41/128 Генеральной Ассамблеи от 4 декабря 1986 года, и Декларацией Рио по окружающей среде и развитию» (ООН, 1992).

«Ключевыми темами устойчивого развития являются, в частности, сокращение масштабов нищеты, гражданственность, мир, этичность, ответственность в локальном и глобальном контексте, демократия и управление, справедливость, безопасность, права человека, здравоохранение, равноправие полов, культурное многообразие, развитие сельских и городских районов, экономика, структуры производства и потребления, корпоративная ответственность, охрана окружающей среды, управление природными ресурсами и биологическое и ландшафтное разнообразие» (ЕЭК ООН, 2005).

«Образование, помимо того, что оно является одним из прав человека, выступает и одной из предпосылок для достижения устойчивого развития и важнейшим инструментом эффективного управления, обоснованного принятия решений и развития демократии. Таким образом, образование в интересах устойчивого развития может содействовать воплощению нашего видения в действительность. Образование в интересах устойчивого развития развивает и укрепляет потенциал отдельных лиц, групп, сообществ, организаций и стран, позволяющий иметь собственные суждения и делать выбор в интересах устойчивого развития. Оно может способствовать изменению взглядов людей, давая им возможность делать наш мир более безопасным, более здоровым и более процветающим, тем самым, повышая качество жизни. Образование в интересах устойчивого развития может обеспечить

критическое мышление и способствовать повышению информированности, а также расширению возможностей, что позволит разрабатывать новые подходы и концепции и развивать новые методы и средства их осуществления» (ЕЭК ООН, 2005).

## Цели

Казахстан, как и другие страны Центральной Азии (ЦА) - Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан - объединяют общие природные экосистемы: горы и ледники, трансграничные водные источники, а также общие культурные корни и глубокие связи на этническом и политическом уровнях. После распада Советского Союза в 1991 году и последующего провозглашения независимости, страны Центральной Азии столкнулись с проблемами политического перехода в сочетании с переходом к рыночной экономике. Это повлияло на способность стран в решении вопросов устойчивого развития, включая социальные вопросы - образование, культуру, ценности и т.д. Новое время и новые вызовы требуют новых подходов в подготовке квалифицированных кадров в целом, и педагогов, в частности. Сегодня отсутствие достаточных знаний, навыков и компетенций педагогов в области устойчивого развития в школах, колледжах, университетах является одним из главных вызовов в Казахстане и повсеместно в ЦА.

В XXI веке мир столкнулся с новыми вызовами в области изменения климата, нехватки воды, энергии и продовольствия и низким уровнем грамотности. Уровень образования показывает уровень развития общества. Вот почему правильное понимание роли и места образования в обществе становится решающей темой в системах образования во многих странах. Сегодня люди возвращаются к национальным традициям, ценностям, экологически безопасным способам мышления и принятия решений и дружелюбному поведению в окружающем мире. Принципы ЮНЕСКО: учиться вместе, учиться друг у друга, учиться на собственном опыте, учиться во имя лучшего будущего - стали лозунгами для многих школ, университетов и сообществ.

«В ходе осуществления ОУР следует рассмотреть следующие области: совершенствование начального образования, переориентация образования в направлении устойчивого развития, повышение информированности общественности и поощрение профессиональной подготовки». Развитие устойчивого общества следует понимать как непрерывный процесс обучения и изменения, с участием различных субъектов, обеспечивающих управление и руководство в формальном, неформальном и информальном обучении. Это требует соответствующего усиления компетенций педагогов, руководителей и лиц, принимающих решения на всех уровнях образования».

Поэтому целью данного подраздела коллективной монографии является продвижение компетенций педагогов в ОУР повсеместно в Казахстане; описание их важной роли в обучающем процессе в университетах, как ключевых учреждениях высшего образования; а также мотивация преподавателей и студентов казахстанских вузов к внедрению компетенций ОУР в повседневную деятельность, образ жизни, поведение, практику и процессы принятия решений.

## Материалы, методы, результаты и обсуждение

Казахстан и другие страны ЦА, в силу своего геополитического расположения, имеют уникальную возможность принимать участие в процессах охраны окружающей среды и устойчивого развития в Европейском и Азиатско-Тихоокеанском регионах. Участие в процессах ОУР в обоих регионах дает ЦА странам возможность изучить лучший опыт своих партнеров, обмениваться передовым опытом и сверять приоритеты. Кроме того, ЦА субрегион может реализовывать наиболее подходящие успешные практики, принимая во внимание национальные условия, приоритеты и потребности.

Участники Совместного заседания по ОУР на уровне министров, которое состоялось в ходе Белградской конференции министров «Окружающая среда для Европы» в 2007 году, признали, что компетенции преподавателей зачастую являются узким местом на пути к реализации ОУР. Отсутствие соответствующих компетенций у

педагогов может помешать учащимся приобретать те ценности, навыки и знания, которые позволят им внести вклад в устойчивое развитие, принимать обоснованные и ответственные решения и действовать во имя охраны окружающей среды, экономической эффективности и справедливого общества для нынешнего и будущих поколений.

В ответ на высказанную таким образом озабоченность, была учреждена Группа экспертов ЕЭК ООН по компетенциям в области образования в интересах устойчивого развития в 2009 году. Группа разработала рамочную структуру ключевых компетенций для педагогов. Данная структура призвана служить руководством, определяющим, что следует знать преподавателям, что они должны уметь делать, какой образ жизни они должны вести, как им следует работать с другими людьми и какими они должны быть, чтобы внести свой вклад в ОУР. Компетенции группируются вокруг трех основных характеристик ОУР – целостного подхода; предвидения изменений и реализации преобразований.

Группа экспертов по компетенциям в области образования в интересах устойчивого развития получила мандат на подготовку документа, включающего:

- а) рекомендации общего характера для разработчиков политики, с тем, чтобы вооружить их инструментом, позволяющим интегрировать образование в интересах устойчивого развития в соответствующие директивные документы в целях создания стимулирующей среды для развития компетенций во всех секторах образования с уделением особого внимания формальному образованию;
- б) описание набора основных компетенций в области ОУР для преподавателей в качестве инструмента упрощения интеграции ОУР во все образовательные программы на всех уровнях, разработав, в частности, по возможности их определения, а также сформулировать руководящие принципы формирования этих компетенций у преподавателей.

В состав Группы экспертов вошли представители, назначенные государствами - членами и партнерами из всего региона ЕЭК ООН. Среди них имеются представители академического сообщества,

государственные должностные лица и эксперты из международных и неправительственных организаций. Группа экспертов принимала во внимание различные местные, национальные и региональные условия, а также глобальный контекст и стремилась обеспечить подготовку рекомендаций таким образом, чтобы они отражали многообразие региона ЕЭК ООН.

## **Рекомендации для разработчиков политики**

Рекомендации по вопросам политики должны рассматриваться на пяти уровнях: международном, региональном, национальном, субнациональном и организационном. В этих рекомендациях для разработчиков политики выделены ключевые направления действий, а именно повышение профессиональной квалификации преподавателей, руководство и управление учебными заведениями, разработка учебных программ и контроль и оценка.

Хотя эти рекомендации касаются компетенций преподавателей систем формального и неформального образования, а также неформального обучения, особое внимание в них в соответствии с упомянутым мандатом уделяется формальному образованию. В этих рекомендациях охвачены все ключевые аспекты систем образования, но лишь в той степени, в какой они могут оказывать непосредственное влияние на компетенции.

## **Рекомендации для повышения профессиональной квалификации в сфере образования**

*Центральным элементом любой инициативы по повышению профессиональной квалификации должно быть расширение возможностей преподавателей.*

Преподаватели являются важными проводниками изменений в системах образования. Эффективность преобразований в сфере образования зависит от настроек преподавателей на изменения, а также от их способности осуществить их и поддержки, которая им оказывается при этом.

*Обеспечение профессиональной подготовки и образования по вопросам ОУР для лиц, занимающих управленческие и руководящие должности в учебных заведениях.*

Руководство и управление являются главными факторами успеха преобразований в сфере образования на институциональном уровне.

*Следует обеспечить непрерывное повышение профессиональной квалификации преподавателей на основе развития их компетенций.*

С тем, чтобы можно было трансформировать существующую систему, например в результате ее критического осмысления, возможность развить свои компетенции должны иметь также и работающие преподаватели.

*Особое внимание должно уделяться развитию компетенций преподавателей, работающих в системе высшего образования.*

Высшие учебные заведения играют чрезвычайно важную роль в формировании будущих лидеров и специалистов в различных областях, включая образование. Признавая вклад академической свободы в формирование знаний, преподаватели этого уровня в то же время должны учитывать компетенции и стремиться развивать их.

## Компетенции

В настоящем разделе рассматриваются основные компетенции преподавателей в системе ОУР. "Компетенции" в настоящем документе конкретно касаются ОУР, а не образования в более общем смысле. Компетенции представлены в настоящем документе в таблице, за которой следуют более подробные разъяснения. Названия колонок отражают важнейшие характеристики ОУР, каковыми являются:

- а) *целостный подход*, ориентированный на интеграционное мышление и практику;
- б) *предвидение изменений*, предполагающее изучение альтернативных вариантов будущего, извлечение уроков из предыдущего опыта и стремление участвовать в текущей деятельности; и
- с) *реализация преобразований*, которые служат целям изменения способов обучения людей и систем поддержки образования.

Компетенции были сгруппированы по соответствующим графам таблицы на основе доклада, представленного ЮНЕСКО Международной комиссией по образованию. Для них была выбрана, с учетом ее полноты и охвата существенного набора категорий,

отражающих разнообразный опыт обучения, следующая схема представления:

а) "учиться, чтобы знать" означает понимание вызовов, с которыми сталкивается общество, как на местном, так и на глобальном уровне, и потенциальной роли преподавателей и учащихся (*преподаватель понимает...*);

б) "учиться делать" означает развитие практических навыков и деятельностной компетенции в связи с образованием в интересах устойчивого развития (*преподаватель способен...*);

в) "учиться жить вместе" – это обучение, способствующее развитию партнерства и позитивному восприятию явлений взаимозависимости, плюрализма, взаимопонимания и мира (*преподаватель работает с другими людьми таким образом, чтобы...*);

г) "учиться быть" означает развитие личностных характеристик и формирование способности действовать более самостоятельно, а также иметь свои суждения по поводу устойчивого развития и нести личную ответственность в связи с ним (*преподаватель – это человек, который...*).

Компетенции педагогов в области образования для устойчивого развития отражены в приведенной ниже таблице.

## Заключение

Компетенции в области ОУР, описываемые в настоящем документе, - это компетенции преподавателей, а не учащихся, хотя они тесно взаимосвязаны. Эти компетенции являются более широкими по сравнению с теми, которыми должны обладать отдельные преподаватели, для того, чтобы с высоким уровнем качества преподавать свою дисциплину. Такой набор компетенций является не каким-то «минимальным стандартом», которому должны удовлетворять все преподаватели, а скорее, целью, к достижению которой все преподаватели должны стремиться. Он не предназначен для регламентации поведенческих проявлений, а создает основу для повышения профессиональной квалификации преподавателей и имеет особенно большое значение для отдельных лиц, групп и учреждений, работа которых имеет эффект мультипликатора, например для тех, кто обучает будущих и действующих преподавателей.

«... модель развития, наблюдающаяся во всем мире, является неустойчивой. Мы столкнулись с настоящей необходимостью пересмотреть наш образ жизни и перейти от моделей, ведущих к неустойчивому потреблению ресурсов, деградации экосистем и эксплуатации людей, к модели, направленной на улучшение благополучия всех людей, живущих на нашей планете».

В Стратегии ЕЭК ООН для ОУР четко указывается, что ОУР реализуется в формальном, неформальном и информальном контекстах. Хотя в настоящем документе особое внимание уделяется формальному образованию, компетенции отражают знания и умения всех преподавателей, включая учителей, но, не ограничиваясь последними. Образование обеспечивается не только посредством формального обучения и преподавания, но и за счет обеспечения работы и поддержки преподавателей неформальной системы, действующих в информальном и социальном контекстах. Многие преподаватели не имеют звания учителя. Данный документ был подготовлен группой экспертов ЕЭК ООН по компетенциям в области ОУР и опубликован при поддержке Правительства Нидерландов.

Таблица 3.8.1 Компетенции преподавателей в области образования в интересах устойчивого развития

	<i>ЦЕЛОСТНЫЙ ПОДХОД</i> <i>Интеграционные мышление и практика</i>	<i>ПРЕДВИДЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ</i> <i>Прошлое, настоящее и будущее</i>	<i>РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ</i> <i>Люди, педагогика и системы образования</i>
<p><b>Учиться, чтобы знать</b> <i>Преподаватель понимает...</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основы системного мышления</li> <li>• то, как функционируют природные, социальные и экономические системы и каким образом они могут быть связаны друг с другом</li> <li>• взаимозависимый характер связей внутри нынешнего поколения и между поколениями, а также между бедными и богатыми и людьми и природой</li> <li>• свое личное мировоззрение и свои культурные представления и стремится понять мировоззрение и культурные представления других людей</li> <li>• связь между устойчивым будущим и тем, что мы думаем, как мы живем и работаем</li> <li>• свои собственные действия и мысли в отношении устойчивого развития</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• глубинные причины устойчивого развития</li> <li>• что устойчивое развитие является эволюционирующей концепцией</li> <li>• безотлагательную необходимость перехода от неустойчивой практики к продвинутой устойчивости равенства, солидарности и экологической устойчивости</li> <li>• важность постановки проблем, критического осмысления, предвидения и творческого мышления при планировании будущего и осуществлении преобразований</li> <li>• важность готовности к непредвиденным обстоятельствам и подхода, основанного на принятии мер предосторожности</li> <li>• важность научных доказательств как средства поддержки устойчивого развития</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• почему необходимо трансформировать образовательные системы, лежащие в основе обучения</li> <li>• почему необходимо изменить способы обучения/учения</li> <li>• почему необходимо готовить учащихся к принятию новых вызовов</li> <li>• важность использования опыта учащихся в качестве основы для преобразований</li> <li>• каким образом участие в решении реальных проблем способствует повышению результатов обучения, и помогает учащимся добиваться практических результатов</li> </ul>
<p><b>Учиться делать</b> <i>Преподаватель способен...</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• создавать возможности для обмена идеями и опытом в контексте различных дисциплин/мест/культур/поколений без предвзятости и предубеждений</li> <li>• работать с людьми, придерживающимися различных взглядов на дилеммы, проблемы, напряженность и конфликты</li> <li>• распространить на учащегося его локальную и общую сферы влияния</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• изменений в обществе и составлять концепцию устойчивого будущего</li> <li>• информировать о безотлагательной необходимости перемен и внушать надежды</li> <li>• облегчить оценку потенциальных последствий различных решений и действий</li> <li>• использовать природную, социальную и городскую среду, включая свое учреждение, в качестве контекста и источника обучения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способствовать развитию активного и ориентированного на учащихся образования, развивающего критическое мышление и формирующего активную гражданскую позицию</li> <li>• оценить результаты учебы с точки зрения изменений и достижений, имеющих отношение к устойчивому развитию</li> </ul>
<p><b>Учиться жить вместе</b> <i>Преподаватель работает с другими людьми таким образом, чтобы...</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• активно взаимодействовать с различными группами независимо от поколений, культур, мест и дисциплин</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способствовать появлению новых взглядов на мир, ориентированных на устойчивое развитие</li> <li>• способствовать согласованию альтернативных вариантов будущего</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• поставить под сомнение неустойчивую практику в рамках всех систем образования, в том числе, на институциональном уровне</li> <li>• помочь учащимся прояснить путем диалога свое собственное мировоззрение и мировоззрение других людей и признать существование альтернативных базовых концепций</li> </ul>
<p><b>Учиться быть</b> <i>Преподаватель – это человек, который...</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знает и принимает различные дисциплины, культуры и взгляды, включая знания и мировоззрение коренных народов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стремится внести позитивный вклад в жизнь других людей и их социальную и природную среду, как на местном, так и на глобальном уровнях</li> <li>• желает предпринимать продуманные действия даже в неопределенности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• готов поставить под сомнение представления, лежащие в основе неустойчивой практики</li> <li>• способствует процессу обучения и участвует в нем</li> <li>• является критически мыслящим практическим работником</li> <li>• вдохновляет на творчество инновации</li> <li>• работает с учащимися так, что это ведет к формированию позитивных взаимоотношений.</li> </ul>

## Раздел 4

# Примеры наилучшей практики управления очисткой воды

## 4. Примеры наилучшей практики управления очисткой воды

### 4.1 Городские системы очистки сточных вод

**Ирэн Микаел, Еврола Хапеш, Марлен Инес Васкез, Томазис Томази и Деспо Фатта-Кассинос**

Адрес электронной почты: [dfatta@ucy.ac.cy](mailto:dfatta@ucy.ac.cy)

#### Введение

Главной задачей очистки сточных вод является обеспечение условий безопасности окружающей среды от вредных городских и промышленных сливов. Традиционные очистные сооружения сточных вод (ТОССВ) включают различные физико-химические и биологические процессы, которые предназначены для уменьшения содержания твердых частиц, органических и питательных веществ, присутствующих в сточных водах. В последнее время ряд исследований, определяющих присутствие в очищенных сточных водах устойчивых органических соединений, так называемых возбудителей загрязнения, показал, что традиционные ТОССВ не в состоянии очистить эти типы загрязнений, в итоге они поступают в водную среду со стоками сточных вод (Fatta-Kassinou и др., 2011).

За последние 20 лет разработано и использовано множество передовых очистных технологий по удалению загрязняющих веществ, которые находятся в сточных водах, уже очищенных биологическим методом (Legrini и др., 1993; Klavarioti и др., 2009). Целью этого подраздела является краткое описание основных процессов очистки сточных вод, а именно: традиционных процессов очистки сточных вод и передовых методов очистки (мембранная фильтрация, адсорбция активированным углем и современные процессы химического окисления).

#### Традиционные методы очистки сточных вод

Традиционные методы очистки сточных вод обычно включают предварительную, начальную, среднюю, а иногда и третичную

стадии обработки с использованием различных биологических и физико-химических процессов, доступных для каждого этапа очистки.

#### *Предварительная обработка*

При поступлении в очистные сооружения сточные воды обычно проходят через первый этап – так называемую предварительную обработку, когда с помощью сетчатых полотен (сито) удерживаются крупные плавающие предметы, которые могут вызвать проблемы при очистных работах и повредить оборудование. Предварительные очистные работы, как правило, заключаются в грубой сортировке, удалении песка и, в некоторых случаях, в измельчении крупных объектов. Во всех камерах пескоуловителя поддерживается достаточно высокая скорость подачи сточных вод или пропускается поток воздуха для предотвращения оседания органических твердых веществ. Иногда дополнительно применяют дробильные аппараты для измельчения крупных частиц, которые в последующих процессах обработки удаляются в виде осадка.

#### *Первичная обработка*

Первичная обработка предназначена для дальнейшего уменьшения содержания твердых веществ в сточных водах (масел и жиров, песка, гравия и осевших твердых веществ) и части органического вещества, присутствующего в стоках. На этом этапе очистительные работы ведутся полностью механически с помощью фильтрации и седиментации, что, как правило, является одинаковым для всех традиционных очистных сооружений. При первичной обработке удаляется приблизительно 25-50% поступающего биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>), 50-70% общего объема взвешенных веществ (ООВВ), 65% масла и жира. Некоторая часть органического азота, органического фосфора и тяжелых металлов в виде твердых веществ также удаляется во время первичного отложения осадка, но этот процесс обработки никак не уменьшает содержание коллоидных и растворенных компонентов. Сточные воды после первичной седиментации называются первичными сточными водами.

#### *Вторичная обработка*



В различных ТОССВ вторичная обработка, основанная на биологических процессах удаления органических и/или питательных веществ, зависит, как правило, от наличия аэробных или анаэробных систем и поэтому может иметь отличительные особенности. В современных очистных сооружениях используют несколько методов очистки: очистка с активным илом; капельные фильтры, или биофильтры; окислительные камеры, вращающиеся биологические контакторы. Наиболее распространенным методом является очистка с применением традиционного активного ила (ТАИ). При ТАИ используют массу микроорганизмов (обычно бактерий) для аэробной очистки сточных вод. Органические загрязнители в сточных водах обеспечивают среду углеродом и энергией, необходимыми для поддержания роста микробов и их размножения, иногда для способствования росту добавляют азот и фосфор. Установки активного ила используют в различных механизмах и процессах для утилизации растворенного в воде кислорода, что способствует росту биологических хлопьев, которые хорошо удаляют органические вещества. Обычно профильтрованную сточную воду смешивают с различным количеством вторичной жидкости, содержащей высокую долю организмов, которые взяты из вторичного осветленного резервуара. Этот продукт называется смешанной жидкостью. Данную смесь путем перемешивания аэрируют с большим количеством воздуха для обеспечения кислородом и поддержания твердых веществ в виде суспензии. После определенного периода времени жидкость поступает в осветлитель для отстаивания. Часть бактерий удаляется осаждением, а частично очищенная вода направляется на дальнейшую обработку. Осевшие твердые частицы возвращаются обратно в первый бак для повторного процесса осаждения (Metcalf и Eddy, 2003). Основными эксплуатационными факторами, влияющими на биологическое удаление органической нагрузки в системах активированного ила, являются биохимическая потребность в кислороде (БПК<sub>5</sub>), взвешенные твердые частицы (ВТЧ), гидравлическое время удерживания (ГВУ), время удерживания шлама (ВУШ), соотношение пищевых микроорганизмов (П/М), смешанные жидкостно-взвешенные твердые частицы (ЖВТЧ), pH и температура (Drewes, 2007). В

процессе ТАИ обычно удаляются 85% БПК<sub>5</sub> и ООВВ, первоначально присутствующих в необработанных сточных водах, и некоторые тяжелые металлы.

### *Третичная обработка*

Третичные процессы очистки сточных вод применяются для удаления азота, фосфора и других загрязняющих веществ или частиц путем фильтрации с гранулированной средой (Batt и др., 2007). Загрузка фильтров, например, песка, используется для обеспечения дальнейшей очистки септического резервуара сточных вод, а также для обеспечения высокого уровня нитрификации. Септические резервуары спроектированы таким образом, что по несколько раз прогоняют сточные воды через медиа-слой.

### *Дезинфекция*

Основной целью обеззараживания является уменьшение количества болезнетворных микроорганизмов в обрабатываемой сточной воде. Традиционно сложилось так, что хлорирование является самым распространенным методом обеззараживания и используется во всем мире для дезинфекции сточных вод перед их сбросом в водоприемники, реки и океаны. Среди хлорируемых видов хлорреагентов самый высокий окислительный потенциал ( $E_0 = 1,48V$ ) имеет гипохлорит ( $ClO^-$ ), затем следуют газообразный хлор ( $E_0 = 1,36V$ ) и диоксид хлора ( $E_0 = 0,95V$ ) (Homem и Santos, 2011). Есть два основных недостатка использования дезинфицирующих средств на основе хлора: (i) угроза безопасности, связанная с хранением, транспортировкой и обработкой хлора, и (ii) возможное образование побочных продуктов дезинфекции, которые могут быть вредными и канцерогенными для людей (Ричардсон и др., 2007).

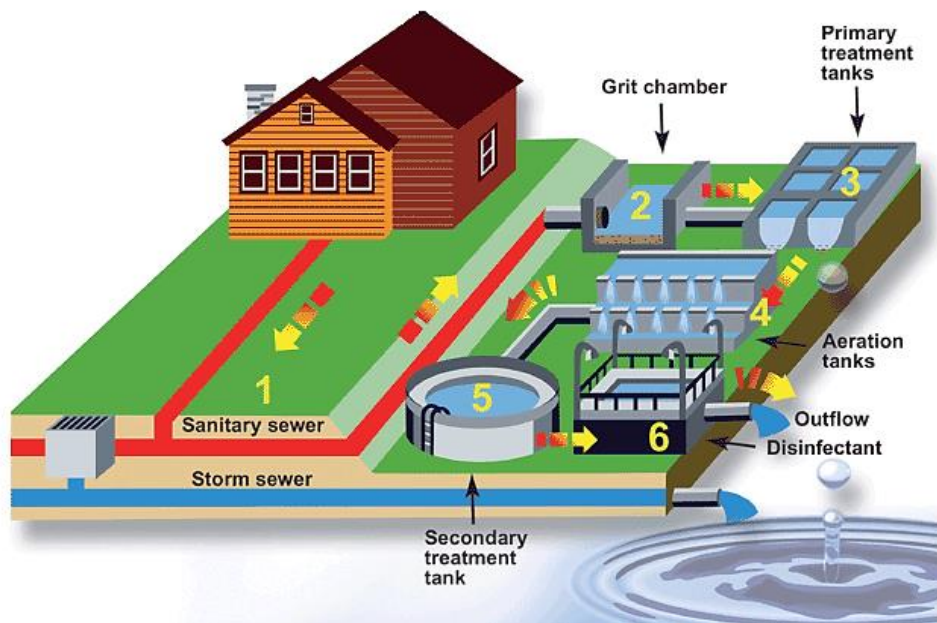
В очистных сооружениях также часто применяется ультрафиолетовое (УФ) обеззараживание. Фотолиз сточных вод осуществляется в результате прямого поглощения испускаемого света, приводящего к возбуждению органической молекулы из основного состояния в возбужденное синглетное состояние. Во время фотолиза органические молекулы расщепляются, в то время как сильные

реактивные агенты, такие как, например, синглетный кислород ( $^1\text{O}_2$ ), гидроксильные радикалы ( $\text{HO}^\bullet$ ) или алкильные перекисные радикалы ( $^\bullet\text{OOR}$ ) и электроны гидрата, генерируются на месте образования и могут значительно улучшить окисление в химической системе (Арнольд и McNeill, 2007). Тип блок-схемы ТОССВ приведен на рисунке 4.1.1.

существующих очистных сооружениях необходимо внедрить дополнительные процессы для снижения остаточной органической нагрузки после биологической очистки.

### *Мембранные процессы фильтрации*

Процессы на основе мембран находят все



**Рисунок** Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..1.1 Основные шаги обработки в ТОССВ (<http://www.waterbusiness.net/wastewater/images/a6f4e-rev.gif>)

### Передовые процессы очистки

Передовые процессы очистки сточных вод включают дополнительную очистку, которая необходима для извлечения взвешенных и растворенных компонентов, оставшихся после традиционной обработки. Растворенные компоненты могут находиться в диапазоне от относительно простых неорганических ионов до очень сложных синтетических органических соединений. В последние годы научным сообществом уделяется значительное внимание воздействию потенциально токсичных и биологически активных веществ, содержащихся в сточных водах, на окружающую среду. В результате требования к очистке сточных вод становятся все более строгими – как в отношении ограничения концентраций этих соединений в очищенных сточных водах, так и в установлении пределов токсичности сточных вод. Для соответствия новым требованиям в

большее применение в области очистки воды и стоков для получения высококачественной очищенной сточной воды, которая может быть повторно использована в различных целях. В последние десятилетия мембранные системы использовались в качестве заменителей вторичных отстойников в ТАИ очистных сооружениях (мембранные биореакторы – МБР). Таким образом, данный метод позволяет устранить проблемы при фильтровании и дает возможность работать с высокой концентрацией биомассы в биологических реакторах (Alonso и соавт., 2001). Мембранные процессы разделения под давлением включают микрофильтрацию (МФ, молекулярную массу отсеки ( $\text{ММО} \geq 300$  кДа), ультрафильтрацию (УФ,  $\text{ММО} = 10\text{-}300$  кДа), нанофильтрацию (НФ,  $\text{ММО} = 300$  кДа-300 Да) и обратный осмос (ОО,  $\text{ММО} < 300$  Да), которые имеют разные возможности извлечения содержащихся в сточных водах органических веществ. МФ и УФ характеризуются как очень эффективные методы удаления частиц органических

веществ, больших коллоидов и бактериальных клеток из сточных вод (Zularisam и др., 2007; Sentana и др., 2009). Поры в МФ и УФ слишком велики для отсортировки органических веществ с низкими молекулярными массами, в то время как мембраны, используемые в НФ и ОО, имеют малые размеры пор и эффективно отсортировывают значительные количества частиц, присутствующих в сточных водах (Lee и др., 2005).

### *Адсорбция с активированным углем*

Адсорбция считается хорошо обоснованным методом очистки воды и сточных вод, т.к. позволяет извлекать низкие концентрации гидрофобных органических соединений (Chaudhary и др., 2002; Gur-Reznik и др., 2008). Адсорбция с помощью активированного угля (АУ) в гранулированной (ГАУ) или порошкообразной (ПАУ) форме широко применяется для удаления трудно извлекаемых органических веществ при биологической очистке сточных вод. В принципе, неспецифические дисперсионные взаимодействия (например, сила ван-дер-Ваальса и дипольные взаимодействия, ковалентная связь и т.д.) являются доминирующими механизмами при извлечении органических соединений адсорбцией активированным углем (Aksu и Tunc, 2005). Эффективность удаления активированным углем в системе очистки зависит от свойств адсорбента, например, от его удельной поверхности, пористости, поверхностной полярности, физической формы материала и от характеристик адсорбента (например, молекулярная структура, заряд и гидрофобность). Более того, эффективность адсорбции органических соединений, присутствующих в сточных водах, с применением активированного угля может быть в значительной степени изменена рН фактором, температурой и появлением ряда частиц в растворе (Aksu и Tunc, 2005).

### *Передовые процессы химического окисления (ППХО)*

Передовые окислительные процессы (ПОП) характеризуются общей химической особенностью – образованием гидроксильных радикалов (НО•), которые могут быстро окислять широкий спектр органических загрязнителей с образованием CO<sub>2</sub> и

неорганических веществ (Litter, 2005). Во-вторых, для фтора ( $E_0 = 3,03 \text{ V}$ ) НО• является сильнейшим окислителем с потенциалом 2.80В. Константы скорости для большинства реакций с НО• в водных растворах, как правило, равны  $10^6\text{-}10^9 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  (Andreozzi и др., 1999). Благодаря существующим различным способам производства НО•, показатель универсальности окислительных процессов повышается, что облегчает соблюдение требований конкретного процесса очищения. В таблице 4.1.1 перечислены те окислительные процессы, которые были разработаны до настоящего времени. Данный список, конечно, не является окончательным, однако подчеркивает разнообразие основных процессов, разработанных и применяющихся в очистке сточных вод. Наиболее распространенными окислительными процессами, которые находят широкое применение в сфере водоснабжения/ремедиации сточных вод, наряду с фотолизом, протекающим под действием ультрафиолетового (УФ), или солнечного, излучения, являются реакции с перекисью водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), озоном (O<sub>3</sub>) и УФ-облучением; гомогенный фотокатализ с Фентон-реагентом; гетерогенный фотокатализ с полупроводниковыми материалами (например, TiO<sub>2</sub>), электрохимическое окисление, мокрое окисление воздуха и сонолиз.

Кроме того, процесс интеграции концептуально выгоден при очистке сточных вод, так как им можно устранить недостатки, связанные с каждым отдельным процессом и обеспечить большую эффективность очистки по сравнению с суммой эффективности, достигаемой при применении процессов по отдельности. Особое внимание уделяется комбинированию ПОП (при предварительной обработке или после стадии очистки) и биологическим системам обеззараживания сточных вод (Ollig и др., 2011). Несмотря на то, что фото-приводы ПОП очень эффективны для очистки сточных вод, их эксплуатация в настоящее время обходится довольно дорого. Сегодня научное сообщество сосредоточилось на фотокаталитических процессах как на способе снижения стоимости очистки, протекающих с участием солнечного излучения, которое является возобновляемым источником энергии (Malato и др., 2009).

### **Заключение**

Традиционные процессы в очистных сооружениях сточных вод применяются для ограничения загрязнения окружающей среды, т.е. для снижения органической и патогенной нагрузки, присутствующей в сточных водах. Тем не менее, последние достижения в области очистки сточных вод привели к новым технологиям, способным

извлекать основное количество остаточного органического вещества, включая стойкие органические загрязнители, присутствующие в биологически очищенных сточных водах. Очищенная вода при этом полностью соответствует самым строгим требованиям по её повторному использованию.

Таблица 4.1.1 Передовые окислительные процессы, используемые для очистки вод и стоков (Legrini и др., 1993; Goslich и др., 1997; Huston и Pignatello, 1999; Andreozzi и др., 2003; Parsons, 2004; Litter, 2005; Klavarioti и др., 2009; Malato и др., 2009) Смотрите также продолжение таблицы на страницах 117 и 118

ПОП	Ключевые реакции	Основные принципы
UV	$R-R + h\nu \rightarrow R-R^* \rightarrow 2R^*$ $R-R^* + O_2 \rightarrow R-R^{*+} + O_2^{\cdot-}$ ${}^3DOM^* + {}^3O_2 \rightarrow DOM + {}^1O_2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Прямое облучение приводит к переходу молекулы из основного состояния в возбужденное синглетное состояние. Образованные радикалы инициируют цепные реакции; например, радикал с радикальным центром у углерода (<math>R^{\bullet}</math>) вступает в реакцию с растворенным кислородом, образуя пероксильный (<math>RO_2^{\bullet}</math>) и кислородный (<math>RO^{\bullet}</math>) радикалы.</li> <li>▪ Фотолитиз (непрямой, или сенсibilизированный) может быть предпочтительным в присутствии природных веществ в системе (например, растворенного органического вещества (POB), которые могут выступать в качестве фотосенсibilизаторов, генерирующих сильные реактивные агенты, например, синглетный кислород (<math>{}^1O_2</math>) и гидроксильные радикалы (<math>HO^{\bullet}</math>)).</li> <li>▪ Недостатки: УФ-облучение с помощью ламп стоит дорого.</li> </ul>
iUV/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$H_2O_2 + h\nu \rightarrow HO^{\bullet} + HO^{\bullet}$ $HO^{\bullet} + H_2O_2 \rightarrow HO_2^{\bullet} + H_2O$ $HO_2^{\bullet} + H_2O_2 \rightarrow HO^{\bullet} + H_2O + O_2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>HO^{\bullet}</math> формируются за счет фотолитического расщепления <math>H_2O_2</math>.</li> <li>▪ Высокая концентрация <math>H_2O_2</math> позволяет удалить примеси, что делает процесс более эффективным.</li> <li>▪ Недостатки: низкая скорость образования радикалов из-за низкого коэффициента молярной экстинкции <math>H_2O_2</math> (18,7 моль см<sup>-1</sup> при 254 нм).</li> </ul>
O <sub>3</sub>	$O_3 + R \rightarrow R_{ox}$ $2O_3 + 2H_2O \rightarrow 2HO^{\bullet} + O_2 + 2HO_2^{\bullet}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ При отсутствии света озон может непосредственно реагировать с органическим субстратом (R) через медленные и селективные реакции или через быстрые и неселективные радикальные реакции, вызываемые <math>HO^{\bullet}</math>.</li> <li>▪ Недостатки: низкая растворимость <math>O_3</math> в воде, <math>O_3</math> способствует образованию побочных продуктов (броматов), повышает затраты.</li> </ul>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /O <sub>3</sub>	$O_3 + H_2O_2 \rightarrow HO^{\bullet} + O_2 + 2HO_2^{\bullet}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>H_2O_2</math> инициирует разложение <math>O_3</math> за счет переноса электронов.</li> <li>▪ Недостатки: дополнительные расходы <math>H_2O_2</math> по сравнению с <math>O_3</math>.</li> </ul>
UV/O <sub>3</sub>	$O_3 + h\nu + H_2O \rightarrow H_2O_2 + O_2$ $O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O({}^1D)$ $O({}^1D) + H_2O \rightarrow 2HO^{\bullet}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Образованный пероксид водорода подвергается фотолитизу (см. процесс УФ / <math>H_2O_2</math>), образуя <math>HO^{\bullet}</math>, а также вступает в реакцию с избытком озона.</li> <li>▪ Если <math>\lambda &lt; 300</math> нм, то происходит фотолитиз <math>O_3</math>, дополнительно образуются <math>HO^{\bullet}</math> и другие окислители, что способствует последующему повышению эффективности процесса.</li> <li>▪ Недостатки: значительные эксплуатационные затраты.</li> </ul>

ПОП	Ключевые реакции	Основные принципы
UV/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /O <sub>3</sub>	$O_3 + H_2O_2 + h\nu \rightarrow O_2 + HO^\bullet + HO_2^\bullet$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добавление светового излучения в процесс H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / O<sub>3</sub> создает результирующее увеличение эффективности за счет дополнительного образования Хо•.</li> <li>Недостатки: повышенные затраты.</li> </ul>
UV/TiO <sub>2</sub>	$TiO_2 + h\nu \rightarrow TiO_2 (e_{CB}^- + h_{VB}^+)$ $HO^\bullet + h_{VB}^+ \rightarrow HO^\bullet$ $O_2 + e_{CB}^- \rightarrow O_2^{\bullet -}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Когда частицы полупроводника возбуждаются световой энергией, которая выше ширины запрещенной зоны, то образуются электронно-дырочные пары.</li> <li>Валентные отверстия (H<sub>VB</sub><sup>+</sup>) являются сильными окислителями и способны окислять различные загрязняющие вещества, а также воду, что приводит к образованию гидроксильных радикалов, в то время как электроны в зонах проводимости (e<sub>CB</sub><sup>-</sup>) являются хорошими восстановителями, снижающими растворенный кислород O<sub>2</sub><sup>•-</sup></li> <li>Недостатки: низкий квантовый выход, необходимость в извлечении катализатора и регенерации.</li> </ul>
Фентон	$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + HO^\bullet + HO^\bullet$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Реакция Фентона (или темный Фентон) включает в себя использование H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и катализатора, обычно железа (в виде двух или трехвалентного иона железа) в кислой среде.</li> <li>Окисление Fe<sup>2+</sup> приводит к образованию HO•.</li> <li>Недостатки: низкое значение pH (2,8-3,0) фактора и необходимость удаления железа.</li> </ul>
Фото-Фентон	$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + HO^\bullet + HO^\bullet$ $Fe^{3+} + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + HO^\bullet$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Процесс фото-Фентона включает облучение солнечным светом или искусственным источником света. В присутствии света процесс может быть более эффективным из-за фотовосстановления Fe<sup>3+</sup> в Fe<sup>2+</sup>, образуется дополнительное количество HO•.</li> <li>Недостатки: низкое значение pH (2,8-3,0) и необходимость удаления железа. Дополнительные расходы для УФ-облучения.</li> <li>Солнечный Фентон имеет большее значение в связи с его перспективностью, действующей в рамках солнечного излучения, что значительно уменьшает стоимость эксплуатации.</li> </ul>
Электро-Фентон	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ $O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Есть два основных типа процессов Фентона, связанных с использованием электрохимического образования реагентов.</li> <li>В катодном процессе железо добавляется в виде соли Fe<sup>2+</sup> (или Fe<sup>3+</sup>). Источником H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> может быть или непосредственное добавление H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, или он может быть получен путем восстановления кислорода на катоде.</li> <li>В анодном процессе Фентона источником железа является железный анод.</li> <li>Недостатки: повышенные затраты, необходимые для высокой концентрации железа.</li> </ul>

ПОП	Ключевые реакции	Основные принципы
Сонолиз	$H_2O \rightarrow H\cdot + HO\cdot$	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сонохимическая деградация в водной фазе включает в себя несколько путей реакции и зоны, такие как: пиролиз внутри пузырька и/или на границе раздела пузырька и жидкости и реакции гидроксильных радикалов на поверхности раздела пузырька и жидкости и/или в жидкой массе.</li> <li>▪ Пиролитические реакции внутри или вблизи пузырька так же, как и решения фундаментальной химии, являются двумя основными путями предоставления сонохимической деградации.</li> <li>▪ Недостатки: высокая стоимость эксплуатации.</li> </ul>
Мокрое окисление (МО)	субстрат + $O_2 \rightarrow$ продукты распада	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ МО определяется как окисление веществ в водном растворе с помощью кислорода или воздуха при высокой температуре и высоком давлении (<math>T = 100-372^\circ C</math>; <math>P = 20-200</math> бар).</li> <li>▪ Недостатки: высокая стоимость эксплуатации.</li> </ul>

## 4.2 Технологии очистки питьевой воды и мониторинг качества воды

Марлен И. Васкес, Ирэн Майкл, Евроула Хапеша, Тоумазис Тоумази и Деспо Фатта-Касинос

Адрес электронной почты: dfatta@ucy.ac.cy

### Введение

Соответствующая очистка и мониторинг являются необходимыми составляющими производства и распределения безопасной питьевой воды. Они обеспечивают контроль качества воды из источников и выявляют биологические и химические угрозы, таким образом определяя ограничивающие условия для последующей очистки. С целью контроля суммарного эффекта всех этапов очистки и выявления качественного уровня питьевой воды перед поступлением в распределительную систему должен проводиться мониторинг на территории производства воды.

Целью этого подраздела является общий обзор всех доступных технологий очистки воды и параметров качества воды, которые необходимо принимать во внимание. В первой секции описываются различные типы

процессов очистки, применяемых на очистных станциях для обработки питьевой воды, в зависимости от качества необработанной воды. Вторая секция предоставляет основную информацию о качестве воды путем определения различных физико-химических и бактериологических параметров. Эти параметры являются обязательными для постоянного контроля процесса очистки и эффективности каждого отдельно взятого этапа обработки, поскольку этим гарантируется высокое качество питьевой воды.

### Процессы обработки, применяемые при очистке воды для питьевого потребления

Для выбора наиболее подходящего способа очистки воды необходимо принимать во внимание ряд факторов. К ним относятся: (i) источник происхождения, (ii) качество воды и количество источников, законодательные требования к конечному продукту, (iii) первоначальная стоимость и эксплуатационные затраты, (iv) местонахождение станций и расстояние до пунктов поставки, (v) воздействие на окружающую среду.

Источником воды для общественного потребления являются как поверхностные, так и подземные воды. Основным различием

между этими источниками является наличие или отсутствие кислорода. Контакт с кислородом упрощает некоторые химические процессы, например, процессы окисления.

Поверхностные воды попадают под воздействие природных органических веществ, различных микроорганизмов/бактерий и химических веществ. Стратификация и цветение водорослей также являются проблемой при использовании поверхностных вод для производства воды, предназначенной для питьевого потребления. Для очистки поверхностных вод обычно применяют методы дезинфекции, приводящие к образованию дезинфекционных побочных продуктов.

Подземные воды представляют собой относительно изолированную систему. У подземных вод ограниченный доступ к кислороду. Субстрат помогает уменьшить количество микроорганизмов, способных развиваться в этих условиях, и, следовательно, уменьшает нагрузку патогенных микроорганизмов грунтовых вод. В определении качества источника геология региона является особо важным фактором. Время пребывания грунтовых вод достаточно длительное, это означает, что загрязнение сохраняется на довольно большой период времени (Элдер, 2010).

Для выбора соответствующего процесса очистки во внимание принимаются следующие параметры: значение pH, щелочность, степень жесткости, мутность, количество природных органических веществ (ПОВ), общее количество растворенных твердых веществ и растворенного кислорода (Элдер, 2010).

В последнее время некоторые регионы со значительным дефицитом воды все больше и больше полагаются на использование соленой, солоноватой и обработанной сточной воды для питьевых или непитьевых целей. В большинстве случаев многократное использование очищенной сточной воды для питьевого назначения является косвенным и предполагает введение очищенной сточной воды в источник посредством метода пополнения. Для прямого потребления, питьевых целей используется только очень хорошо очищенная сточная вода.

Традиционный процесс очистки состоит из различных стадий (рисунок 4.2.1). Каждая

стадия имеет свое назначение, как описано ниже (Edzwald, 2010):

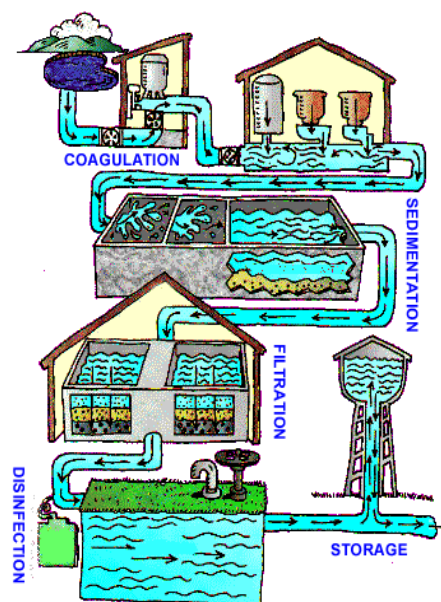


Рисунок Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..2.1 Традиционный процесс очистки воды ([www.epa.gov](http://www.epa.gov))

### Предварительная обработка

Большинство процессов очистки происходит путем (i) аэрации и отгонки воздуха для устранения летучих органических соединений и для окисления некоторых целевых веществ; (ii) просеивания для удаления крупных остатков и частиц; (iii) хранения; (iv) химического окисления с использованием дезинфицирующих средств для снижения микробной нагрузки; (v) pH регулирования, чтобы быть в диапазоне ближе к 7.

### Коагуляция и флокуляция

Коагуляция является методом укрупнения частиц в размере с целью упрощения их удаления на следующих стадиях очистки. Для коагуляции в основном используются соли железа и алюминия. Значение pH является важным параметром, т.к. оно влияет на химическую составляющую растворенного коагулянта. Следующий шаг заключается в быстром рассеивании коагулянта при интенсивном перемешивании. Целью флокуляции является достижение флокулированного осадка необходимого размера, который можно будет извлечь. Продолжительность пребывания стоков на очистном сооружении имеет большое значение в регулировании размера флокулированных осадков.

## Осаждение и флотация

Осаждение – это гравитационные процессы, направленные на удаление частиц из потока. Процесс оседания частиц основан на силе тяжести, в результате чего частицы, имеющие большую плотность, чем у воды, оседают. При флотации частицы легче воды, поэтому они остаются на поверхности.

## Фильтрация

Данный процесс в первую очередь применяется для удаления патогенных веществ и для улучшения степени прозрачности воды. Поток, проходящий через фильтры, обычно контролируется клапанами. Фильтры очищаются обратной промывкой, при этом песочные фильтры освобождаются медленной фильтрацией, происходит выскабливание верхнего песчаного слоя.

В последние годы весьма популярным стало применение мембран. Мембраны могут быть сгруппированы в две основные группы: микрофильтрация/ ультрафильтрация, с помощью которой удаляются частицы и микроорганизмы, и нанофильтрация/обратный осмос для извлечения растворенных веществ.

Диапазон очистки каждым методом представлен на рисунке 4.2.2. Из него видно, что некоторые методы микрофильтрации могут быть использованы для замещения гранулированных методов медиа-фильтрации. Мембраны также используются для удаления патогенов, таких как, лямблии и криптоспоридиум, и даже более мелких вирусов.

Для извлечения ионов и других растворенных частиц обычно применяются

методы ионного обмена и адсорбции. Задача ионного обмена заключается в притягивании разбавленных ионов к противоположно заряженному носителю, например, смоле и природному цеолиту. Основной целью ионного обмена является извлечение кальция и магния, т.е. элементов, придающих воде жесткость. Использование активированного угля является наиболее распространенным методом удаления органических соединений. Активированный уголь получают нагреванием угля или древесины приблизительно при температуре 900°C и соединением материала с двуокисью углерода или кислородом для его активации. Неорганическая абсорбционная среда используется для удаления неорганических соединений. Тем не менее, использование абсорбционной среды с широким спектром является наиболее приемлемым, так как она увеличивает ПОВ и, следовательно, уменьшает возможность формирования побочных дезинфекционных продуктов.

Некоторые природные системы используются как способ водоочистки – дополнительно к «традиционным» методам. Так можно уменьшить использование других химических веществ и снизить стоимость процесса. Для этих целей в основном используются береговая фильтрация и хранилище водоносного слоя. Данный метод применяется для уменьшения степени мутности, патогенных организмов и ПОВ.

## Дезинфекция

Дезинфекция – это один из методов очистки воды, основной целью которого является уничтожение микроорганизмов, вызывающих заболевания, передающиеся через воду. Для

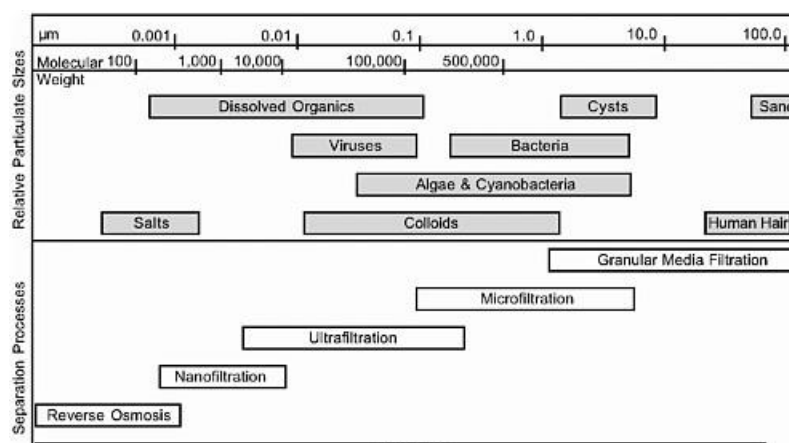


Рисунок 4.2.2 Диапазон размеров извлечения мембранным методом (Принято от: Pankratz и Tonner, 2003)



этой цели в воду добавляют химические вещества, например, свободный хлор. Главным недостатком химической дезинфекции является образование токсичных побочных продуктов. В этом случае обычно применяется двухуровневый подход, когда вода дважды дезинфицируется: предварительно на очистной станции (перед вводом в систему распределения) и в точках системы распределения потребителям, чтобы поддерживать остаточное дезинфицирующее средство по всей системе.

Ультрафиолетовые (УФ) методы также могут применяться для дезинфицирующих целей как дополнительный этап химической дезинфекции, а при определенных условиях могут даже заменить ее. УФ-лампа вызывает разрушение ДНК-цепей, которые не подлежат восстановлению, приводя к дезактивации патогенов. Использование УФ в сочетании с пероксидом водорода ( $H_2O_2$ ) является одним из приемлемых методов, который относится к передовым процессам химического окисления. Недостатками этого процесса являются повышенные эксплуатационные расходы и высокое потребление энергии.

### Мониторинг качества питьевой воды для водопотребления

В целях обеспечения качества воды обычно контролируется ряд параметров. Краткое описание наиболее важных параметров, оцениваемых в США и Европе, представлено в Приложении данного подраздела ([www.epa.gov](http://www.epa.gov), [www.europa.eu](http://www.europa.eu)). Следует отметить, что в Европе для некоторых параметров, таких как пестициды, радиоактивность и полициклические ароматические атомы углерода, определена общая концентрация. В США предел установлен для каждого конкретного вещества. Всемирная Организация Здравоохранения опубликовала 4-е Издание Руководства по качеству питьевой воды (Всемирная Организация Здравоохранения, 2011). Концепции планов обеспечения безопасности воды были объединены в методологию, в которой (i) оценивается система, (ii) контролируются и регулируются работа и обслуживание системы, (iii) проводится верификация химического и микробиологического качества, (iv) разрабатываются планы действий в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Эта новая перспектива обеспечивает более интегрированный подход, ориентированный

на сокращение разрыва между операционными процедурами и схемами мониторинга.

Усовершенствование химического анализа позволяет выявить в питьевой воде наличие химических веществ из разных групп даже с очень низким (нг/л) значением. Предполагается, что используемые 300 миллионов тонн синтетических соединений могут попасть в водоемы, а затем – в питьевую воду (Schwarzenbach и др., 2006). Недостаточная степень удаления этих веществ в очистных сооружениях сточных вод является одной из главных причин этого химического загрязнения (Fatta-Kassinos и др., 2011). В течение последних лет было зарегистрировано наличие нерегулируемых веществ в питьевой воде – фармацевтических препаратов, соединений эндокринного нарушения, некоторых нитрозаминов и побочных продуктов и т.д. (Richardson and Ternes, 2011, Всемирная Организация Здравоохранения, 2012). Контроль этих возбудителей загрязнения в большинстве случаев не регулируется законом. Обеспокоенность этим фактом увеличивается, поскольку неизвестно, насколько обнаруженные концентрации могут быть опасны для здоровья человека.

Для преодоления законодательных ограничений могут быть предложены некоторые методические указания, основанные на токсикологических данных определенных веществ (Schriks и др., 2010). Однако следует отметить, что такая информация обычно основывается на критических данных или на общих конечных результатах, например, на показателях уровня смертности. Исследование влияния на более чувствительные конечные результаты необходимо для того, чтобы оценить степень возможности неблагоприятных последствий из-за продолжающегося воздействия низких уровней.

### Заключение

Для выбора наилучшей технологии очистки воды из ряда доступных технологий необходим учет ряда критериев. Для применения наиболее подходящих методов устанавливается качество воды до и после очистки. Однако важно поддерживать развитие гибких систем, способных в случае необходимости к модернизации. Исследования влияния разнообразных веществ, присутствующих в питьевой воде,

все еще находятся на начальной стадии, чем больше мы будем знать об этом, тем больше будем нуждаться в мощных системах очистки. Надеемся, что развитие новых технологий в этом направлении повысит качество воды уже в ближайшем будущем.

**Приложение: Таблица 4.2.1 Наиболее важные оцененные параметры, загрязняющие вещества и потенциальные последствия для здоровья**

<b>Наиболее важные оцененные параметры</b>					
<b>Загрязняющее вещество</b>	<b>Значение США</b>	<b>Значение ЕС</b>	<b>Тип</b>	<b>Потенциальное влияние на здоровье от длительного воздействия, превышенного ПДК (если не указано как краткосрочное)</b>	<b>Источники загрязняющих веществ в питьевой воде</b>
<i>Криптоспоридия</i>	ноль		М	Желудочно-кишечные заболевания (диарея, рвота, судороги)	Фекальные отходы людей и животных
<i>Лямблия кишечная</i>	ноль		М	Желудочно-кишечные заболевания (диарея, рвота, судороги)	Фекальные отходы человека и животных
Количество гетеротрофных пластинок (КГП)	н/д		М	КГП не имеет последствий для здоровья; этот аналитический метод используется для измерения целого ряда бактерий, которые часто встречаются в воде. Чем ниже концентрация бактерий в питьевой воде, тем лучше обслуживается система воды	КГП измеряет спектр бактерий, которые естественным образом присутствуют в окружающей среде
<i>Легионелла</i>	ноль		М	Болезнь легионеров, тип пневмонии	Преимущественно находится в воде; размножается в системах отопления
Всего кишечных бактерий (в том числе фекальные колиформы и кишечные палочки)	ноль		М	Лично сам не является угрозой здоровью; он используется для выявления других потенциально вредных бактерий	Колиформы естественным образом присутствуют в окружающей среде; так же, как испражнение; фекальные колиформы и кишечная палочка, исходящие только от

					фекальных отходов людей и животных.
<i>Кишечная палочка</i>		ноль	М	Большинство типов являются безвредными. <i>Кишечная палочка</i> O157: H7 является причиной заболеваний, передаваемых через воду, таких, где присутствуют диарея и спазмы желудка	Индикатор фекальных отходов
<i>Энтерококки</i>		ноль	М	Большинство типов являются безвредными. Однако было обнаружено, что некоторые из них вызывают серьезные болезни. Они обычно устойчивы к антибиотикам и рассматриваются как опасные внутрибольничные патогены	Индикатор фекальных отходов
Вирусы (кишечные)	ноль		М	Желудочно-кишечные заболевания (диарея, рвота, судороги)	Фекальные отходы людей и животных
Хлор (как Cl <sub>2</sub> )	4		Х	Раздражение глаз/носа; дискомфорт в желудке	Используется водная добавка для контроля микробов

<b>Наиболее важные оцененные параметры</b>					
<b>Загрязняющее вещество</b>	<b>Значение США</b>	<b>Значение ЕС</b>	<b>Тип</b>	<b>Потенциальное влияние на здоровье от длительного воздействия, повышенного ПДК (если не указано как краткосрочное)</b>	<b>Источники загрязняющего вещества в питьевой воде</b>
Мышьяк	0	0.01	Х	Повреждения кожи или проблемы с циркулирующей системой, также может привести к повышенному риску заболевания раком	Эрозия природных месторождений; сток от фруктовых садов, стоки из отходов производства стекла и электроники
Кадмий	0.005	0.005	Х	Поражение почек	Коррозия оцинкованных труб; эрозия природных месторождений; отходы из металлических очистительных заводов;

					стоки из отходов батарей и красок
Хром (общий)	0.1	0.05	X	Аллергический дерматит	Выбросы заводов стали и целлюлозно-бумажных производств; эрозия природных месторождений
Цианид (в виде свободного цианида)	0.2	0.05	X	Повреждение нерва или проблемы щитовидной железы	Выбросы заводов стали/металла; отходы из производства пластики и удобрений
Фторид	4.0	1.5	X	Болезнь костей (боли и болезненность костей); появление у детей пятнистых зубов	Водная добавка, которая способствует укреплению зубов; эрозия природных месторождений; выбросы заводов удобрений и алюминия
Свинец	Ноль	0.01	X	Младенец и ребенок: замедление в физическом или умственном развитии; у детей могут появиться незначительные дефициты на уровне концентрации внимания и способности к обучению Взрослые: Проблемы с почками, высокое кровяное давление	Коррозия бытовой водопроводной системы; эрозия природных месторождений
Ртуть (неорганический)	0.002	0.001	X	Поражение почек	Эрозия природных месторождений; стоки заводов и фабрик; стоки полигонов и пахотных земель
Nitrate (measured as Nitrogen)	10	50	X	Infants below the age of six months who drink water containing nitrate in excess of the MCL could become seriously ill and, if untreated, may die. Symptoms include shortness of breath and blue-baby syndrome.	Runoff from fertilizer use; leaking from septic tanks, sewage; erosion of natural deposits
Нитриты (в расчете на азот)	1	0.5	X	У младенцев в возрасте до шести месяцев, которые	Стоки с использованными удобрениями;

				пьют воду, содержащую нитриты сверх ПДК, могут возникнуть серьезные заболевания, и если их не лечить, то младенец может умереть. Симптомы включают одышку и синдром цианоза у детей.	просачивающиеся из септических резервуаров сточные воды; эрозия природных месторождений
Бензол	Ноль	0.001	X	Анемия; снижение тромбоцитов крови; повышенный риск развития рака	Стоки заводов; выщелачивание из резервуаров для хранения газа и захоронения мусора
Диоксин (2,3,7,8-ТХДД)	Ноль		X	Репродуктивные сложности; повышенный риск развития рака	Распространение от сжигания отходов и других сгораний; стоки химических заводов
Толуол	1		X	Проблемы с нервной системой, почками или печенью	Отходы нефтедобывающих заводов
Винилхлорид	Ноль	0.0005	X	Повышенный риск рака	Выщелачивание из труб ПВХ; стоки из заводов по пластике

М: Микробиологический параметр, X: Химический

#### 4.3 Источники и появление фармацевтических отходов в водной среде

**Евроула Хапеш, Ирэн Майкл, Марлен Инес Васквез, Тоумазис Тоумазис и Деспо Фатта-Кассинос**

Адрес электронной почты: [dfatta@ucy.ac.cy](mailto:dfatta@ucy.ac.cy)

##### Введение

В последнее время в процессе изучения находятся фармацевтические вещества из-за своего постоянного присутствия и устойчивости в водной среде (Klavarioti и др., 2009). Ряд исследований, проведенных в течение последних двух десятилетий, показал, что многие органические микрозагрязнители, включая законные и незаконные медикаменты, не полностью удаляются на городских очистных сооружениях сточных вод (ОССВ) и поступают в экосистему вместе с обработанной сточной водой (Bendz и др.,

2005). В последние годы все больше усилий направляется на повторное использование сточных вод, в то же время возрастает обеспокоенность относительно наличия в сточных водах ксенобиотических соединений, включающих фармацевтические препараты. Эти соединения устойчивы к биологическому разложению на очистных сооружениях, а значит, могут поступать в водную среду, например, в поверхностные воды (Baker и Каспршик-Хордерн, 2011), или оседать в шламах, почве, (Göbel и др., 2004). Следовательно, они могут пребывать в окружающей среде в течение долгого времени. В этом подразделе мы предлагаем информацию о выявлении фармацевтических препаратов во взятых образцах воды и об исследованиях, проводившихся в течение нескольких лет, по выявлению таких соединений с применением передовых технологий хроматографии (ультражидкостная хроматография, масс-спектрометрия, четырехкратные детекторы и т.п.).

**Источники и появление фармацевтических препаратов в окружающей среде**

Фармацевтические препараты были признаны важной группой потенциальных эндокринных разрушающих веществ (ЭРВ), которые в последнее время стали объектом пристального внимания научного сообщества (Nikolaou и др., 2007). Они биологически и фармацевтически активны, разработаны таким образом, что действуют определенным способом в терапевтических концентрациях

компонента ила. Сточные воды больницы, будучи источником фармацевтических соединений, наряду со стоками аптек, обрабатывающей промышленности и результатами утилизации неиспользованной лекарственной продукции, в итоге поступают в окружающую среду. Отходы ветеринарных клиник и сельскохозяйственные сливы также являются потенциальными источниками

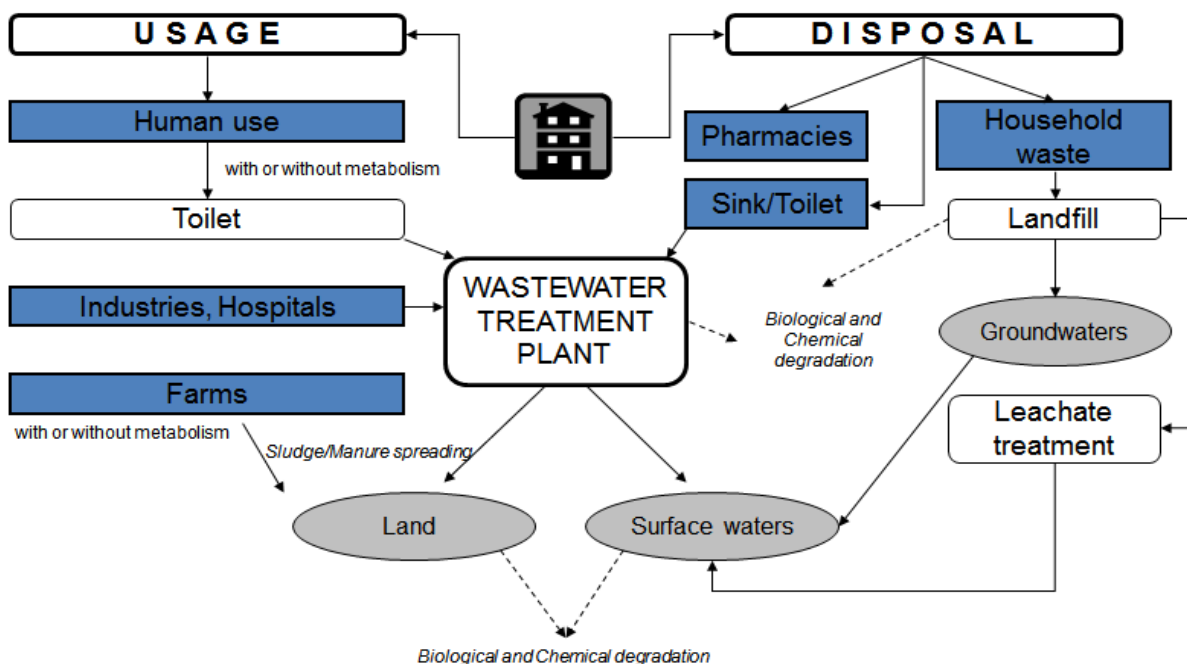


Рисунок 4.3.1 Источники и преобразования лекарственных средств в окружающей среде

(Kot-Wasik и др., 2007). На рисунке 4.3.1 показаны источники и преобразования фармацевтических соединений в окружающей среде. Как показано на рисунке 4.3.1, фармацевтические препараты и их метаболиты попадают в окружающую среду в основном посредством экскреции и удаления в сточную воду.

Эти соединения оказываются в окружающей среде различными способами. Многие из лекарственных средств, употребляемые людьми и животными, не могут быть полностью метаболизированы в организме, и, следовательно, большая часть этих соединений выходит из организма без изменений или частично расщепленной с помощью мочи и фекалий в бытовые сточные воды, а в дальнейшем – в ОССВ. Если они не устраняются в ходе традиционных процессов очистки сточных вод, то поступают в окружающую среду как часть конечного сброса стоков или в качестве

ветеринарной фармакологии в сточных водах и окружающей среде (Nikolaou и др., 2007).

В таблице 4.3.1 показана классификация фармацевтических препаратов в соответствии с их терапевтической активностью и группы фармацевтических соединений, которые обычно встречаются в окружающей среде. Во многих странах эти группы фармакологических препаратов были оценены по  $\text{нг л}^{-1}$  и  $\text{мкг л}^{-1}$  концентрациям в сточных и поверхностных водах.

Многие соответствующие исследования доказали, что очистные сооружения не полностью устраняют такие препараты, как нестероидные противовоспалительные лекарства (НПВП), антибиотики,  $\beta$ -блокаторы, и т.д., их присутствие было подтверждено в различных странах по всему миру в пределах концентрации от  $\text{нг л}^{-1}$  до  $\text{мкг л}^{-1}$  (Gros и др., 2006).

**Таблица 4.3.1 Наиболее распространенные фармацевтические загрязнители в окружающей среде (Nikalaou и др., 2007; Klavarioti и др., 2009).**

Терапевтическое использование		Тип и наименование фармацевтических веществ
Антибиотики		<i>Сульфаниламид:</i> сульфаметоксазол, <i>Фторхинолоны:</i> офлоксацин, ципрофлоксацин <i>Бактериостатический:</i> триметоприм, <i>Пенициллин группа:</i> пенициллин G, амоксициллин, эритромицин, тетрациклин
Обезболивающие / Жаропонижающие	Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) / Анальгетики / жаропонижающее средство	Диклофенак, напроксен, ибупрофен, кетопрофен, ацетаминофен, кодеин
Препараты ЦНС (центральная нервная система)	Антиэпилептические	Карбамазепин
	Стимуляторы ЦНС	Кофеин
Эндокринологическое лечение	Стероидные гормоны	17 $\alpha$ -этинилэстрадиола, эстрон, 17 $\beta$ -эстрадиол, эстриол
Диагностические адсорбируемые органические галоген-соединения	Йодированные рентгеноконтрастные вещества	Иопромид, иомепрола
Сердечно-сосудистые препараты	Бета-блокаторы	Пропранолол, атенолол, метопролол, соталол
	Холестерин и триглицерид редукторы	клофибриновой кислоты, гемифиброзил, безафибрат

Среди этих соединений диклофенак, ибупрофен, сульфаметоксазол, триметоприм, офлоксацин, атенолол, пропранолол, карбамазепин и клофибриновые кислоты являются наиболее широко распространенными фармацевтическими препаратами в поверхностных и сточных водах (Gros и др., 2006). Ряд публикаций был посвящен разработке аналитической методологии идентификации и количественной оценки некоторых лекарственных препаратов, принадлежащих к различным терапевтическим группам, в образцах окружающей среды

(сточные воды, поверхностные воды, питьевая вода, шлам и т.д.).

По данным исследований, пробы воды в Германии, Италии, США, Швеции, Великобритании, Южной Кореи и других странах содержат множество лекарственных препаратов, таких как диклофенак, ибупрофен, пропранолол, безафибрат, сульфаметоксазол, карбамазепин и др. в концентрации от <предела определения количества> (ПОК) до 15 мкг л<sup>-1</sup> (Bendz и др., 2005).

Тридцать два фармацевтических препарата выявлены в Германии в городских сточных водах, очистных и речных водах на уровне концентрации до 6,3 мкг л<sup>-1</sup>. Ибупрофен, кетопрофен, напроксен, диклофенак, атенолол, метопролол, пропранолол, триметоприм, сульфаметоксазол, карбамазепин и гемфиброзил обнаружены в реке Нбје в Швеции (с максимальной концентрацией в диапазоне от 0,12 до 2,2 мкг л<sup>-1</sup>). В Великобритании пропранолол (средняя концентрация 76 нг л<sup>-1</sup>) выявлен во всех городских очистных сооружениях сточных вод, диклофенак и ибупрофен со средней концентрацией 424 и 3086 нг л<sup>-1</sup> соответственно найдены примерно в 85% образцах (Bendz и др., 2005).

Таблица 4.3.2 представляет собой обобщенный обзор выборочных опубликованных данных о распространении лекарственных препаратов в различной водной среде в природе.

### Аналитические методы

Большинство последних аналитических исследований, связанных с фармацевтическими препаратами, направлено на развитие чувствительных и селективных аналитических методов, способных выявить загрязняющие вещества и определить их концентрации в различных образцах окружающей среды. В результате новейших достижений в области аналитических технологий стало возможным определение низких концентраций лекарственных препаратов в сточных, поверхностных (реки и ручьи) водах и в питьевой воде (Fatta -Kassinou и др., 2011).

Выявление лекарственных препаратов в пробах окружающей среды затруднено из-за низкой концентрации и сложности образца. В

настоящее время газовая хроматография в тандеме с масс-спектрометрией и жидкостная хроматография в тандеме с масс-спектрометрией, а также в сочетании с современными методами извлечения и поглощения являются наиболее часто используемыми методами, обеспечивающим и возможность идентификации и количественного определения многих фармацевтических соединений и их метаболитов до уровня  $\text{нг л}^{-1}$  (Nikolaou и др., 2007) в различных водных образцах.

Рисунок 4.3.2 представляет процедуру анализа фармацевтических соединений в различных водных образцах. Не существует единого аналитического метода для обнаружения всех фармацевтических препаратов. Для того, чтобы обнаружить

большинство лекарственных препаратов при минимальных концентрациях, необходимы сложные аналитические методы исследования с очень низкими пределами обнаружения (Kot-Wasik и др., 2007).

Процедура подготовки образца является одним из наиболее важных аспектов анализа органических соединений в пробах окружающей среды. Перед тем, как извлечь соединения из образца воды, образец обычно фильтруется для удаления взвешенных веществ через поры размером в  $0,45 \text{ мкм}$ . Следующим шагом является экстракция фармацевтических веществ из образца в небольшом объеме растворителя. Были разработаны и оптимизированы различные методы, наиболее часто используется метод твердофазной экстракции (ТФЭ). Согласно

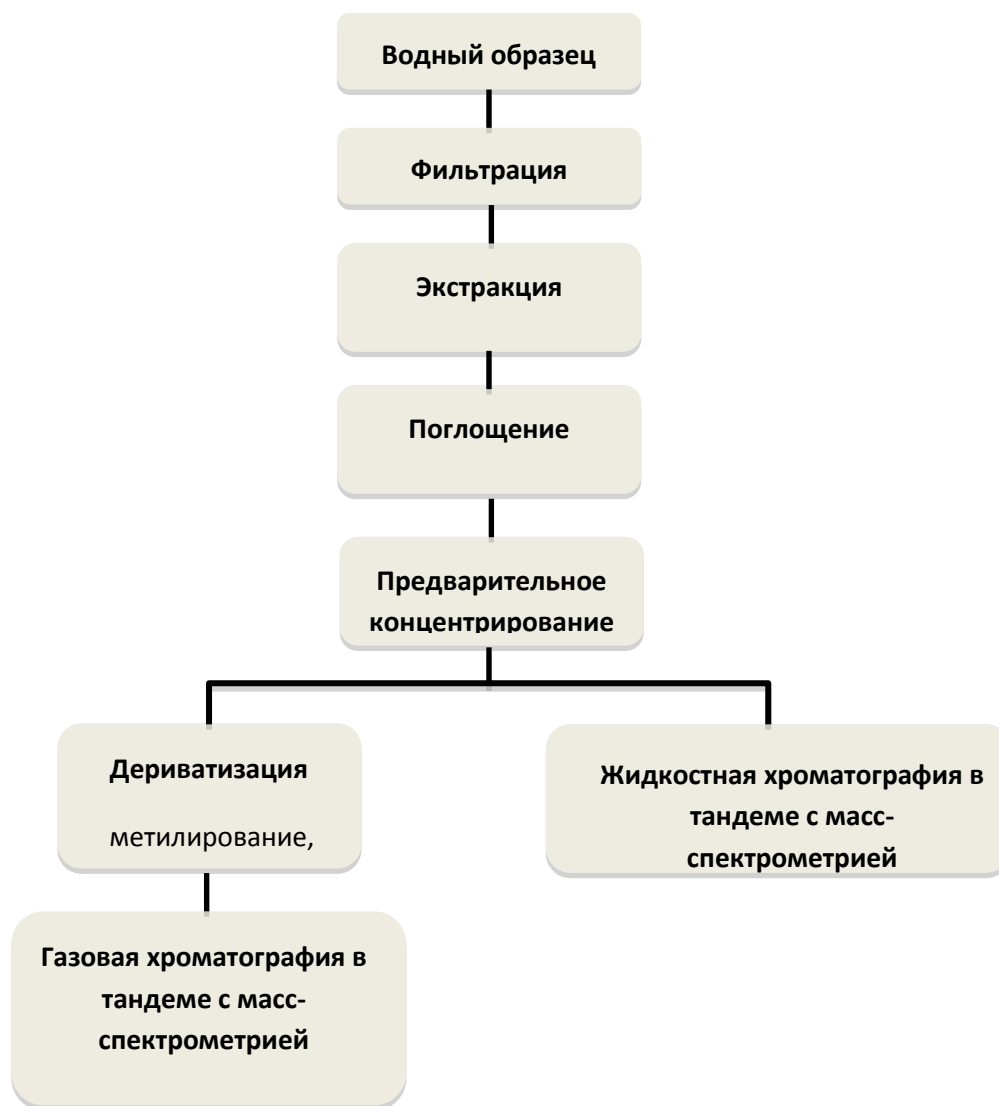


Рисунок 4.3.2 Типичные процедуры анализа лекарственных препаратов в водных образцах (Fatta и др., 2007)



научной литературе, именно этот метод экстракции чаще всего применяется для очистки фармацевтических препаратов в водных образцах. Для извлечения лекарственных средств были опробованы различные сорбенты.

В последние годы многие исследователи работали над изучением лекарственных препаратов в образцах воды и сточных вод с использованием различных методов (в зависимости от исследуемых соединений). Многие аналитические методы разработаны для определения целевых лекарственных препаратов в образцах воды. В последние годы представлены селективные аналитические методы для определения различных категорий лекарственных препаратов (Castiglioni и др., 2005).

Современные аналитические методы определения следовых концентрации лекарственных препаратов в пробах объектов окружающей среды, главным образом основаны на применении газовой и жидкостной хроматографии, которые разделяют соединения в очень сложных образцах. Следует подчеркнуть, что для анализа вод более часто применяется жидкостная хроматография, особенно в сочетании с масс-спектрометрией (МС) (Gross и др., 2006). Использование передовой жидкостной хроматографии в тандеме с масс-спектрометрией (ЖХ-МС<sup>2</sup>) для анализа окружающей среды позволило идентифицировать ряд группы лекарственных препаратов в различной водной среде.

Преимуществом сочетания методов является качественное обеспечение сведениями о выявлении фармацевтических препаратов в окружающей среде.

Тем не менее, при одновременном анализе соединений из различных групп с различными физико-химическими свойствами требуется выбрать экспериментальные условия для точного определения всех соединений. (Lin и др., 2005). В библиографическом справочнике отмечена возможность увеличения числа анализируемых соединений при одновременном их присутствии. Экстракция твердой фазы в жидкостной хроматографии в сочетании с методами масс-спектрометрии является основной; в некоторых случаях были применены различные методы извлечения.

## Заключение

В последние годы были разработаны и оптимизированы различные дополнительные аналитические методы по идентификации лекарственных препаратов для определения их низких концентраций в различных водных образцах.

Что касается современных инструментальных методик, которые применяются для определения лекарственных средств, то были опубликованы работы о методах хроматографии (жидкостной хроматографии, ультра- жидкостной хроматографии и газовой хроматографии) в тандеме с детекторами масс-спектрометра для идентификации и количественного определения этих органических соединений в окружающей среде. Одним из наиболее важных этапов в определении лекарственных препаратов является подготовка образца. Кроме того, принимая во внимание, что основным источником лекарственных препаратов является сток из городских очистных сооружений (ГОС), необходимы процедуры предварительной концентрации и экстракции. Несмотря на наличие современных методов, быстрый и точный анализ фармацевтических препаратов в низких концентрациях в сложных пробах окружающей среды все еще остается нерешенной задачей для научного сообщества.

Таблица 4.3.2 Отдельные данные из литературы о возникновении фармацевтических остатков в пробах водной среды (Kot-Wasik и др., 2007)

Группа лекарственных средств	Анализируемое вещество	Тип образца	Концентрация соединения (мкг / дм <sup>3</sup> )	Расположение	Ссылка
Антибиотики	Ципрофлоксацин	Поверхностная вода	0.294-0.405	Швейцария	<i>Golet u др., 2001</i>
	Офлоксацин	Сточные воды	2.67	Кипр	<i>Fatta-Kassinis u др., 2011</i>
	Сульфаметоксазол	Поверхностная вода	0.00048	Германия	<i>Hirsch u др., 1999</i>
Антибактериальные соединения	Эритромицин	Поверхностная вода	0.62	Германия	<i>Hirsch u др., 1999</i>
	Хлорамфеникол	Сточные воды	Макс-0.56	Германия	<i>Ternes, 2001</i>
Анальгетики и противовоспалительные препараты	Диклофенак	Сточные воды	0.0005-0.002	Канада	<i>Miao u др., 2002</i>
		Питьевая вода	0.4-0.9	Германия	<i>Kot-Wasik u др., 2006</i>
	Ибупрофен	Поверхностная вода	0.3-0.5	Польша	<i>Debska u др., 2005</i>
		Сточные воды	0.055-0.17	Польша	<i>Debska u др., 2005</i>
		Поверхностная вода	0.0005-0.002	Канада	<i>Miao u др., 2002</i>
		Речные воды	0.34	Германия	<i>Ternes, 2001</i>
Карбокси ибупрофен	Речные воды	0.34	Германия	<i>Ternes, 2001</i>	
Ацетилсалициловая кислота	Сточные воды	0.38	Германия	<i>Ternes, 2001</i>	
Гормоны	17β-эстрадиол	Стоки канализационных систем	0.02	Германия	<i>Ternes, 2001</i>
	Эстрон	Стоки канализационных систем	0.02	Германия	<i>Ternes, 2001</i>
	17α-ethinyestradiol	Сточные воды	0.02	Германия	<i>Ternes, 2001</i>
Бета-блокаторы	Пропранолол	Сточные воды	0.01-0.09	Италия и Франция	<i>Andreozzi u др., 2003</i>
		Сточные воды	0.13-0.18	Великобритания	<i>Hilton u др., 2003</i>
		Поверхностные воды	0.04	Великобритания	<i>Hilton u др., 2003</i>

#### 4.4 Извлечение фармацевтических препаратов из водных растворов биологическими методами и химическим окислением

**Ирэн Майкл, Евроула Хапеша, Марлен Инес Васквез, Тоумазис Тоумази, Деспо Фатта-Касинос**

Адрес электронной почты: [dfatta@ucy.ac.cy](mailto:dfatta@ucy.ac.cy)

##### Введение

В настоящее время во всем мире одной из основных экологических проблем является обеспечение населения чистой питьевой водой в достаточном объеме потребления. По сравнению с другими регионами мира Европа имеет достаточное количество водных ресурсов, поэтому сложилось мнение об их неисчерпаемости. Однако в последние десятилетия эта позиция была оспорена как из-за дефицита воды, так и из-за ухудшения ее качества. В разных странах данные разнятся, но в целом употребление воды на душу населения увеличивается. Во многих странах, особенно в тех, где сухие климатические условия, были разработаны стратегии по потреблению воды. Ряд правительственных органов обратил свое внимание на повторное использование очищенных городских сточных вод с целью уменьшения дефицита воды. Повторное использование очищенных городских сточных вод для нужд промышленности, сельского хозяйства и непитьевого муниципального использования становится все более важным компонентом практики управления водными ресурсами во всем мире.

Качество стока – это один из критериев, который определяет количество параметров, необходимых для получения разрешения на использование этой воды для орошения. До сих пор не существует никаких конкретных рекомендаций по регулированию повторного использования сточных вод. Средиземноморские европейские страны должны подчиняться требованиям Европейской Директивы (91/271/ЕЕС), которая указывает, что «очищенная сточная вода должна быть повторно использована, когда это целесообразно». Современные директивы по качеству воды для использования сточных вод преимущественно определяют риски,

связанные с наличием микробных организмов и химических параметров, таких как Биологическое Потребление Кислорода (БПК), Химическая Потребность в Кислороде (ХПК), кишечная палочка и черви, а в некоторых случаях – тяжелые металлы. И всё же этот список недостаточен для полной оценки рисков, связанных с повторным использованием сточной воды. Согласно проверенным фактам прошлого десятилетия, даже микрозагрязняющие вещества (например, фармацевтические препараты), присутствующие в очищенных сточных водах, составляют основную экологическую проблему (Ratola и др., 2012), что ранее было в значительной степени недооценено. С экотоксикологической точки зрения. Данные, доступные в настоящее время, подтверждают, что фармацевтические препараты могут оказывать различные воздействия (например, острая и хроническая токсичность, генотоксичность, цитотоксичность, влияние на нарушение эндокринной функции и т.д.) на экосистему и дикую природу.

По всему миру большое количество фармацевтических соединений на уровне от  $\text{нг л}^{-1}$  до  $\text{мкг л}^{-1}$  были обнаружены в очищенном потоке сточных вод. Антибиотики, регуляторы липидов в крови, противовоспалительные, анти-эпилептические транквилизаторы, рентгеновские контрастные вещества и стероидные гормоны являются наиболее представительными фармацевтическими препаратами, найденными в очистных сооружениях сточных вод (ОССВ) (Nikolaou и др., 2007). Это указывает на неэффективность обычных процессов обработки для необходимого удаления подобных соединений из городских сточных вод. Указанные масштабы лекарственных препаратов, обнаруженных в стоках, отличаются в разных странах, возможно, отражая изменчивые практики предписаний и различия в потреблении воды на душу населения (Drewes и др., 2007). Также были указаны сезонные изменения в концентрациях фармацевтических препаратов в стоках (Le- Minh и др., 2010).

В последние годы под пристальным вниманием находятся передовые окислительные процессы (ПОП), позволяющие осуществить эффективное разложение стойких органических веществ, соединяющихся в различных

фармацевтических препаратах, и на их основе разработаны ряд способов очистки сточных вод. ПОП были изучены в течение последних 30 лет, и научная литература, связанная с их разработкой и применением, достаточно обширна.

Цель этого подраздела заключается в кратком обзоре эффективности обычных биологических и передовых процессов очистки сточных вод химическим окислением, удаляющих различные фармацевтические соединения из водных растворов.

### Оценка качества очистки сточных вод от остатков фармацевтической продукции

Обычные очистные сооружения сточных вод не предназначены для извлечения фармацевтических остатков, и степень их удаления варьируется от частично удаленной до полной. Производительность (выражается в % извлечения) некоторых ОССВ с применением традиционных методов очистки для удаления фармацевтических препаратов, как описано в литературе, приведена в таблице 4.4.1.

При обычной очистке сточных вод эффективность удаления фармацевтических остатков зависит от их *физико-химических свойств*, а также от *эксплуатационных условий* процесса. Эти свойства влияют на любое соединение, которое останется в водной фазе, или будет взаимодействовать с твердыми частицами и адсорбируется в осадок сточных вод.

Удаление фармацевтических препаратов при обычном процессе очистки в основном зависит от их адсорбции из шлама и их деградации или преобразования в ходе активной очистки от ила. Гидролиз также может сыграть роль для некоторых соединений, в то время как не наблюдается фотолиз при очистке сточных вод из-за низкого воздействия света на соединения. Рисунок 4.4.1 представляет уровень гидрофильности и гидрофобности основных классов фармацевтических соединений. Предполагается, что *гидрофобные* фармацевтические остатки появляются в шламе при более высоких концентрациях, чем гидрофильные, потому что они имеют более близкое сходство с твердыми веществами и, следовательно,

концентрируются в богатой органическими осадками сточной воде. С другой стороны, фармацевтические препараты, которые являются гидрофильными и обладают высокой устойчивостью к большинству обычных процессов биологической очистки и в основном остаются в водной фазе очищенных стоков.

Основными эксплуатационными факторами, которые могут повлиять на биологическое удаление фармацевтических остатков в системе активированного ила, являются Биохимическая Потребность в Кислороде (БПК5), загрузка взвешенных твердых частиц (ВТЧ), время гидравлического удерживания (ВГУ), время удерживания шлама (ВУШ), соотношение пищевых микроорганизмов (П/М), смешанные жидко-взвешенные твердые частицы (СЖВТЧ), pH и температура (Drewes и др., 2007; Ковалева и др., 2012 г.). ВУШ связано с ростом скорости микроорганизмов. Высокое ВУШ предполагает обогащение растущих бактерий и, следовательно, обеспечивает большое разнообразие ферментов, некоторые из которых обладают способностью разлагать фармацевтические соединения. Однако часто эти операционные подробности не приводятся в исследованиях, доступных в литературе о преобразованиях и транспортировке фармацевтических остатков во время очистки сточных вод. Это представляет главную проблему для сравнения и обсуждения результатов.

### Оценка работы ПОП по удалению фармацевтических препаратов

ПОП делятся на фотохимические и нефотохимические процессы (Klavarioti и др., 2009). Для окисления многих классов фармацевтических препаратов среди различных ПОП широко и с успехом используются гомогенные и гетерогенные фотокатализаторы из-за их высокой способности образовывать гидроксильные радикалы при разложении перекиси водорода ( $H_2O_2$ ) двухвалентным железом ( $Fe^{2+}$ ) в кислой среде и активацией полупроводника (например,  $TiO_2$ ) с световым облучением, соответственно.

Другие процессы, которые были использованы, включают фотолиз под действием ультрафиолета (УФ), или солнечного излучения, в сочетании с  $H_2O_2$ , озонем ( $O_3$ ) и УФ облучением.

**Таблица 4.4.1 Примеры по извлечению фармацевтических соединений из сточных вод с помощью обычной биологической очистки**

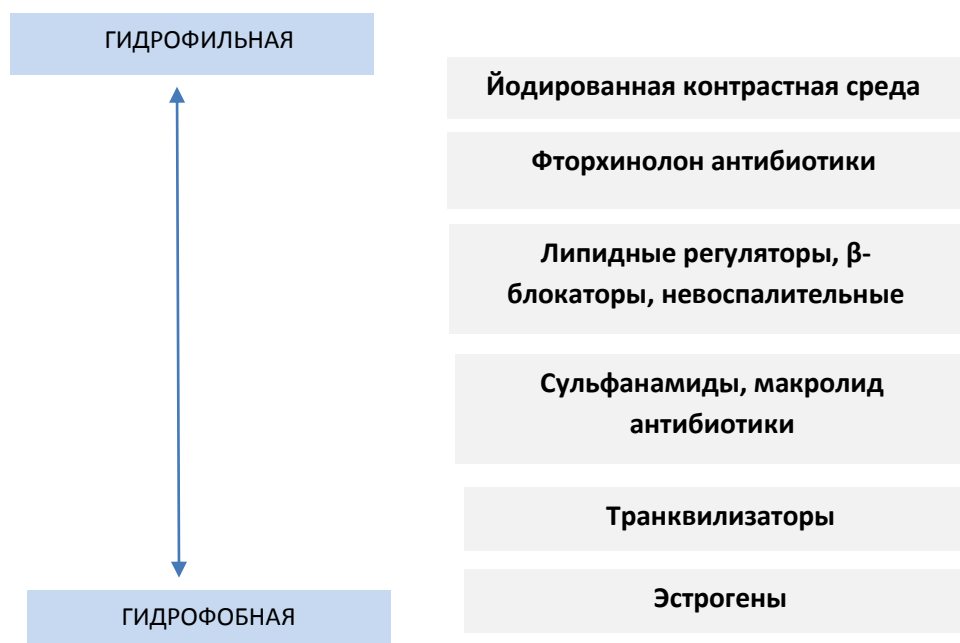
Соединения	Исходная концентрация примеси (нг л <sup>-1</sup> )	Концентрация в стоке (нг л <sup>-1</sup> ) / (% эффективности извлечения)	Ссылка *
Оксациллин	14	8 ( <b>43</b> )	Cha и др., 2006
Кларитромицин	59-1433	12-32 ( <b>99</b> )	Lin и др., 2009
Эритромицин	71-141	145-290 ( <b>79</b> )	Roberts и Thomas, 2006
	830 ± 270	620 ( <b>25</b> )	Ternes и др., 2007
Сульфаметоксазол	1090	210 ( <b>81</b> )	Yang и др., 2005
	390	310 ( <b>20</b> )	Brown и др., 2006
Сульфадиазин	72 ± 22	36 ( <b>50</b> )	Xu и др., 2007
Ципрофлоксацин	513	147 ( <b>71</b> )	Zuccato и др., 2010
Офлоксацин	470	110 ( <b>77</b> )	Brown и др., 2006
	7-287	7-52 ( <b>86</b> )	Lindberg et al., 2005
Триметоприм	930	480 ( <b>48</b> )	Watkinson и др., 2007
Тетрациклин	35	20 ( <b>43</b> )	Watkinson и др., 2007
Ибупрофен	2600-5700	910-2100 ( <b>63-65</b> )	Carballa и др., 2004
	330	260 ( <b>21</b> )	Stumpf и др., 1999
Диклофенак	790	200 ( <b>75</b> )	Stumpf и др., 1999
	905	780 ( <b>14</b> )	Clara и др., 2005
	1.5	0.9 ( <b>40</b> )	Gomez и др., 2007
Напроксен	1800-4600	800-2600 ( <b>43-56</b> )	Carballa и др., 2004
	600	520 ( <b>13</b> )	Stumpf и др., 1999
Клофибриновая кислота	1000	850 ( <b>15</b> )	Stumpf и др., 1999
Карбамазепин	0.15	0.13 ( <b>20</b> )	Gomez и др., 2007
Ацетаминофен	134	0.22 ( <b>99</b> )	Gomez и др., 2007
17α-этинилэстрадиола	1.8	0.36 ( <b>80</b> )	Baronti и др., 2000

Ультразвуковое облучение (или сонолиз), электролиз и окисление необработанного воздуха являются относительно новыми процессами в очистке сточных вод, поэтому неудивительно, что им уделялось меньше внимания, чем другим ПОП. Рисунок 4.4.2 представляет наиболее часто встречающиеся ПОП и наиболее важные параметры, влияющие на эффективность процесса по удалению фармацевтических препаратов.

В общем, эффективность процесса во многом зависит от состава водного раствора, дозы реагентов, рН, молекулярной структуры фармацевтических препаратов и его концентрации. ПОП были признаны эффективными процессами очистки для удаления фармацевтических соединений. Среди этих соединений диклофенак, амоксициллин, ацетаминофен, ибупрофен, карбамазепин и сульфаметоксазол (все принадлежат к различным терапевтическим классам фармацевтических препаратов)

являются наиболее широко исследованными фармацевтическими препаратами, так как они многократно были обнаружены в поверхностных и сточных водах (Andreozzi и др., 2003).

Несколько публикаций было посвящено очистке фармацевтических препаратов посредством ПОП в различных водных растворах (например, чистая вода, сбросы сточных вод, поверхностная вода, морская вода, искусственная вода с неорганическими ионами и т.д.) с основным акцентом, однако, на ультрачистую воду. Кроме того, хотя природная концентрация фармацевтических препаратов находится в диапазоне нг, мкг л<sup>-1</sup>, в большинстве исследований были изучены разложения фармацевтических препаратов при высоком уровне концентрации (мг л<sup>-1</sup>), что позволило точно определить остаточные концентрации субстрата с применением аналитических методов.



**Рисунок 4.4.1** Уровень гидрофильности и гидрофобности фармацевтических соединений (Фатта и др., 2007)

### Заключительные замечания и рекомендации

Обычные очистные сооружения никогда не были предназначены для удаления фармацевтических соединений. Из-за изменчивых фармацевтических свойств, а также из-за эксплуатационных условий биологического процесса эффективность удаления фармацевтических соединений существенно различается. Многократно используемые очищенные сточные воды (особенно для орошения в странах с сухими погодными условиями) должны быть свободны от фармацевтических соединений, поэтому необходимым фактором является применение новых и усовершенствованных технологий очистки сточных вод. ПОП считаются перспективными методами удаления загрязненных сточных вод, содержащих устойчивые фармацевтические препараты.

Эффективность ПОП в основном зависит от состава водного раствора, дозы реагентов, рН- фактора, молекулярной структуры фармацевтических препаратов и его концентрации. Нужно отметить, что общая минерализация редко достигается при применении ПОП, что указывает на образование стойких продуктов окисления, которые могут быть токсичны. Таким образом, токсикологические тесты для

контроля образования этих продуктов вместе с траекторией процесса являются обязательными для безопасного повторного использования сточных вод. Большинство пилотных масштабных исследований на станциях и участках необходимы для того, чтобы продемонстрировать эффективность удаления ПОП, которая возможна при различных условиях качества сточных вод и эксплуатационных параметров, а также ограничений, связанных с их выполнением. В итоге унифицированный подход к затратам сделает возможным теоретическое сравнение различных технологий, используемых для определения конкретных требований к качеству сточных вод.

### Фотохимические дополнительные технологии химического окисления

Фотолиз	Однородный фотокатализ	Гетерогенный фотокатализ
<ul style="list-style-type: none"><li>– Поглощение УФ энергии и квантовый выход конкретного соединения</li><li>– Водный раствор</li><li>– Тип УФ и доза</li><li>– <u>Время контакта</u></li><li>– <u>Исходная концентрация субстрата</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– <u>Доза перекиси водорода и железа</u></li><li>– Тип железа (<math>Fe^{2+}</math> или <math>Fe^{3+}</math>)</li><li>– <u>pH раствора</u></li><li>– <u>Температура</u></li><li>– <u>Интенсивность света</u></li><li>– Водный раствор</li><li>– <u>Исходная концентрация субстрата</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Тип катализатора и концентрация</li><li>– <u>pH раствора</u></li><li>– Добавление окислителя</li><li>– Водный раствор</li><li>– <u>Исходная концентрация субстрата</u></li></ul>

### Нефотохимические дополнительные технологии химического окисления

Ультразвук	Электрохимическое окисление	Озонирование	Окисление необработанного воздуха
<ul style="list-style-type: none"><li>– Интенсивность и частота <u>ультразвука</u></li><li>– Водный раствор</li><li>– <u>pH раствора</u></li><li>– <u>Температура</u></li><li>– <u>Добавление катализатора</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– <u>Материал анода и поверхность</u></li><li>– <u>Плотность тока</u></li><li>– <u>Концентрация и тип электролита</u></li><li>– <u>pH раствора</u></li><li>– <u>Исходная концентрация субстрата</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Дозы озона и скорость потока</li><li>– <u>pH раствора</u></li><li>– Добавление <math>H_2O_2</math></li><li>– Водный раствор</li><li>– <u>Исходная концентрация субстрата</u></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Давление</li><li>– Температура</li><li>– Водный раствор</li><li>– <u>Исходная концентрация субстрата</u></li></ul>

Рисунок 4.4.2 Основные параметры, влияющие на эффективность ПОП в извлечении фармацевтических препаратов из водных растворов

## 4.5 Потенциальные последствия, связанные с повторным использованием сточных вод в сельском хозяйстве

Ирэн Майкл, Евроула Хапеша, Марлен Инес Васквез, Тоумазис Тоумазис, Деспо Фатта-Касинос

Адрес электронной почты: dfatta@ucy.ac.cy

### Введение

В ответ на возрастающую проблему нехватки воды в засушливых районах в наши дни широко используется повторно обработанная городская сточная вода для сельскохозяйственного орошения. Практика повторного использования сточных вод в сельском хозяйстве сопровождается рядом преимуществ, связанных с обогащением почвы питательными веществами,

присутствующими в очищенных сточных водах (Munay и Ray, 2010). Очищенная городская сточная вода является важным источником питательных веществ и органических материалов, которые могут быть использованы для оросительных целей, что улучшает свойства почвы и уменьшает использование синтетических удобрений. Однако существует общая нехватка знаний о стоке растворенных органических веществ (РОВ), которые содержатся в городских сточных водах даже после его третичной очистки, и потенциальных последствиях, связанных с его поступлением в окружающую среду. Существуют противоречивые данные о влиянии РОВ на водные микроорганизмы и окружающую среду, и литература по этой теме ограничена. Основные риски, связанные с повторным использованием сточных вод для орошения, следующие: (i) накопление в почвенном слое и поглощение зерновыми культурами различных органических соединений и тяжелых металлов, которые могут негативно повлиять на сельскохозяйственное

производство; (ii) ухудшение качества грунтовых вод различными мелиорированными микрозагрязнителями, мигрирующими и накапливающимися в почве и в водоносных горизонтах, (iii) развитие и увеличение сопротивляемости к антибиотикам из-за неконтролируемого выброса антибиотиков в окружающую среду через повторное использование сточных вод (Kalavrouziotis и др., 2008; Rizzo и др. 2013). Этот подраздел, в первую очередь, о химической структуре РОВ и связанных с ними фракций. Подраздел также посвящен основным экологическим проблемам, которые могут быть связаны с повторным использованием очищенной сточной воды для применения в сельском хозяйстве.

### Состав растворенных органических веществ

РОВ присутствуют в биологически очищенных сточных водах и в основном состоят из: (i) природных органических веществ (ПОВ), которые извлекаются из источников питьевой воды, (ii) растворимых продуктов жизнедеятельности микробов (РПЖМ), которые образуются во время процессов биологической очистки сточных вод (т.е. активированный ил) и (iii) следовых уровней синтетических органических соединений, полученных в ходе бытового и / или промышленного применения (фармацевтические препараты, средства личной гигиены, а также другие сложные соединения) (Drewes и др., 2003) (рисунок 4.5.1).

Природное органическое вещество (ПОВ) является общим термином, обозначающим все органические соединения (ароматические и алифатические углеводородные молекулы), присутствующие в природной воде, т.е. в поверхностных, грунтовых водах и водах в порах почвы (Świetlik и др., 2004). Состав ПОВ сильно зависит от его происхождения, климатических условий и биогеохимических циклов окружающей среды (Fabris и др., 2008).

Растворимые органические продукты (РОП) являются соединениями микробного происхождения, было обнаружено, что они

содержат большую часть потока растворенного органического углерода (РОУ) (Shon и др., 2013). Гуминовые вещества, углеводы и белки были успешно определены как основные компоненты РОП, хотя их точный состав остается неясным (Liang и др., 2007).

Следовые (микро) уровни синтетических органических соединений: это микрозагрязняющие вещества, которые содержатся в очищенных сточных водах и включают в себя соединения эндокринного нарушения (СЭН), фармацевтические препараты, средства личной гигиены и много других сложных соединений (пластификаторы, поверхностно-активные вещества, пестициды, моющие средства и т.д.).

Здесь следует отметить, что РОВ также содержат различные тяжелые металлы (например, Cd, Co, Ni, Cr, Pb), которые могут накапливаться в почве через повторное использование сточных вод, в конечном счете, влияя на рост растений, на здоровье человека и животных и на качество окружающей среды (Фатта-Кассинос и др., 2011).

### Эффекты, связанные с РОВ и повторным использованием сточных вод в сельском хозяйстве

Утилизируемая сточная вода в настоящее время широко используется повторно, но, как было указано в недавнем обзоре (Фатта-Кассинос и др., 2011), сведения о потенциальных последствиях этой практики, особенно в связи с наличием РОВ в очищенных стоках, по-прежнему неполные. По имеющимся данным, РОВ оказывают двойственный и противоречивый эффект на различные водные организмы (Bejarano и др., 2005):

(i) РОВ содержат множество лиганд, которые способствуют связыванию неорганических и органических загрязняющих веществ, потенциально снижая их биоаккумуляцию в подверженных организмах.



(ii) РОВ могут накапливаться на биологических поверхностях и влиять на микроорганизмы

Какой эффект преобладает в реальных условиях окружающей среды, зависит от физико-химических характеристик РОВ и функциональной структуры различных биологических видов, а также от условий воздействия (Sanchez-Marin и др., 2011).

В целом, по отношению к экологическим рискам, связанным с РОВ, проявлен небольшой интерес, поскольку все исследования были посвящены конкретным загрязняющим микровеществам, присутствующим в очищенных сточных водах (например, фармацевтические препараты, тяжелые металлы и т.д.). Количество фармацевтических препаратов, присутствующих в РОВ, может негативно повлиять на окружающую среду. Диклофенак, эстрадиол (E2) и этинилэстрадиол (EE2), включены в перечень ЕС приоритетных соединений, представляющих серьезную опасность для водной среды (Директива 2000/60/ЕС). В апреле 2013 года Совет и Европейский парламент достигли неофициального соглашения по приоритетным веществам в области политики водного пространства.

Кроме того, попадание антибиотиков в окружающую среду через сбросы сточных вод и/или повторное применение представляют особый интерес, так как воздействие ядовитых бактерий на антибиотический остаток может вызвать

сопротивление. Несмотря на то что, в научной литературе были задокументированы наличие антибиотиков в очищенных городских сточных водах и активации антибиотической устойчивости бактерии и генов (Rizzo и др., 2013), до сих пор не существует никакого законодательства, по данной проблеме. Тем не менее, приоритетные загрязняющие вещества составляют лишь часть большой химической головоломки РОВ; существует разнообразная группа органических загрязнителей, присутствующих в РОВ, которые увеличивают риски по отношению к людям и окружающей среде.

Фатта-Кассинос и др. (2011) представили обширный анализ токсичности (острой и хронической) различных фармацевтических соединений, а также их поглощения почвой и растениями во время повторного использования сточных вод. Муньос и др. (2009) исследовали возможные экологические риски орошения сельскохозяйственных культур с использованием вторичных очищенных городских сточных вод, содержащих 27 основных загрязняющих веществ (фармацевтические лекарства, пестициды, средства личной гигиены и другие товары повседневного использования и т.д.). По результатам их исследования была выявлена необходимость в третичной очистке до повторного использования сточных вод в сельском хозяйстве, в целях предотвращения токсического действия на экосистемы. В недавнем анализе Педреро и др. (2010) было

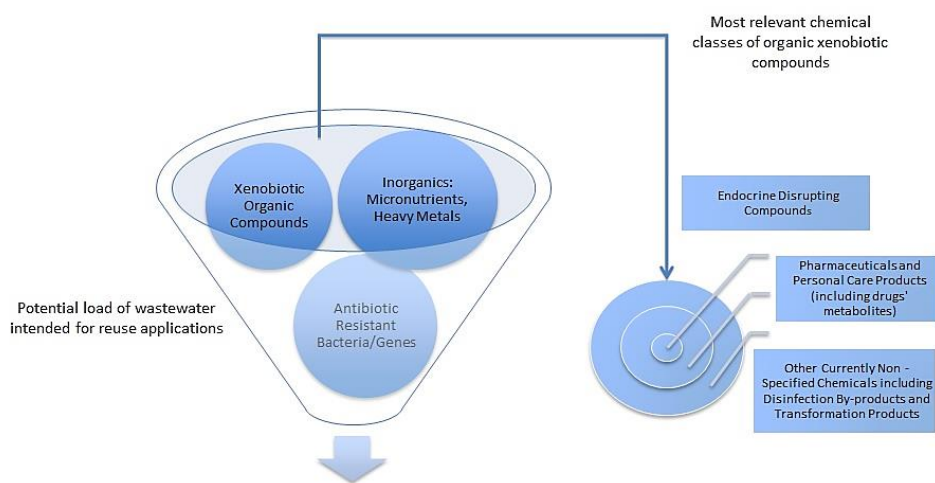


Рисунок 4.5.1 Нагрузка потока очищенной сточной воды в соответствии с текущими данными (Фатта-Кассинос и др., 2011)

представлено состояние повторного использования сточных вод в бассейне Средиземного моря (т.е. Греции и Испании), наряду с исследованиями, связанными с воздействием на почву и растения. Однако основной темой этого исследования было влияние конкретных металлов, присутствующих в очищенных сточных водах, а не РОВ. Кроме того, состояние повторного использования обработанных сточных вод в Греции, Израиле, Италии и на Кипре было недавно исследовано Калавроузиотисом и др. (2013). Авторы подчеркнули необходимость интенсивных исследований эффективных стратегий повторного использования сточных вод в ракурсе наличия тяжелых металлов и ксенобиотиков в очищенных сточных водах, чтобы соответствовать будущим потребностям в высококачественных стоках для неограниченного использования.

## Заключение

Несмотря на то, что повторное использование сточных вод – это стратегия, которая получила широкое признание и быстро развивается, есть значительный ряд вопросов, связанных с РОВ, которые содержатся в очищенных городских сточных водах. Эти вопросы должны решаться. Общие параметры, такие как растворенный органический углерод и обычные микробиологические тесты, не могут больше способствовать принятию решений о схемах повторного использования сточных вод, потому что остаточные РОВ содержат смеси органических соединений и тяжелых металлов, чья биологическая эффективность нуждается в тщательной оценке и рассмотрении. Необходимы более углубленные исследования, чтобы лучше понять возможное влияние РОВ на водные организмы, поскольку результаты существующих исследований биологических анализов зачастую противоречивы.

Кроме того, научное сообщество должно проводить обширные исследования по влиянию РОВ на состояние растений и их урожайность. Долгосрочные хронические эффекты РОВ должны быть в дальнейшем исследованы, чтобы правильно оценить влияние повторного сброса сточных вод на водоемы. Существует крайняя необходимость интенсивных исследований в этом направлении и использования соответствующих решений при повторном

применении сточных вод для защиты здоровья человека и экосистемы окружающей среды.

## 4.6 Промышленное производство бутилированной природной минеральной, питьевой и лечебной воды

**Евгений Пятов, член-корреспондент Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан, вице-президент по науке АО «Кокшетауминводы»,**

**Республика Казахстан, г. Кокшетау**

Адрес электронной почты: [pyatov@yandex.ru](mailto:pyatov@yandex.ru)

### Бутилированная вода как альтернатива водопроводной воде, источник улучшения качества жизни человека

Бутилированная вода – это вода, разлитая в бутылки или в другую герметично закрытую потребительскую упаковку различного состава, формы и вместимости (стеклянные и пластиковые бутылки, бутылки, канистры, бумажные и полиэтиленовые пакеты, стаканчики), предназначенная для потребления человеком без какой-либо дальнейшей обработки. Бутилированная вода становится альтернативой водопроводной питьевой воде из централизованных и нецентрализованных систем водоснабжения. Использование человеком бутилированной воды имеет более чем столетнюю историю, сегодня такая вода потребляется во всех странах мира. На фоне растущей глобальной проблемы, связанной с доступностью качественной питьевой воды, бутилированная вода становится одним из средств повышения качества жизни и достижения долголетия человека. Медициной признано, что 60% всех заболеваний возникает из-за потребления некачественной воды, а переход населения на потребление чистой питьевой воды способен обеспечить увеличение средней продолжительности жизни человека на 5-6 лет.

Потребление бутилированной воды на душу населения неравномерно, оно зависит от экономического благосостояния населения. В Западной Европе потребляется в среднем 70 литров бутилированной воды на душу населения в год ([www.worldwater.org](http://www.worldwater.org)). Это не мало, если учесть, что речь идёт о воде в

чистом виде, использующейся для утоления жажды, без учета воды в виде чая, кофе, соков, других напитков и воды в пище. В странах Восточной Европы потребление бутилированной воды составляет 40 литров на человека в год ([www.aquaexpert.ru](http://www.aquaexpert.ru)). По данным из различных источников, потребление бутилированной воды в России, Украине, Казахстане в среднем составляет 20-35 литров на человека в год (<http://turboreferat.ru>). Ежегодно потребление бутилированной воды растет на 10-20%. Велика разница в предпочтении населением различных регионов мира природной или очищенной воды, поэтому весьма важным является требование к обязательному указанию на маркировке бутилированной воды источника её происхождения.

### Международные, европейские и казахстанские стандарты на бутилированные воды

Бутилированные воды делятся на две основные группы: питьевые воды и лечебные воды.

- Питьевая вода (СТ РК, 2005) – это вода, предназначенная для утоления жажды, бытовых потребностей человека либо для производства пищевой продукции, потребляемой человеком. Качество питьевой воды должно гарантировать безопасность жизни и здоровья людей независимо от количества и продолжительности ее использования.
- Лечебная вода (Storch, 2012) – это природная вода из подземного источника, имеющая терапевтический эффект и предназначенная для лечения и профилактики заболеваний. Лечебная вода относится к природным лечебным средствам. Лечебную воду рекомендуется употреблять по назначению врача, дозированно, в течение непродолжительного времени.

Требования к качеству и безопасности питьевых вод, расфасованных в емкости, отражены в международных, европейских и национальных стандартах.

### Международные стандарты

- Руководство по качеству питьевых вод, 4-е издание (WHO Library, 2011).

- CODEX STAN 227-2001 Основной стандарт для бутилированных/упакованных вод (отличных от природных минеральных вод).
- CODEX STAN 108-1981, Rev. 2-2008. Стандарт на природные минеральные воды.

### Европейские стандарты

- Директива 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 по качеству воды, предназначенной для употребления человеком.
- Директива 2009/54/ЕС Европейского парламента и Совета от 18 июня 2009 по добыче и сбыту природных минеральных вод.
- Директива 2003/40/ЕС от 16 мая 2003, список допустимых концентраций и требования к маркировке природных минеральных вод и условия применения воздуха, обогащенного озоном, для обработки природных минеральных и родниковых вод.

В документах CODEX STAN 227-2001, CODEX STAN 108-1981 и в Директиве 2009/54/ЕС указано, что запрещается наносить на маркировку заявления о лечебных и лечебно-профилактических свойствах воды. На маркировку питьевой воды можно наносить заявления о полезных для здоровья человека свойствах воды (Regulation (EC) № 1924/2006), например, в следующих формулировках: «стимулирует пищеварение», «может облегчить работу печени и выделение желчи», «полезна для здоровья», «содержит кальций». Кроме вышеуказанных документов, в каждой стране существуют национальные нормативные документы на бутилированные воды, например, немецкий документ по производству минеральных и столовых вод (Mineral- und Tafelwasser-Verordnung, 2006). Требования к качеству лечебных вод отражены в критериях качества ESPA (Quality Criteria of the European Spas Association) и в Директиве 65/65/ЕЕС (Reimann, Birke, 2010). На маркировку лечебных вод наносится информация о химическом составе воды, показаниях к внутреннему приему, дозировке и питьевом режиме, противопоказаниях, побочных действиях воды.

### Стандарты Республики Казахстан

- Технический регламент Республики Казахстан №551 от 9 июня 2008 года «Требования по безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости» (ТР РК, 2008).
- СТ РК 1432-2005 «Воды питьевые, расфасованные в емкости, включая природные минеральные питьевые столовые. Общие технические условия».
- СТ РК 452-2002 «Воды минеральные, природные, питьевые, лечебно-столовые и лечебные. Общие технические условия».

### Требования к качеству и безопасности бутилированных вод, физиологическая ценность воды

Нормативы безопасности бутилированных вод по химическим, микробиологическим, радиологическим показателям приведены в вышеуказанных стандартах. Питьевые воды, содержащие в своем составе в определенных концентрациях биологически активные элементы (гидрокарбонаты, кальций, магний, йод, фтор, кислород), могут оказывать нормализующее действие на функционирование организма человека. Такие воды в Казахстане и в России называются физиологически ценными. Российскими учеными разработаны критерии физиологической полноценности питьевой воды (Таблица 4.6.1).

**Таблица 4.6.1 Критерии физиологической полноценности питьевой воды по макро- и микроэлементному составу (СТ РК, 2005)**

Показатели (основные биологические и активные элементы)	Нормативы физиологической полноценности воды, от – до	Нормативы качества воды	
		Для всех вод, кроме детского питания, не более	Для детского питания, от - до
Минерализация, мг/л	100 – 1000	1000	200 – 500
Жесткость, мг-экв/л	1,5 – 7,0	7,0	1,5 – 7,0
Гидрокарбонаты, мг/л	30 – 400	400	30 – 400
Кальций, мг/л	25 – 130	130	25 – 80

Магний, мг/л	5 – 65	65	5 - 50
Калий, мг/л	–	20	2 – 20
Фтор, мг/л	0,5 – 1,5	1,5	0,6 – 1,2
Йод, мг/л	0,01 – 0,125	0,125	0,04 – 0,06
Кислород, мг/л	не менее 5	не менее 5	не менее 9

Особый интерес представляет автохтонная микрофлора, которая распространена в подземных водах и способна влиять на бальнеологические и физиологические свойства воды, поэтому в Директиве 2009/54/ЕС и в Техническом регламенте №551 указано, что в природных минеральных водах требуется сохранять естественную микрофлору, присущую источнику. Автохтонная микрофлора – совокупность естественно возобновляемых, в том числе специфических физиологических групп, бактерий, постоянно присутствующих в подземной воде и характерных для данного источника воды. Установлено, что автохтонная микрофлора подземных вод не патогенна для человека. Некоторые природные бактерии вырабатывают биологически активные вещества: аминокислоты, белки, углеводы, витамины, которые повсеместно присутствуют в подземных водах и могут быть биологическими лигандами.

К микроорганизмам, которые способны продуцировать биологически активные вещества, можно отнести, например, сапрофитные, гетеротрофные, амилитические, жирорасщепляющие, тионовые (*Thiobacillus thioparus*), углеводородокисляющие, сульфатредуцирующие, маслянокислые, метанобразующие бактерии. Сапрофитные бактерии продуцируют каталазу – гемопротейн, вещество, содержащее атомы железа. В качестве критерия, определяющего лечебную ценность воды, может быть принята ее каталитическая активность. Гетеротрофные бактерии способствуют накоплению в воде различных аминокислот, которые используются организмом в биосинтезе полипептидов и белков. Углеводородокисляющие бактерии образуют различного типа органические кислоты, спирты, витамины В<sub>2</sub> и В<sub>12</sub>, последний важен для процессов кроветворения в организме

человека. Тионовые бактерии способствуют образованию сульфатов, которые важны при лечении заболеваний гепатобилиарной системы. В работе О. Хмелевской (2011) указано, что углекислый газ не является консервантом для природных автохтонных бактерий. Газированная природная вода сохраняет свои полезные свойства, обеспеченные органическими соединениями микробного происхождения.

### **Классификация бутилированных вод**

В Республике Казахстан принята классификация бутилированных вод, гармонизированная с международной и европейской классификациями. Классификация учитывает назначение и источник воды, характер водоподготовки, ведущей к тем или иным изменениям в качестве воды. Названия типов вод являются торговыми наименованиями, которые указываются на маркировке продукта.

#### *Питьевая вода*

Природная минеральная вода – это вода, добытая из подземного источника, надежно защищенного от биологического и химического загрязнения, с сохраненным при розливе в потребительскую тару исходным химическим и микробиологическим составом. В Европе нет ограничений по минерализации для природных минеральных вод. В Казахстане, учитывая требования к качеству питьевой воды, минерализация природной минеральной воды не должна превышать 1,0г/л. В США минерализация природной минеральной воды не должна быть менее 0,25г/л. Родниковая вода – это вода, добытая из одного или нескольких естественных выходов подземной воды на дневную поверхность. Питьевая вода – это вода из подземного или поверхностного источника (река, озеро, ледник), за исключением воды из централизованных систем водоснабжения (муниципальный водопровод), прошедшая водоподготовку перед розливом, которая изменяет исходный микробиологический состав воды. Столовая вода – это вода из подземного или поверхностного источника с добавлением минеральных солей. В Европе разрешается производить столовую воду с минерализацией до 2,0г/л. Очищенная вода – это вода из подземного или поверхностного источника, в том числе из централизованной

системы водоснабжения, прошедшая водоподготовку (умягчение, осмос) с изменением физико-химических характеристик исходной воды.

#### *Лечебная вода*

Лечебно-столовая природная минеральная вода – это вода с минерализацией от 1 до 10г/л или с меньшей минерализацией, содержащая биологически активные микроэлементы (железо, бром, йод, мышьяк, кремний, бор), массовая концентрация которых не ниже бальнеологических норм. Лечебная природная минеральная вода – это вода с минерализацией от 10 до 15г/л или с меньшей минерализацией при наличии в ней повышенных количеств мышьяка, бора и некоторых других биологически активных микрокомпонентов.

### **Источники воды для производства бутилированных вод**

Для производства бутилированных вод используются подземные воды, поверхностные воды рек, озер, водохранилищ, ледников, водопроводная вода. Источники подземных вод изучаются геологами, гидрогеологами, гидрохимиками. Оцениваются запасы подземных вод на определенный период эксплуатации источника – как правило, на 25 лет.

### **Принципиальная технологическая схема производства бутилированных вод**

Производство бутилированных вод осуществляется на специализированных предприятиях. Предприятия располагаются либо возле источников воды, либо вода доставляется от источника до предприятия по трубопроводам или в автомобильных цистернах. Завод розлива имеет отделение водоподготовки, цех розлива, склады готовой продукции. В отделении водоподготовки вода дополнительно очищается от механических примесей, вредных химических веществ и газов с помощью специальных фильтров, обеззараживается от вредных бактерий. В цехе розлива вода поступает на линию розлива, которая состоит из оборудования по производству бутылок, розлива воды и укупорки бутылок, этикетировочного автомата, упаковочной машины. Производительность линии розлива

может составлять от нескольких сотен до 100 тысяч бутылок в час.

### Изучение полезных и лечебных свойств бутилированных вод

Терапевтические свойства лечебных вод, а также полезные свойства питьевых вод изучаются институтами курортологии в процессе проведения доклинических и клинических исследований, которые выполняются в соответствии с требованиями стандартов надлежащей лабораторной и клинической практики. По результатам исследований лечебных вод разрабатываются методические рекомендации по их внутреннему и наружному применению, бальнеологические и медицинские заключения.

#### 4.7 Методы очистки промышленных сточных вод

**Акконыр Жылысбаева, Раушан Нурдиллаева**

Адрес электронной почты: raushan.nurdillayeva@iktu.ru

#### Введение

В настоящее время проблема очистки промышленных сточных вод особенно актуальна в Казахстане и в мире в связи с повышением потребности в чистой воде как для промышленного развития, так и для водных ресурсов. Загрязнения промышленными стоками, в том числе нефтепродуктами, солями тяжелых металлов, отходами пищевых, целлюлозно-бумажных, лакокрасочных, гальванических и прочих производств, могут нанести существенный урон экологической обстановке. Следовательно, одним из основных источников загрязнения водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий.

Промышленные сточные воды образуются в результате технологических процессов различных предприятий. Состав и концентрация необработанных сточных вод зависят от вида промышленного производства и технологического процесса, применяемых компонентов, промежуточных изделий и продуктов, состава исходной водопроводной воды, местных условий и

других факторов. Например, на металлообрабатывающих предприятиях производственные сточные воды загрязнены минеральными веществами, пищевая промышленность дает загрязнения органическими примесями. Основным загрязняющим компонентом сточных вод на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях является нефть; на мясокомбинатах – отходы мяса, непереваренная пища животных; на бумажных фабриках – целлюлозные волокна; на фабриках первичной обработки шерсти – жир, шерсть и т.д. Это характеристика источников в рамках органических и неорганических загрязнителей.

#### Классификация производственных сточных вод

Производственные сточные воды делятся на две основные категории (Яковлев С.В. и др., 2004, 1979): загрязненные и незагрязненные (рисунок 4.7.1). Незагрязненные сточные воды, по Яковлеву С.В., – это сточные воды, приемлемые для общей системы оборотного водоснабжения, то есть сточные воды, которые не содержат растворенные нелетучие соли, кислоты и щелочи, загрязненные только такими органическими веществами, которые легко окисляются непосредственно кислородом воздуха или с помощью микроорганизмов. К этой группе относятся сточные воды от охлаждения поверхностных холодильников и конденсаторов, от охлаждения сальников насосов и других деталей различных машин, конденсаты от паровых инжекторов, конденсаты от перегонки водяным паром, отстойные воды, дистилляты продуктов и др. Такие воды могут сбрасываться в коллекторы, которые направляют поток воды непосредственно на перерабатывающие станции через местные отстойники.

Загрязненные производственные сточные воды в зависимости от природы различных примесей подразделяются на три основные группы:

- а. содержащие неорганические (минеральные) примеси;
  - б. содержащие органические примеси;
  - в. содержащие неорганические и органические загрязняющие примеси.
- К первой группе относятся сточные воды предприятий металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности; заводов

по производству соды, серной кислоты, азотных удобрений.

К сточным водам второй группы относятся сточные воды предприятий мясной, рыбной, молочной (кефира, йогурта, творога), пищевой, целлюлозно-бумажной, химической, микробиологической промышленности; заводов по производству пластмасс, каучука и др.

К третьей группе относятся сточные воды предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности; заводов по производству консервов, сахара, продуктов органического синтеза, бумаги, витаминов и др.



Рисунок 4.7.1 Категории производственных сточных вод

Также производственные сточные воды можно классифицировать по их фазовому состоянию. В таблице 4.7.1 приведена классификация загрязнителей по их фазовому состоянию, предложенная академиком Л.А. Кульским (1980).

Для каждого типа промышленных производств характерен свой состав сточных вод. Так, например, на предприятии, производящем печатные платы, в сточных водах будут присутствовать ионы тяжелых и цветных металлов, однако в стоках не будет нефтепродуктов и масел. И, наоборот, на нефтеперерабатывающем предприятии в стоках будут содержаться фенолы, нефтепродукты и ряд металлов.

Таблица 4.7.1 Классификация сточных вод по фазовому состоянию и методы очистки сточных вод (Кульский, Л.А., 1980)

№	Тип загрязнителя	Примеры методов очистки сточных вод
1	Нерастворимые в воде грубодисперсные примеси – взвеси, суспензии и эмульсии (первая группа), образуют с водой гетерогенные кинетически неустойчивые соединения	Методы, основанные на использовании сил гравитации
2	Вещества коллоидной степени дисперсности ( $R=0,1$ мкм), образующие с водой гидрофильные и гидрофобные системы, близкие к коллоидным растворам (вторая группа)	Флотация, седиментация, коагуляция, фильтрация
3	Вещества молекулярной степени дисперсности ( $R<0,01$ мкм). Растворимые органические соединения (третья группа)	Сорбция с применением активированных углей
4	Ионные растворы ( $R<0,001$ мкм). Растворы солей, кислот, щелочей, ионы металлов – электролиты (четвертая группа)	Метод обессоливания, реагентный метод - перевод ионов в малорастворимые соединения

### Основные методы очистки производственных сточных вод

Для каждого вида загрязнения сточных вод необходимо выбрать соответствующие методы очистки. Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические. Когда они применяются в совокупности, то метод очистки сточных вод называется комбинированным.

Выбор метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей. Механическая очистка – это выделение из сточных вод находящихся в них нерастворимых грубодисперсных примесей, имеющих

минеральную или органическую природу. При механической очистке для выделения из сточной воды находящихся в ней нерастворенных грубодисперсных примесей применяют методы процеживания, отстаивания и фильтрования.

Химический метод очистки заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Озонирование сточных вод используется для удаления нефтепродуктов, фенолов, сероводородов, цианидов и других веществ. Являясь сильным окислителем, озон обладает способностью расщеплять органические вещества и другие соединения в водных растворах, а также удалять неприятные запахи, вкус и цвет.

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонкодисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества. Физико-химические методы включают коагуляцию, флокуляцию, флотацию, сорбцию, экстракцию, гиперфильтрацию, нанофильтрацию, эвапорацию, десорбцию, дезодорацию, дегазацию. Помимо этого, существуют электрохимические методы (электролиз, электрокоагуляция, электрофлотация, электродиализ) и обработка воды ультразвуком и т.д. Эти методы основаны на параллельно протекающих физических и химических процессах (Richard W, 1989). В зависимости от необходимой степени очистки сточных вод физико-химическая очистка может быть окончательной или второй ступенью очистки перед биологической очисткой.

Биологическая очистка основана на жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют окислению или восстановлению органических веществ, находящихся в сточных водах в виде тонких суспензий, коллоидов, в растворе, и являются для микроорганизмов источником питания, в результате чего и происходит очистка сточных вод от загрязнения (Grady L, 2011; Servantes F, 2006). Также применяются некоторые растения (например, сорняк, водяной гиацинт) как биофильтры в таких структурах, как очистка водно-болотных угодий. В настоящее время вместе с другими методами биологической очистке подвергается большинство промышленных и

бытовых сточных вод перед их сбросом в водоемы. Основными сооружениями аэробной очистки являются аэротенки, окситенки, биологические пруды и биофильтры. Аэротенки – огромные резервуары из железобетона. Здесь используют активный ил из бактерий и микроскопических животных (сочетание бактерий и микроскопических животных, таких как инфузории жгутиконосцы, амёбы, колловратки). Здесь они бурно развиваются, чему способствуют органические вещества, содержащиеся в сточных водах и избыток кислорода, поступающего в сооружение с потоком подаваемого воздуха. Бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты, минерализующие органические загрязнители.

Также существуют методы мембранного разделения, используемые в технологии выделения цветных металлов из сточных вод гальванопроизводства. Они условно делятся на микрофильтрацию, ультрафильтрацию, обратный осмос, испарение через мембраны, диализ, электродиализ (Lopez A., 2011). Наибольшие успехи в отношении эффективности и технологичности выделения цветных металлов достигнуты при использовании обратного осмоса, ультрафильтрации и электродиализа (Аксенов В.И. и др, 2005).

Для большой группы промышленных сточных вод применение типичных механических, биологических, физико-химических и других методов очистки порой не дает требуемых положительных результатов. Это особенно затруднительно для очистки стоков с большим спектром и высокой концентрацией органических и минеральных веществ. В таких случаях применяют термоокислительные методы, суть которых заключается в окислении при повышенной температуре органических веществ.

Следовательно, выбор оптимальных технологических схем очистки воды – достаточно сложная задача, что обусловлено преимущественным многообразием находящихся в воде примесей и высокими требованиями, предъявляемыми к качеству очистки воды (Правила, 2009, 2012).

**Примеры методов очистки промышленных сточных вод разных производств**



Во-первых, рассмотрим методы очистки промышленных сточных вод фармацевтических компаний, которые производят свою продукцию органическим синтезом и микробиологическим окислением. Для осуществления этих процессов необходима вода. Вода используется для подготовки сырья, регенерации или утилизации растворителей, очистки газовых выбросов, экстракции и промывки оборудования. Сточная вода таких предприятий имеет в своем составе механические примеси (взвеси), сульфаты, хлориды и очень большое значение БПК<sub>полн</sub> (более 110 г/л). Очистка сточных вод фармацевтического производства достигается применением физико-химических методов (ионный обмен, обратный осмос, электродиализ). Такой сток может содержать примеси, тормозящие биохимические процессы, которые происходят во время биологической очистки. Они также должны быть удалены из очищаемой воды перед ее подачей в биоблок. Классическая схема локальных очистных сооружений фармацевтического предприятия состоит из следующих узлов: усреднитель, реагентное хозяйство (для осуществления

процесса коагуляции; основной реагент – известь), первичные отстойники, биокоагулятор, аэротенк первой ступени, вторичные отстойники, аэротенк второй ступени, третичные отстойники, установка обеззараживания. Для обработки осадков таких очистных сооружений применяют флотаторы, песчаные фильтры, установки для обезвоживания (центрифуги) и обеззараживания. В АО «Химфарм», находящегося в г. Шымкенте (Казахстан), для очистки сточных вод используются физико-химические методы очистки. Технологическая схема очистных сооружений АО «Химфарм» приведена на рисунке 4.7.2.

Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) относятся к объектам промышленности, потребляющим большое количество воды, которая расходуется в основном для промывки нефти при ее обессоливании на установках ЭЛОУ, конденсации и охлаждения нефтепродуктов, охлаждения машин, а также для других технологических целей. Таким образом, на современных предприятиях удельный расход сбросов сточных вод в водоемы после обработки на тонну нефти составляет: для предприятий

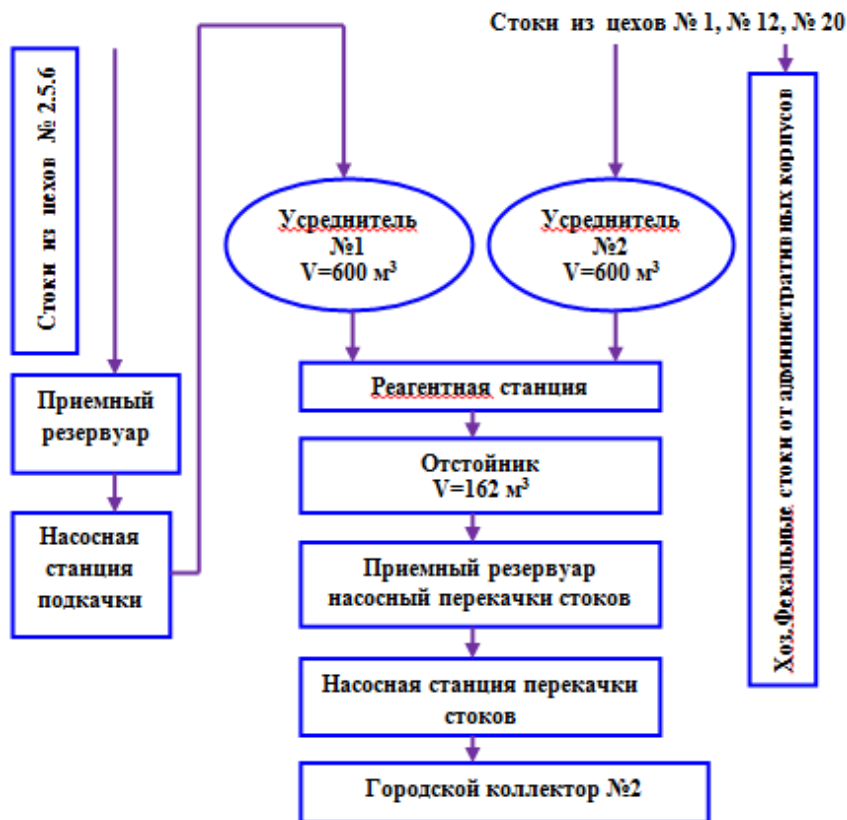
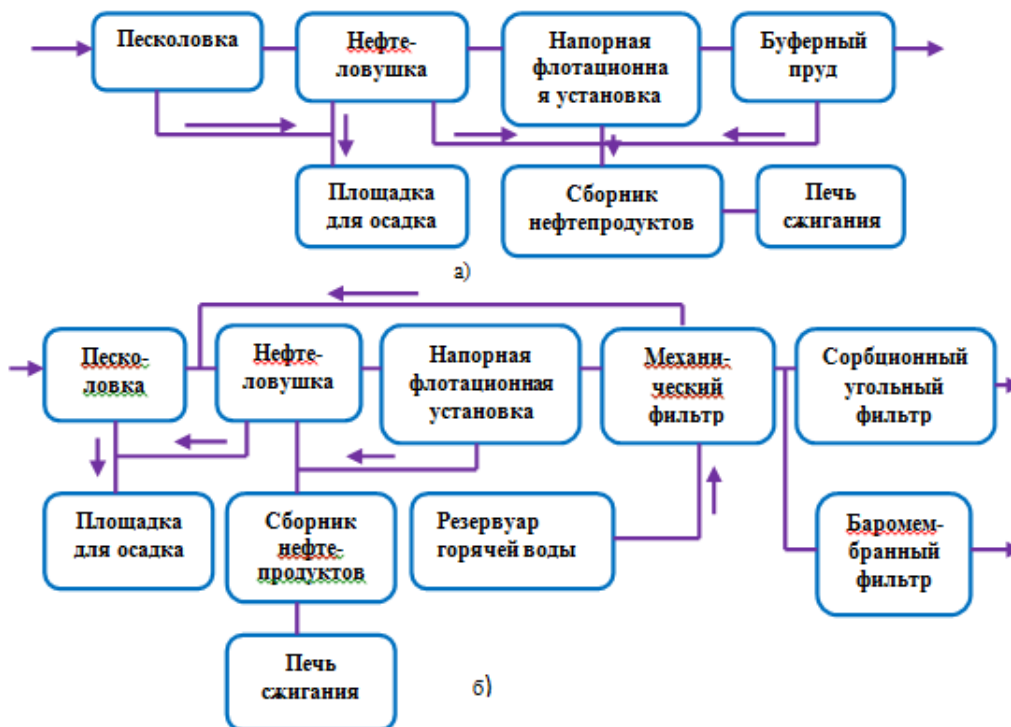


Рисунок 4.7.2. Технологическая схема очистных сооружений АО «Химфарм» проектной мощностью 3600 м<sup>3</sup>/сутки



**Рисунок 4.7.3. Структурные схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов (Наурызбаев Е.М., 2008): а – с осадочной на напорной флотационной установке; б – с глубокой доочисткой после напорной флотационной установки на механических, сорбционных и баромембранных фильтрах**

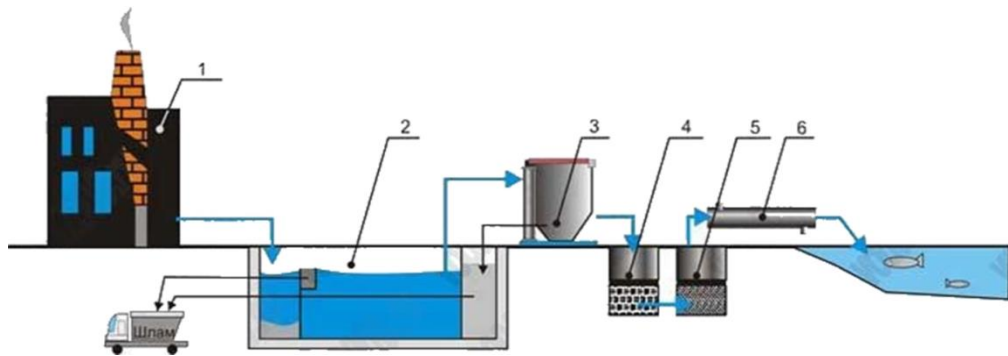
топливного профиля 0,32 м<sup>3</sup>/т, для топлива и смазочных материалов – 0,57-1,15 м<sup>3</sup>/т. На нефтетранспортных предприятиях сбор сточных вод и их очистку ведут в зависимости от нефтехимических примесей и способов их очистки. В сточных водах нефтетранспортных предприятий находятся нефть и нефтепродукты, которые после отделения от воды можно использовать в народном хозяйстве.

Для очистки сточных вод от нефтепродуктов применяют механические, физико-химические, химические и биологические методы. Наиболее широко используемые механические методы очистки сточных вод в НПЗ: отстаивание, центрифугирование и фильтрование; физико-механические: флотация, коагуляция и сорбция; химические: хлорирование и озонирование. Типовые технологические схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов (по данным Е.М. Наурызбаева, 2008) показаны на рисунке 4.7.3.

По информации организаций, специализирующихся на проектировании очистных сооружений (<http://www.ecoenergo.com.ua/projects/oil.html>), при очистке производственных сточных вод от взвешенных веществ, масел, жиров,

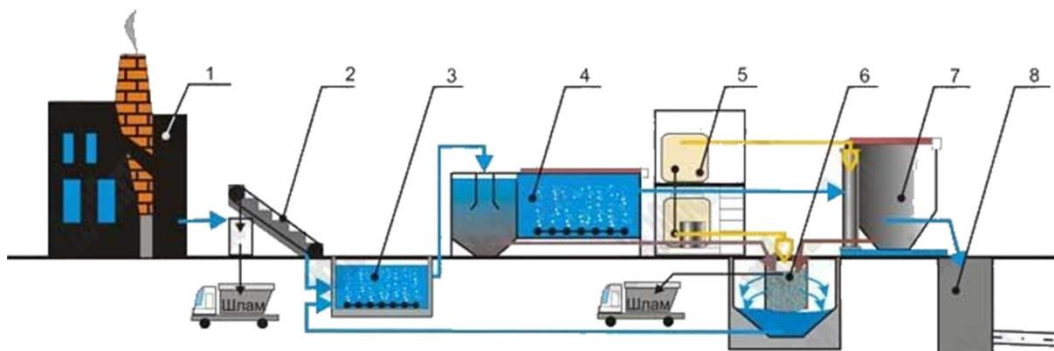
нефтепродуктов (мини-предприятия, автомойки, АЗС и др.), СПАВ и некоторых других загрязнителей традиционно применяются процессы отстаивания, осаждения в поле центробежных сил (безнапорные и напорные гидроциклоны), фильтрование, напорная флотация. На рисунках 4.7.4 и 4.7.5 показаны принципиальные схемы очистки нефтесодержащих стоков мясоперерабатывающих и рыбоперерабатывающих предприятий, также по данным организаций, специализирующихся на проектировании очистных сооружений.

Как показано на рис. 4.7.4, сточная вода, стекающая с территории предприятия, собирается в накопительном резервуаре (2), где происходит усреднение стоков и первичное отстаивание. Далее сточная вода насосом подается на флотационно-фильтрационную установку (3). Затем стоки поступают на первую ступень фильтра глубокой очистки, где фильтрующей материал – минеральная вата (4); фильтрующий материал второй ступени – активированный уголь (5). Обеззараживание (6) сточных вод является заключительным этапом их обработки перед сбросом в водоем. Цель обеззараживания – уничтожение патогенных микроорганизмов,



**Рисунок 4.7.4** Принципиальная схема очистки нефтесодержащих стоков  
**1.** Производственные объекты (АЗС, нефтебазы, транспортные предприятия); **2.** Приемный резервуар (зависит от площади водосбора и типа покрытия); **3.** Флотационно-фильтрационная установка; **4.** Фильтр 1-ой ступени; **5.** Фильтр 2-ой ступени; **6.** Обеззараживание сточной воды

Источник: <http://www.ecoenergo.com.ua/projects/oil.html>



**Рисунок 4.7.5.** Технологическая схема очистных сооружений мясоперерабатывающих и рыбоперерабатывающих предприятий. **1.** Цех мясопереработки, убойный цех; **2.** Решетка-дробилка; **3.** Усреднитель, барботаж; **4.** Вертикальный отстойник, аэрируемая жироловка; **5.** Реагентное хозяйство; **6.** Утилизация осадка; **7.** Флотатор двухступенчатый проточный либо Флотатор с рециркуляцией воды; **8.** Хоз.бытовая канализация.

Источник: <http://www.ecoenergo.com.ua/projects/oil.html>

содержащихся в сточной воде. Для обеззараживания применяются хлорирование, озонирование, ультрафиолетовое облучение.

На рис. 4.7.5 представлена технологическая схема очистных сооружений мясоперерабатывающих и рыбоперерабатывающих предприятий. Из убойного цеха и цеха мясопереработки (1) сточные воды подаются самотеком в приемный резервуар. На входе в резервуар устанавливается механическая решетка (2) с прозором в 10-20 мм, оборудованная подъемным механизмом. Уловленный мусор по мере накопления выгружается в сборный контейнер для последующей утилизации отходов в установленном порядке. В данной

схеме можно использовать решетки-дробилки. Принцип действия решеток-дробилок заключается в следующем: сточная вода поступает на вращающийся барабан, имеющий щелевые отверстия; мелкие фракции отходов вместе с потоком сточной воды проходят через щелевые отверстия внутрь барабана и далее – на выход из решетки-дробилки; крупные фракции отходов задерживаются между щелевыми отверстиями барабана на перемычках, которые составляют как бы круглую решетку, и транспортируются при вращении барабана к трепальным гребням.

Из приемного резервуара стоки перекачиваются в проектируемый усреднитель (3), где барботируются

воздухом, подаваемым воздуходувкой на аэроционные элементы. Далее сточные воды подаются на проектируемый вертикальный отстойник, где происходит первичное отстаивание. Затем стоки поступают на жируловитель (4). Жиромасса, скапливающаяся в приемнике, может быть утилизирована различными способами (механически, спецтехникой САХ, скребковым механизмом). Далее очистка сточных вод осуществляется с применением напорной флотации (7). Эффективность очистки стоков в двухступенчатом напорном флотаторе с применением реагентов по взвешенным веществам и жирам достигает 95%. После очистки стоки сбрасываются в городскую канализацию (8), если отвечают требованиям местных контролирующих органов по сбросу (2009).

В процессе очистки на разных этапах образуются осадок и пенный шлам, который отводится в осадкоуплотнитель (6). Далее статически уплотненный осадок смешивается с флокулянт и подается на ленточный фильтр-пресс. Кек влажностью в 75-78% транспортируется с помощью шнекового транспортера и утилизируется в установленном порядке.

## **Заключение**

В настоящее время имеется достаточно широкий спектр методов, позволяющих перерабатывать производственные сточные воды с получением материала, пригодного для дальнейшего использования в качестве вторичной воды. Применение таких процессов и технологий в данной области зачастую бывает затруднительным. Ни один метод нельзя считать универсальным (то есть подходящим для всех загрязняющих веществ на всех концентрациях), поэтому наиболее целесообразно применять комбинированные методы, выбираемые в зависимости от типа производства и характеристики сточных вод. Необходимо дальнейшее совершенствование систем очистки промышленных сточных вод для решения задач дефицита водных ресурсов и соблюдения жестких требований (Правила, 2009, 2012) к качеству сточных вод. Особой проблемой является разработка бессточных и безотходных производственных процессов. Разработка

новых технологических решений, обеспечивающих высокое и стабильное качество очистки промышленных сточных вод, является приоритетной как в Казахстане, так и на международном уровне. Дефицит пресной воды уже становится глобальной проблемой. Постоянно растущий спрос на воду требует, чтобы все страны и ученые всего мира нашли решение данной проблемы.

## **4.8 Электрохимические методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов**

**Акконыр Жылысбаева, Раушан Нурдиллаева, Абдуали Баешов**

Адрес электронной почты:  
[raushan.nurdillayeva@iktu.kz](mailto:raushan.nurdillayeva@iktu.kz)

### **Введение**

Общеизвестно, что вода является одним из важнейших компонентов системы жизнеобеспечения. От качества воды во многом зависит стабильность взаимодействия человека с окружающей средой, в связи с этим рациональное использование водных ресурсов и сохранение чистоты природных вод является одной из актуальнейших проблем человечества.

Многолетнее развитие химической промышленности и металлургического производства, а также отраслей легкой промышленности привело к загрязнению природных водных источников сточными водами этих предприятий. Например, в отработанных растворах и сточных водах гальванического производства содержатся в большом количестве ионы:  $Pb^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  и др. Кроме того, в связи с непрерывным и значительным увеличением объема продукции горнорудного производства в Казахстане, количество сточных вод шахт, рудников, карьеров, а также обогатительных фабрик возрастает, и экологические последствия загрязнения поверхностных и подземных вод приобретают все большие масштабы. В настоящее время беспокойство вызывает увеличение количества загрязняющих веществ из этих источников, которые накапливаются в окружающей среде, часто являясь токсичными и устойчивыми, поэтому в настоящее время большое внимание уделяется вопросу очистки промышленных

сточных вод от токсичных веществ, в частности, от ионов тяжёлых металлов.

Несмотря на то, что во многих производствах существуют очистные сооружения в специальной части их производственного процесса, неочищенные стоки продолжают поступать в водные объекты в силу разных причин (перегруженный поток сточных вод, технические неполадки, недостаточная технология очистки сточных вод и т.д.). Сброс сточных вод в поверхностные воды должен допускаться только при условии соответствия качества очищенной воды санитарным требованиям (Правила, 2009, 2012).

### Преимущество электрохимических методов очистки

Существует множество методов очистки промышленных сточных вод (см. подраздел 4.7). Выделим электрохимические методы очистки сточных вод от тяжелых металлов как наиболее перспективные и эффективные (Chuanping F. et al., 2011; Bersier P.V. et al., 2004). Электрохимическая очистка производственных сточных вод в ряде случаев имеет преимущества перед обработкой сточных вод химическими реагентами и другими физико-химическими способами (описаны в подразделе 4.7). Например, этот метод позволяет извлечь из воды ценные химические продукты и

металлы, значительно упростить технологическую схему очистки, уменьшить производственные площади, необходимые для размещения очистных сооружений. Эффект очистки сточных вод зависит от их исходного химического состава (рН, общее содержание минеральных солей), конструкции электролизеров, материала применяемых электродов, расстояния между ними. К другим факторам относятся плотность тока, расход используемого электричества, интенсивность перемешивания в процессе электролиза и температура. Эффект очистки возрастает в случае разделения анодного и катодного пространств полупроницаемыми диафрагмами или иононитовыми мембранами. Электрохимические способы очистки сточных вод основаны на анодном окислении или катодном восстановлении содержащихся в них органических и неорганических веществ. Эти системы могут применяться на локальных установках при относительно небольших расходах воды (Walsh F.C., 2001).

### Основные группы электрохимических методов очистки сточных вод

В соответствии с общепринятой классификацией (Василенко Л.В., 2009), электрохимические методы относятся к физико-химическим процессам очистки сточных вод. Все электрохимические методы очистки сточных вод можно разделить на три



Рисунок 4.8.1. Классификация электрохимических методов очистки воды

основные группы: методы превращения, методы разделения и комбинированные методы (рисунок 4.8.1).

Методы превращения обеспечивают изменение физико-химических и фазово-дисперсных характеристик загрязнений сточных вод с целью их обезвреживания и быстрого извлечения из стоков. Методы разделения предназначены для концентрирования примесей в локальном объеме раствора без существенного изменения фазово-дисперсных или физико-химических свойств извлекаемых из сточных вод веществ. Разделение примесей и воды происходит в основном за счет флотации электрогенерируемых пузырьков газов или силового воздействия электрического поля, обеспечивающего движение заряженных частиц в воде. К другим методам электрохимического метода можно отнести комбинированные методы (как показано на рисунке 4.8.1), которые предполагают совмещение одного или нескольких методов в одном аппарате.

Для очистки сточных вод от различных растворимых и диспергированных примесей применяют процессы анодного окисления и катодного восстановления, электрокоагуляцию, электрофлотацию и электродиализ. Электроочистные сооружения достаточно компактны (относительно пространственных требования) и эффективны относительно удаления загрязнителей (Жылысбаева А. и др., 2008), хорошо поддаются автоматизации и могут компоноваться с другими методами и оборудованием. Основными общими областями применения электрохимических методов являются очистка сбросных вод и обезвреживание осадков.

Одним из перспективных способов извлечения металлов из сточных вод является электролиз с использованием объемно-пористых электродов с высокоразвитой поверхностью. Использование таких электродов примечательно тем, что их капитальные и эксплуатационные затраты минимальны, процессы практически безреагентны. В ранней работе В.К. Варенцова (1988) описано извлечение металлов из отработанных растворов, проводившееся с помощью

проточных объемно-пористых электродов из углеродных, волокнистых материалов. Автором было изучено в основном электроосаждение золота, серебра и меди из водных сернокислых растворов, результаты работы показали хорошую степень извлечения этих металлов.

### Извлечения ионов металла из сточных вод на кусковых электродах

В ранних работах Жылысбаевой А.Н., Баешова А.Б. (2008); Нурдиллаевой Р.Н. и др. (2010) и Жылысбаевой А.Н. и др. (2012) были описаны результаты опытов извлечения свинца на кусковых электродах из отработанных растворов с большим и малым содержанием ионов металла. Показано влияние различных электрохимических параметров на процесс восстановления ионов свинца (II) на кусковых электродах, и установлены оптимальные условия, такие как  $i=125-175 \text{ A/m}^2$ ;  $V=125-175 \text{ мл/час}$ ;  $\delta=0.5 \text{ см}$ ;  $l=0.1 \text{ см}$  в лабораторных условиях. В этих условиях степень извлечения свинца из раствора достигла 99.4%. Дальнейшая работа показала, что степень извлечения свинца из содержащих свинец растворов можно довести до 99.9%, пропуская их через несколько таких электродов. На рисунке 4.8.2 предложена принципиальная схема извлечения ионов металла катодным восстановлением из отработанных растворов на кусковых электродах.

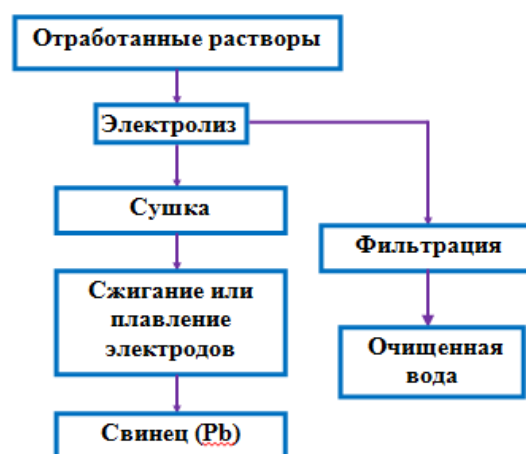


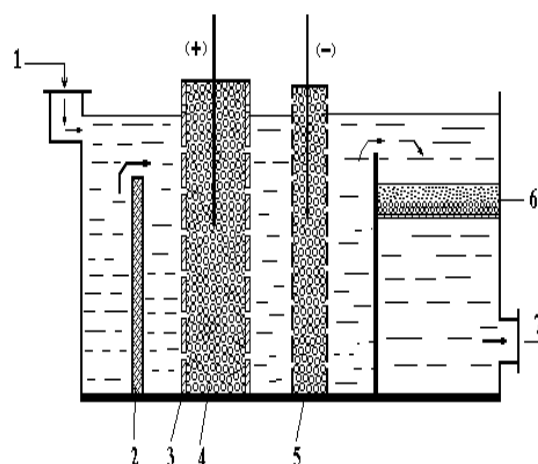
Рисунок 4.8.2. Принципиальная схема электрохимической очистки отработанных растворов от ионов свинца

Жылысбаева и др. (2012) проводили модельные испытания по электрохимической очистке подземной шахтной воды от ионов тяжелых металлов с акцентом на свинец. Загрязнение окружающей среды этим металлом является приоритетной проблемой

в Южно-Казахстанской области, так как свинец добывался здесь в течение долгого времени. В этой работе определены концентрации свинца в подземных шахтных водах г. Кентау. Посредством планового наблюдения отмечено варьирование содержания свинца в шахтных водах, к тому же концентрация превышала предельно допустимую норму [ПДК (Правила, 2012)]. Согласно стандарту, ПДК для свинца в воде составляет 0,03 мг/л, а в шахтных водах концентрация свинца составляла 0,08-0,1 мг/л. Следует отметить, что сброс загрязненной шахтной воды является одним из ключевых факторов, негативно влияющих на окружающую среду на региональном и местном уровнях вследствие эксплуатации месторождений цветных металлов. Шахтные воды часто загрязнены целым рядом загрязняющих веществ, включающих взвешенные твердые частицы (частицы горных пород, шлаков и шламовых отходов), минеральные соли (хлориды, сульфаты), а также ионы тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ), во много раз превышающие ПДК (Санитарные правила, 2012).

В работе Жылысбаевой и др. (2012) описаны опыты, которые проводились в проточном режиме в электролитической ячейке, где катодом является графит, анодом – кусковые железные электроды (рисунок 4.8.3). Кусковые железные электроды изготовлены из пластинок размерами: ширина 0,5 см, толщина 0.1 мм, длина 0,25-1,5 см. Материал катода предварительно очищался разбавленным раствором  $\text{HNO}_3$  и тщательно промывался дистиллированной водой. Шахтная вода, содержащая ионы свинца, пропускается через кусковой электрод с установленной скоростью 10 л/час. Сила тока в цепи 1.5-2.0 А, ионы металла уменьшаются в пользу образования металла на катоде. По результатам проведенных работ предполагается, что ионы металлов на катоде восстанавливаются. Наряду с электрохимическими реакциями протекают химические и сорбционные процессы, способствующие соосаждению ионов тяжелых металлов. В результате электролитического растворения железных анодов образуются ионы железа (II), и из-за катодного восстановления молекул воды идет накопление  $\text{OH}^-$  ионов в растворе, раствор подщелачивается, что благоприятствует дополнительному восстановлению ионов свинца, образованию и коагуляции рыхлых хлопьев  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  с

развитой сорбционной поверхностью, способствующей выпадению в осадок ионов металлов.



**Рисунок 4.8.3. Схема электролизера для очистки подземной шахтной воды от ионов тяжелых металлов. 1 - Подача неочищенной воды; 2 - водостойкая перегородка для регулирования скорости протока воды; 3 - водопроницаемая перегородка; 4 - кусковой железный анод; 5 - катод; 6 - песчаный фильтр; 7 - слив очищенной воды.**

#### **Решение проблем очистки подземной шахтной воды от ионов тяжелых металлов электрохимическим методом**

Город Кентау в Южно-Казахстанской области с численностью населения 84,5 тыс. человек относится к разряду малых шахтных городов. Многие годы градообразующим предприятием был ныне не действующий АО «Ачполиметалл». Город вырос вокруг данного предприятия, которое находилось здесь из-за залежей полиметаллических руд. Эти огромные залежи полиметаллических руд известны как месторождение полиметаллических руд «Миргалимсай». Разработка месторождения «Миргалимсай» была существенно затруднена сложными гидрогеологическими условиями. Общие среднегодовые водопритоки в подземные горные выработки составляют 12,6-12,9 тыс.  $\text{м}^3/\text{ч}$ , а максимальные достигают 25,5 тыс.  $\text{м}^3/\text{ч}$  при площади основания депрессионной воронки около 1500  $\text{км}^2$ . В связи с высоким спросом воды, требуемой для шахт, в сочетании с местной карстовой геологией, добыча полезных ископаемых имеет особенно существенное влияние на местные водные условия. Затраты на водоотлив в последние годы деятельности АО «Ачполиметалл» достигли 350-400 млн. тенге в год и обусловили убыточность предприятия. Учитывая этот факт, Кабинет

Министров Республики Казахстан в 1994 году принял решение о подготовке проекта консервации рудников Миргалимсайского месторождения. Однако в 1998 г., вследствие резкого ограничения подачи электроэнергии на шахтный водоотлив и прекращения работы насосных станций, произошло неконтролируемое затопление рудников. Общий объем выработанного пространства (до 32 горизонта включительно) составляет 37412 тыс.м<sup>3</sup>. Всего после подъема уровня подземных вод (до 32 горизонта, включительно) было затоплено 17392 тыс. м<sup>3</sup> пространства горных выработок, из которых 5481 тыс.м<sup>3</sup> заложены твердеющей закладкой. Общая масса затопленной закладки составила 12,06 млн.т. (Отчет, Институт гидрогеологии и геофизики МО и Н РК, 2004). Огромная депрессионная воронка площадью порядка 1500 км<sup>2</sup>, образовавшаяся вокруг Миргалимсая, вбирает в себя подземные воды и часть поверхностных водотоков, поэтому часть водного бассейна Миргалимсая состоит из подземного потока трещинно-карстовых вод. В период весенних паводков откачивается на поверхность до 20 тыс. м<sup>3</sup>/час воды. Бывший комбинат «Ачполиметалл» в г. Кентау, загрязняя окружающую среду тяжелыми металлами, особенно свинцом, породил особую экологическую проблему в регионе казахстанских городов Кентау и Туркестан.

Согласно данным Департамента экологического мониторинга РГП «Казгидромет» Министерства охраны окружающей среды РК (Информационный бюллетень, 2013), в пробах почвы, отобранных в различных районах г. Кентау, содержание свинца находилось в пределах 2,6-8,1 ПДК, цинка – 1,3-2,2 ПДК, кадмия – 0,03-1,5 ПДК, меди – 1,9-7,9 ПДК и хрома 0,04-0,2 ПДК.

По данным Утепбергенова Л.М. (2006), в подземной шахтной воде рудника «Миргалимсай» концентрации большинства макро- и микрокомпонентов не превышают значения ПДК для вод питьевого качества. Однако по отдельным компонентам химического состава, таким как кальций и магний, обуславливающих общую жесткость, наблюдалось превышение ПДК (более 10 моль/л). В соответствии с действующими нормативами величина общей жесткости не должна превышать 7,0 моль/л. В отдельных случаях имеет место незначительный проскок свинца, никеля: Pb=0,06-0,1 мг/л,

Ni=0,13-0,2 мг/л при ПДК по свинцу - 0,03мг/л, никелю -0,1мг/л (Санитарные правила, 2012).

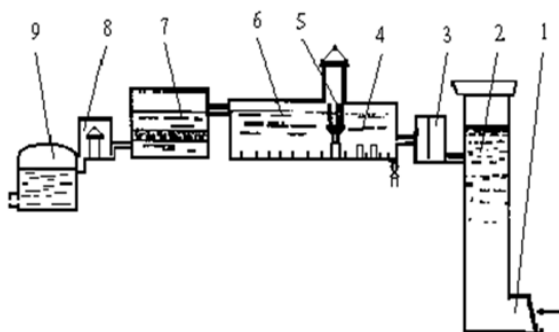
**Таблица 4.8.1 Концентрации металлов (мг/кг) в почве, взятой из разных районов г.Кентау**

Районы	Концентрации металлов (мг/кг)			
	Свинец	Цинк	Кадмий	Медь
Обогатительный комбинат АО «Ачполиметалл»	8,1	1,3	1,5	2,1
500м от АО «Ачполиметалл»	2,6	1,3	-	1,9
Район школы №22	8,1	2,2	-	3,0
Территория парка культуры и отдыха	7,6	1,3		7,9
ПДК (Правила, 2004)	32	23	0,5	3

Проблема очистки подземной воды рудника Миргалимсай может быть решена с применением простого и удобного в эксплуатации, безреагентного и экономически выгодного электрохимического метода. На рисунке 4.8.4 показана схема водоочистной станции с электролизной установкой для очистки подземной шахтной воды г. Кентау от ионов тяжелых металлов. Электролизеры, в количестве шести штук указанной конструкции, располагаются в шести галереях городской водоочистной станции, куда подается подземная шахтная вода. Объем воды, пропущенной через электролизную установку, – 10 л/час. Сила тока в каждой электрической цепи составляет 15-20 А. При поляризации кусковых Fe-электродов под действием электрического тока в электродном пространстве наряду с электрохимическими реакциями восстановления ионов металлов протекают химические и сорбционные процессы, способствующие осаждению ионов тяжелых металлов. Во время этого процесса на анодном пространстве железные электроды с развитой поверхностью под действием тока анодно растворяются с образованием гидроксида железа, который является сильным биокоагулянт и дополнительно адсорбирует вредные примеси из раствора, в



результате чего степень очистки воды резко повышается. В камере флокуляции накопившиеся осадки металлов, в виде труднорастворимых неорганических соединений, удаляются ежеквартально трубопроводом, расположенным на нижней части галереи с помощью электронасоса. В камере хлопьеобразования, по мере необходимости, к исходной неочищенной воде вводят в качестве коагулянта известь или активированный уголь для удаления соединений и органических веществ (3). Очищенная вода проходит стадию осветления и фильтрации (6 и 7) до хлорирования (8), далее направляется в резервуар для очищенной воды (рисунок 4.8.4). В дальнейшем эта вода может быть использована для водоснабжения г. Кентау.



**Рисунок 4.8.4** Схема водоочистной станции с электролизной установкой для очистки подземной шахтной воды г. Кентау от ионов тяжелых цветных металлов

1 – подача необработанной воды; 2 – насосная станция; 3 – ввод извести (коагулянта); 4 – камера хлопьеобразования; 5 – электролизная установка (поляризация кусковых электродов); 6 – осветление и флокуляция; 7 – песчаный фильтр; 8 – хлорирование; 9 – резервуар для очищенной воды

### Заключение

Таким образом, степень извлечения тяжелых металлов из производственных сточных вод можно довести до 99.9%, применяя электрохимический метод с использованием кусковых электродов в контролируемом проточном режиме. По результатам лабораторных испытаний установлено, что, наряду с электрохимическими реакциями восстановления ионов металлов, протекают химические и сорбционные процессы на железных электродах, способствующие осаждению ионов тяжелых металлов.

Электрохимический метод очистки обладает значительными преимуществами по сравнению с альтернативными механическими, химическими и биологическими методами. Эти преимущества заключаются в интенсивности, устойчивости, контролируемости и удобном регулировании процессов, а также простоте конструкции аппаратуры. Установки для электрохимической очистки компактны, обладают повышенной степенью бесперебойности, просты в эксплуатации и могут быть полностью автоматизированы. Электрохимические методы также могут сочетаться с другими методами в многоступенчатых схемах для улучшения качества воды.

## 4.9 Методы очистки, обеззараживания и утилизации производственных сточных вод

Аманкул Акбасова

Адрес электронной почты: [ecolog.kz@mail.ru](mailto:ecolog.kz@mail.ru)

### Введение

На основе анализа научной литературы и производственных данных установлено, что многообразие производств во всех отраслях промышленности обуславливает образование сточных вод самого различного состава и различных физико-химических свойств. В связи с этим для очистки сточных вод требуются разные подходы и технологии. В подавляющем же большинстве случаев наиболее востребованными являются механические, биологические, химические и физико-химические методы. Методы и стадии очистки сточных вод подбираются исходя из характера загрязнений индивидуально для каждого объекта. При этом любая технологическая схема очистки должна обеспечивать минимальный сброс сточных вод в природные водоемы, максимальное использование очищенных вод в технологических процессах и системах оборотного водоснабжения. Особого внимания заслуживают обезвреживание и полная утилизация извлекаемых примесей, образующихся на разных стадиях очистки. Например, утилизируя осадки, образующиеся при биологической очистке сточных вод, можно получить удобрительно-мелиорирующее средство, позволяющее не только повысить урожай, но и осуществить

детоксикацию загрязненных экотоксикантами почв. Это дает возможность получения экологически чистых сельскохозяйственных продуктов. Также отмечена возможность утилизации тепла канализационных или производственных стоков с использованием его в качестве альтернативного источника энергии.

Сточные воды являются сложной гетерогенной системой, в их составе органические и минеральные соединения встречаются в виде нерастворимых, коллоидных и растворимых состояний. По составу и образованию сточные воды подразделяются на три основные категории: хозяйственно-бытовые, промышленные и атмосферные (рисунок 4.9.1).

### Управление промышленными сточными водами

Из всех видов сточных вод наиболее опасными являются производственные стоки, содержащие комплекс токсичных веществ органической и неорганической природы. Они оказывают отрицательное влияние на санитарное состояние атмосферы и водоемов, могут стать причиной распространения инфекционных и других заболеваний. В связи с этим в любой стране вопросы очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод стоят очень остро и являются неотъемлемой частью проблемы охраны и оздоровления окружающей среды (Пашаян А.А. и др., 2004).

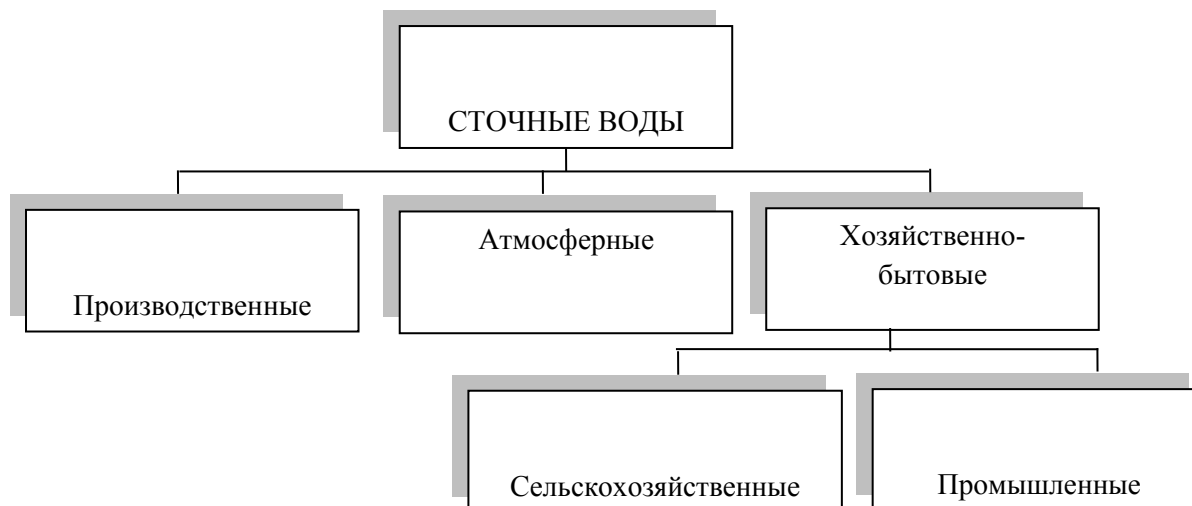
Особого внимания заслуживает организация производств на основе применения безводных или безотходных технологий. К наиболее действенному способу защиты и рационального использования природных водных ресурсов можно отнести оборотное водоснабжение. Его можно осуществить на основе разработки и внедрения на производствах эффективных методов очистки, обеззараживания и утилизации сточных вод (Яковлев С.В., 2004). Основные известные и широко применяемые методы очистки сточных вод представлены на рисунке 4.9.2. Подбор методов очистки для удаления загрязнителей зависит от качественного и количественного состава производственных стоков (Белов С.В., 1983). В настоящее время в области очистки

сточных вод актуальным является решение следующих задач:

- повышение эффективности очистки от загрязняющих веществ;
- снижение массы образующихся осадков, которые включают активный ил;
- извлечение ценных компонентов с целью получения коммерческого продукта;
- снижение затрат на строительство и обслуживание;
- повторное использование очищенной воды.

На многих предприятиях Казахстана предусмотрен замкнутый цикл «сточная вода – техническая вода». При этом очищенная вода повторно используется для производственных целей на промышленных предприятиях, для хозяйственно-бытовых, технических нужд и полива. В связи с расположением многих промышленных предприятий в жарких, засушливых районах такой подход является рациональным, поскольку природных водных ресурсов часто оказывается недостаточно для полного удовлетворения нужд. Водоочистка осуществляется многоступенчатым комбинированным методом с применением ряда современных установок и современного оборудования. При замкнутом цикле водоочистки предусматривается не только повторное использование воды, но и извлечение ценных компонентов на основе переработки осадков, образующихся на различных стадиях.

Начальным этапом очистки сточных вод на всех предприятиях является механическая очистка, включающая процессы процеживания, отстаивания и фильтрования (рисунок 4.9.2). Она позволяет осуществить удаление нефтепродуктов, жиров и до 90% нерастворимых механических примесей различной степени дисперсности песка, глинистых частиц, окалины, мелких металлических стружек и т.д. При механической очистке используются решетки или решетки-дробилки, фильтры с бактерицидными лампами или с зернистой загрузкой, песколовки, песковые площадки, усреднители, отстойники, нефтеловушки, гидроциклоны, жируловители и другое оборудование. Решетки должны иметь отверстия в 16 мм. Механизированная очистка решеток от отбросов предусматривается при количестве отбросов



**Рисунок 4.9.1 – Виды сточных вод в зависимости от путей образования.**

0,1 м<sup>3</sup>/сут. Песколовки тангенциальные применяют для станций очистки с производительностью до 50 000 м<sup>3</sup>/сут. Горизонтальные – с производительностью свыше 10 000 м<sup>3</sup>/сут. и аэрируемые – с производительностью свыше 20 000 м<sup>3</sup>/сут. Отстойники выбирают с учетом производительности станций очистки сточных вод: до 20 000 м<sup>3</sup>/сут. – вертикальные, свыше 15 000 м<sup>3</sup>/сут. – горизонтальные, свыше 2 000 м<sup>3</sup>/сут. – радиальные, до 10 000 м<sup>3</sup>/сут. – двухъярусные.

Нефтеловушки и жируловители применяются для задержания нефтяных и масляных частиц при концентрации их в сточной воде более 100 мг/л (Рублевская, 2010). Гидроциклоны (открытые и напорные) применяются для отделения из сточных вод оседающих и грубодисперсных примесей. Открытые гидроциклоны используют трех типов:

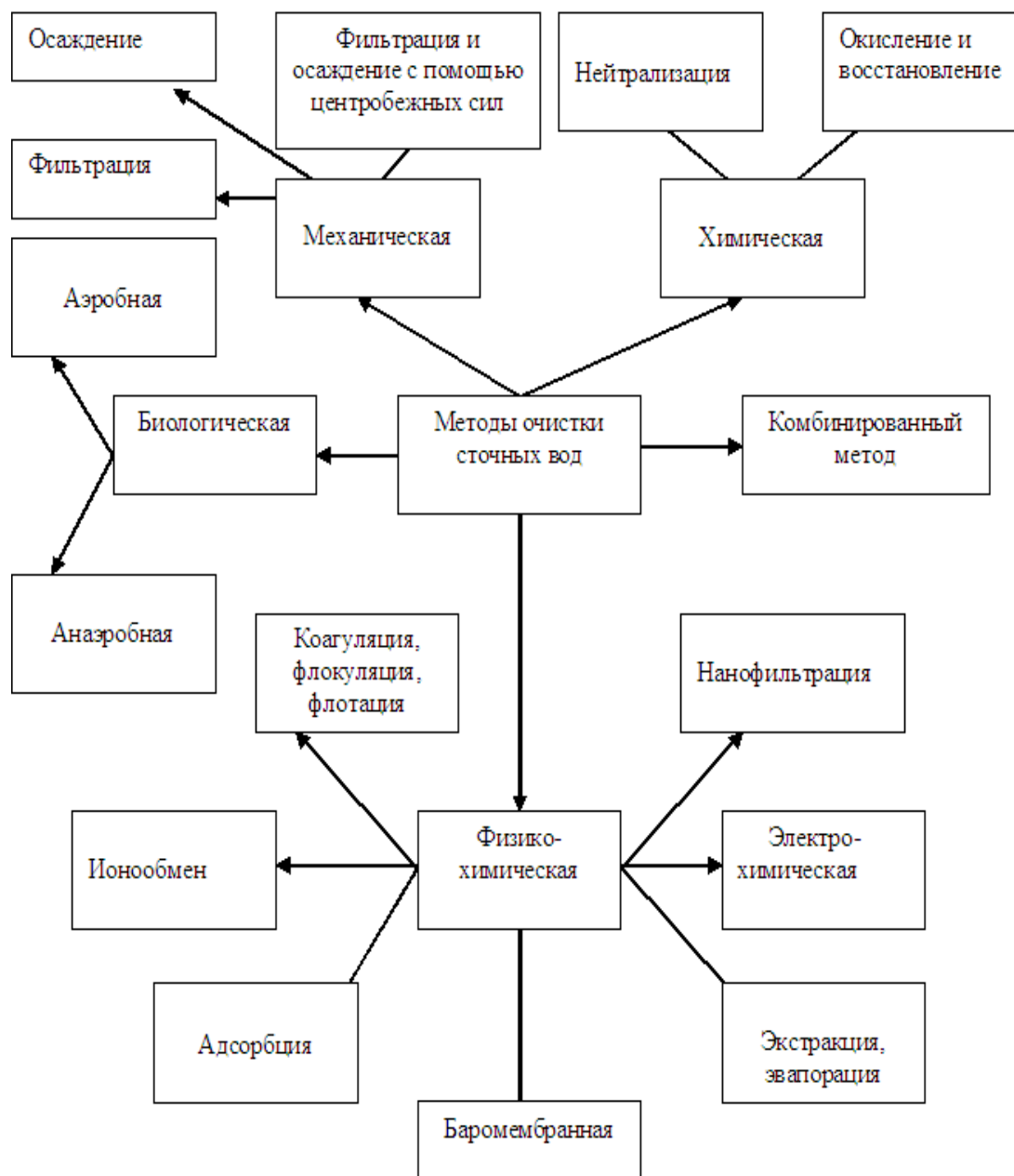
- гидроциклоны без внутренних устройств для выделения из сточных вод крупно- и мелкодисперсных примесей гидравлической крупностью 5 мм/с и более;
- гидроциклоны с диафрагмой и многоярусные (при расходе 200 м<sup>3</sup>/сут на один аппарат) для выделения из сточных вод примесей крупностью 0,2 мм/с и более, а также нефтепродуктов.

При очистке или доочистке производственных и городских стоков от тонкодисперсных примесей, не удаляемых

механически, на других стадиях дополнительно могут быть использованы фильтры. В качестве фильтрующей загрузки используются кварцевый песок, керамзит, керамическая крошка, горные породы, дробленый антрацит с размерами зерен 0.5-2 мм.

#### **Физико-химические методы очистки**

После механической очистки для промышленных предприятий наиболее эффективным является применение химических и физико-химических методов очистки. К основным химическим способам относят нейтрализацию, окисление, восстановление и осаждение реагентами. Для нейтрализации кислот и щелочей в сточные воды вводят специальные реагенты – известь, кальцинированную соду, аммиак, во втором случае – различные окислители. К физико-химическим методам относятся коагуляция и флокуляция, флотация, ионный обмен, адсорбция, экстракция, обратный осмос, электродиализ и др. Широкое распространение на современных заводах находит метод обратного осмоса (гиперфильтрация), осуществляющийся на простом оборудовании при обычной температуре. При этом методе эффективность очистки мало зависит от концентрации загрязнений, позволяет извлечение ценных компонентов (Касатиков, 2006). Очищаемые стоки непрерывно фильтруются под давлением через полупроводниковые мембраны, которые задерживают молекулы или ионы растворенных органических, неорганических и бактериальных примесей. Основным



**Рисунок 4.9.2 – Классификация методов очистки сточных вод**

недостатком является высокая стоимость мембран и быстрая их изнашиваемость. Вид установки, используемой на сернокислотных заводах Казахстана, приведен в приложении.

На предприятиях цветной металлургии (Балхаш, Жезказган и др.) щелочные сточные воды обогатительных фабрик, образованных при флотации руд, нейтрализуются кислыми сточными водами электролизных цехов и других объектов. Окисление или восстановление часто используется в цветной металлургии для перевода токсичной формы соединений в нетоксичную или малотоксичную, например, мышьяк из

трехвалентной переводится в пятивалентную, хром – из шестивалентной в трехвалентную и т.д. Далее мышьяк и хром выводятся после соответствующей нейтрализации в виде нерастворимых в воде осадков.

На коксохимических заводах сточные воды аммиачных и бензольных цехов после их дефеноляции применяют для тушения кокса (Jordao, 2002). При этом удельный расход сточной воды составляет около 1,5 м<sup>3</sup> на 1 г кокса. Вода, образуемая после тушения кокса, обычно объединяется с фенолсодержащей сточной водой и направляется в отстойники. Выпавшая в

отстойниках твердая фаза является хорошим топливом. А жидкая фаза может быть применена для увлажнения воздуха, подаваемого в газогенераторы, фенолы при этом сгорают, превращаясь в безвредный углекислый газ и воду. В легкой и текстильной промышленности для очистки сточных вод наиболее эффективными и признанными являются деструктивные методы, а именно, очистка окислением, реагентная восстановительно-окислительная, электрохимическая и электрокаталитическая очистка.

При применении окислительного метода в качестве деструктора органических компонентов используются окислители пероксид водорода, хлор и его соединения. Часто для ускорения процесса окисления с целью осуществления глубокой деструкции органических загрязнителей (до 100%), таких как ПАВ, красители, применяются адсорбенты-катализаторы (пористый силикагель, покрытый промотирующими добавками оксидов никеля, меди, кобальта). При очистке сточных вод реагентным восстановительно-окислительным методом разрушение красителей и других органических загрязнителей проводится с помощью атомарного водорода, гидросульфита натрия или ронгалита (расход до 3 кг/м<sup>3</sup>). Метод электрохимической очистки обладает достаточно высокой эффективностью, что связано с надежностью, быстрым выходом оборудования на рабочий режим, дешевизной, высокой устойчивостью электродов к коррозии, отсутствием осадкообразования (Василенко, 2009). Метод электрохимической очистки не всегда позволяет провести глубокую деструкцию всех органических веществ, поэтому применяются в совокупности как катализаторы (кобальт, никель, медь, железо, марганец, активированные угли), так и электрогенерируемые окислители. Электрокаталитические методы позволяют повысить окислительную способность растворов активного хлора. Например, при использовании марганца в качестве катализатора его валентность в этих условиях меняется от +2 до +7, т.е. появляется возможность одновременного взаимодействия ионов марганца с несколькими молекулами хлора.

Завершающей стадией очистки сточных вод химических, нефтеперерабатывающих и

других предприятий, а также городских сточных вод является биологическая очистка. Она основана на способности некоторых микроорганизмов разрушать различные по природе загрязняющие вещества, находящиеся в сточных водах в виде мелких суспензий, коллоидов и в растворенном виде, с образованием безвредных продуктов. Для жизнедеятельности микроорганизмов необходим постоянный приток кислорода, поэтому процесс является аэробным. В процессе биологической очистки формируется биоценоз микроорганизмов (активный ил или биопленка). Состав биоценоза зависит от характера примесей сточных вод, исходного вида микроорганизмов и условий проведения процесса очистки. Активный ил представляет собой хлопья темноватого цвета, состоит из большого числа многослойно расположенных клеток. Биопленка – это слизь толщиной 1...3 мм, она формируется на поверхности биофильтров. Биологическая очистка проводится с аэрацией активного ила или биопленки, температура при этом должна быть в пределах 20-30<sup>0</sup>С. Основными аппаратами – сооружениями аэробной биологической очистки – являются аэротенки, окситенки, биологические пруды (земледельческие поля орошения и фильтрации) и биофильтры (некоторые растения). Аэротенки – это объемные резервуары, через которые, постепенно протекая и контактируя с активной массой микроорганизмов, очищается загрязненная вода. В зависимости от условий проведения существует также анаэробная (бескислородная) биологическая двухстадийная очистка сточных вод с использованием окситенков. На 1-й стадии под действием бактерий протекает процесс сбраживания, при этом органические вещества превращаются в органические кислоты. На 2-й стадии эти кислоты служат источником питания для метанообразующих бактерий, конечными продуктами, образующимися в результате данного процесса, являются метан и углекислый газ (Усков, 1987).

Казахстан обладает достаточным количеством неиспользуемых земель, поэтому сброс очищенных вод во многих производствах осуществляется в биопруды и поля фильтрации, а затем дополнительно очищенная естественным путем вода применяется для различных целей. В

настоящее время ученые Казахстана в связи с организацией всемирной выставки «ЭКСПО-17» уделяют большое внимание использованию альтернативных источников энергии. Одним из таких источников является тепло канализационных стоков, которые утилизируются тепловыми насосами. Утилизация тепла канализационных или производственных стоков осуществляется теплонасосными установками, при этом нереализуемое тепло превращается в полезную энергию. Решение такой задачи позволяет сократить потребление топливных ресурсов и в определенной степени решить вопрос энергосбережения. Основным потребителем сточных вод в настоящее время является сельское хозяйство, так как здесь используется не только сама вода для полива земель, но в известных пределах также и содержащиеся в сточных водах удобные вещества, хорошо усваиваемые растениями (Cavender, N. D., 2003).

### Способы утилизации осадков сточных вод

При очистке сточных вод образуются различные осадки в виде суспензии, они условно классифицируются на следующие основные категории: минеральные,

органические осадки и избыточный активный ил. Технологический цикл обработки осадков сточных вод, включая их ликвидацию и утилизацию, представлен на рисунке 4.9.3. (Рублевская, 2012). Первичной стадией обработки осадков сточных вод является обезвоживание путем применения методов уплотнения. К наиболее часто используемым методам для уплотнения осадков относятся гравитационный и флотационный методы. Гравитационное уплотнение проводится в отстойниках-уплотнителях, а флотационное – в установках напорной флотации. Уплотнение также можно осуществить в циклонах и центрифугах с применением центробежных сил. Кроме этих методов, существует также метод вибрационного уплотнения. При этом методе осадки сточных вод фильтруются через фильтрующие перегородки или в осадок погружаются вибраторы (Наими, 1987).

После уплотнения с целью разрушения биологически разлагаемой части органического вещества осадки подвергаются стабилизации. Стабилизация необходима для предотвращения загнивания осадков при хранении. Она осуществляется в аэробных или в анаэробных условиях. Процесс аэробной стабилизации проводят в аэротенках, а анаэробная стабилизация

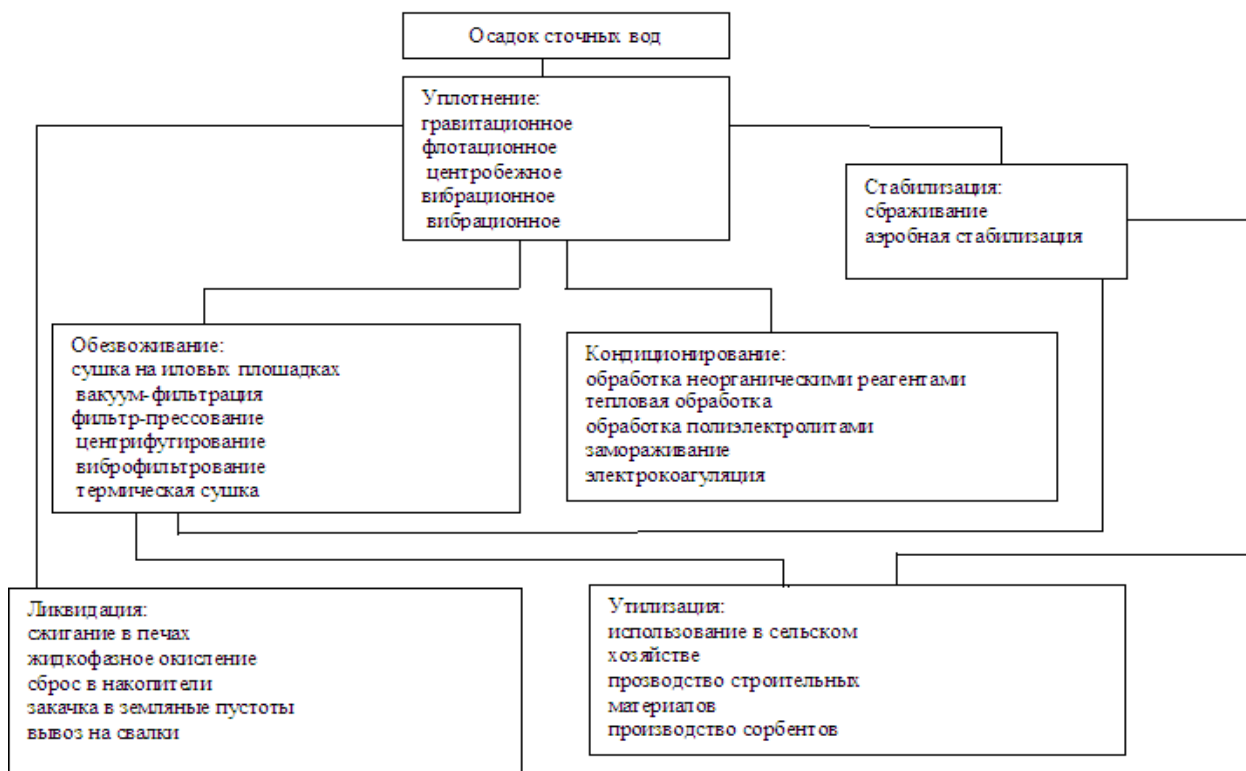


Рисунок 4.9.3 – Обезвоживание и утилизация осадков сточных вод

осуществляется в метантенках. При сбраживании осадков сточных вод в метантенках выделяется большое количество газа, состоящего из метана (2/3 от общего объема газа) и диоксида углерода. Выделяемый метан можно использовать для подогрева метантенков (при этом ускоряется процесс сбраживания), для подогрева воды или пара и т.п.

После стабилизации некоторые обезвоженные не утилизируемые осадки направляются на ликвидацию. Одним из наиболее распространенных методов ликвидации является метод сжигания в циклонных печах, или печах кипящего слоя. Выделяемое тепло используется для технологических или для отопительных целей. Одним из рациональных путей реализации осадков сточных вод является их утилизация с получением удобрений, что позволяет сэкономить в общей сложности на 2-4% азотные удобрения, на 8-10% – фосфорные, не менее чем на 2% – калийные удобрения (Акбасова, 2013).

Нами показана возможность утилизации осадков сточных вод с помощью калифорнийских червей. При этом продуктом процесса утилизации является биогумус. Биогумус можно использовать в сельском хозяйстве для повышения плодородия деградированных, малопродуктивных почв. При внесении биогумуса улучшаются питательные, физико-механические и гидроаккумуляционные свойства почв. Кроме того, обладая высокой адсорбционной способностью, биогумус эффективно тормозит процесс транслокации тяжелых металлов в растения. Это позволяет получить экологически чистую сельскохозяйственную продукцию.

## **Заключение**

Таким образом, установлено, что в настоящее время защита водных ресурсов от истощения и загрязнения, а также их рациональное использование для нужд народного хозяйства является одной из наиболее важных проблем. Особое значение придается безотходности процессов, то есть повторному использованию очищенных сточных вод для различных производственных циклов. Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дадут возможность полностью ликвидировать сбрасывание сточных вод в поверхностные

водоемы. Сконцентрировано внимание на способах утилизации отходов, образуемых в процессе очистки сточных вод. Утилизация отходов сточных вод создаст неограниченные возможности для их превращения в полезное сырье, на основе которого можно организовать производство разнообразных ценных продуктов.

## Раздел 5

# Устойчивое использование водных ресурсов в Казахстане



## 5. Устойчивое использование водных ресурсов в Казахстане

### 5.1 Водные ресурсы и устойчивое развитие

Касым Дускаев, Гульдана Минжанова

Е-mail: [kduskaev@gmail.com](mailto:kduskaev@gmail.com)

#### Введение

Вода является ключевым природным компонентом обеспечения существования человечества и целостности экосистем. Одновременно, водные ресурсы - одни из лимитирующих факторов развития экономики в аридных областях. Согласно Берлинским правилам, устойчивое использование водных ресурсов означает «комплексное управление водными ресурсами для обеспечения эффективного использования и справедливого доступа к воде на благо нынешнего и будущих поколений при сохранении возобновляемых ресурсов и сохранении невозобновляемых ресурсов в максимально возможной степени» / The “Berlin Rules”: International Law Association Berlin Conference on Water Resources Law/. Переход к интегрированному управлению водными ресурсами (ИУВР) в Республике Казахстан на основе Национального плана ИУВР и эффективного водопользования - ключевое направление, получившее всемирное признание для содействия достижению целей и задач устойчивого развития.

#### Интегрированное управление водными ресурсами

ИУВР определяется как «процесс, который способствует скоординированному развитию и управлению водными, земельными и связанными с ними ресурсами с тем, чтобы максимизировать создаваемое в результате этого экономическое и социальное благополучие справедливым образом, не подвергая опасности устойчивость жизненно важных экосистем» (GWP: 2005). ИУВР включает в себя следующие компоненты:

- Все природные аспекты водной системы: поверхностные воды, подземные воды, качество воды (физические, биологические и химические показатели);
- Все секторы, зависящие от воды: сельское хозяйство, домашние хозяйства, промышленность, гидроэнергетика,

судоходство, рыбное хозяйство, рекреация, экосистемы;

- Соответствующие национальные цели и ограничения: социальные, экономические, организационные, экологические;
- Учреждения на всех соответствующих уровнях: бассейновом, национальном, региональном, местном;
- Пространственное изменение ресурсов и требований: верхнего и нижнего течения взаимодействия, анализа в масштабах бассейна, межбассейновые переброски;
- Временные изменения: наводнения, засухи, пиковые нагрузки, рост клеток.

#### Устойчивость и ИУВР

Для реализации ИУВР (и соответствующих правовых рамок), большое значение имеет то, что означает устойчивость для конкретного контекста и какие действия (меры, регламентации, контроля, инструменты управления) должны быть формализованы. Конкретные цели устойчивого развития и проблемы должны быть выявлены, оценены и включены как часть подхода ИУВР. Практические шаги реализации ИУВР в глобальном плане были обсуждены в рамках нескольких конференций и международных соглашений: Всемирный Саммит по Устойчивому Развитию (г. Йоханнесбург, 2002 год) призвал все страны разработать Планы интегрированного управления водными ресурсами и эффективного использования воды к 2005 году. Последующие соглашения были подписаны на Третьем водном форуме (Киото, 2003 год), Четвертом водном форуме (Мехико, 2006 год), Пятом водном форуме (Стамбул, 2009 год), Шестом водном форуме (Марсель, 2012 год). Отмечено, что водные кризисы являются, прежде всего, кризисами управления, несогласованности действий заинтересованных сторон и недостаточного финансирования.

#### Водные ресурсы и устойчивое развитие в Центральной Азии

Водные ресурсы региона - это в основном сток наиболее крупных рек: Амударья (79,28 куб. км) и Сырдарья (37, 2 куб. км.), общий сток 116,5 куб. км в год. Водные ресурсы исторически являются ключевым фактором, определяющим распределение населения и виды экономической деятельности в регионе. Например, 80-90% водных ресурсов Центральной Азии используется в сельском хозяйстве и в основном в орошаемом земледелии. В регионе наблюдаются высокие темпы роста населения (население Узбекистана в

2013 году достигло 30,2 млн. чел., что на 5,3 млн. чел. больше, по сравнению с 2000 годом). Вода и распределение воды была и остается одним из основных инструментов, которые поддерживают отношения между государствами. На Шестом водном форуме (Марсель, 2012 год) для региона Центральной Азии на пути к устойчивому развитию стран в сфере водных ресурсов и ИУВР определены следующие основные приоритеты.

**Таблица 5.1.1 Приоритеты в водных ресурсах и ИУВР**

№ приоритета	Описание приоритета
1	Гарантия воды для будущих поколений
2	Управление рисками и водная безопасность
3	Международное сотрудничество в сфере управления водными ресурсами трансграничных водотоков в интересах всех стран региона
4	Внедрение инноваций в аграрный сектор в целях достижения продовольственной безопасности
5	Интегрированное управление водными ресурсами – инструмент для сбалансированного многоцелевого использования воды
6	Изменение климата и сохранение природного потенциала
7	Обеспечение устойчивого водоснабжения для питьевых нужд

### Водные ресурсы и устойчивое развитие в системе государственного управления РК

Устойчивому социально-экономическому развитию Казахстана, достижению баланса между имеющимися водными ресурсами и потребностями в них препятствует множество проблем водного сектора экономики. Причины накопившихся водных проблем требуют применения новых подходов к их решению, в частности выход представляется во внедрении ИУВР программным методом с участием всех заинтересованных сторон (Концепция перехода РК к УР, 2006).

В 2012 году в своем Послании Президент РК - Лидер Нации Н. А. Назарбаев народу Казахстана определил несколько основных направлений для РК, таких как

- 1) Состоявшийся Казахстан – испытание кризисом нашей государственности, национальной экономики, гражданского общества, общественного согласия, регионального лидерства и международного авторитета;
- 2) Десять глобальных вызовов XXI века, представленных в табл. 5.1.2;
- 3) Стратегия «Казахстан-2050» - Новый политический курс для нового Казахстана в быстро меняющихся исторических условиях (Н.А. Назарбаев, 2012).

Четвертый вызов – острый дефицит воды. Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев (2012) подчеркнул тот факт, что:

- Мировые водные ресурсы также находятся под большим давлением.
- За последние 60 лет на планете потребление питьевой воды возросло в 8 раз. К середине столетия многие страны будут вынуждены импортировать воду.
- Вода – крайне ограниченный ресурс и борьба за обладание источниками уже становится важнейшим фактором геополитики, являясь одной из причин напряженности и конфликтов на планете. Казахстан также сталкивается с проблемами водоснабжения. Нам не хватает качественной питьевой воды. Целый ряд регионов испытывает в ней острую потребность.

Есть и геополитический аспект этой проблемы. Уже в настоящее время мы столкнулись с серьезным вопросом использования водных ресурсов трансграничных рек. При всей сложности данного вопроса мы не должны допускать его политизации.

**Таблица 5.1.2 Десять глобальных вызовов 21-го века (Н.А. Назарбаев, 2012)**

Вызов	Десять глобальных вызовов XXI века
1	ускорение исторического времени
2	глобальный демографический дисбаланс
3	угроза глобальной продовольственной безопасности
4	<b>острый дефицит воды</b>
5	глобальная энергетическая безопасность
6	исчерпаемость природных ресурсов
7	Третья индустриальная революция
8	нарастающая социальная нестабильность
9	кризис ценностей нашей

	цивилизации
10	угроза новой мировой дестабилизации

Астанинская Инициатива «Зеленый мост» как основа устойчивого развития Казахстана /3/; Инициатива «Зеленый мост» была выдвинута РК и поддержана на VI Конференции министров по окружающей среде и развитию Азиатско-Тихоокеанского региона. В свою очередь, предложение региона Азии и Тихого океана о создании Программы партнерства было поддержано на заседании Комитета по экологической политике ЕЭК ООН (2-5 ноября 2010 г., Женева). Основной целью Инициативы является развитие партнерства между странами Европы, Азии и Тихого океана по разработке планов перехода от традиционных моделей экономики к концепциям «зеленого» роста. Ключевые области Программы партнерства:

- охрана водных, горных и других экосистем и повышение экоэффективности использования природных ресурсов;
- устойчивая энергия, ее доступность и эффективность;
- продовольственная безопасность и устойчивое сельское хозяйство;
- устойчивая городская инфраструктура и транспорт;
- адаптация к изменению климата и готовность к природным катастрофам.

### Географическое расположение страны

Республика Казахстан расположена в Центральной Азии в центре Евразийского материка и занимает площадь 2.72 млн. км<sup>2</sup>. Западная граница государства проходит по акватории Каспийского моря, Приволжским степям, поднимаясь на север к южным отрогам Урала, далее на восток вдоль юга Западно-Сибирской равнины до Алтайских хребтов. Восточная граница проходит по хребтам Тарбагатай и Джунгарии, южная - по горам Тянь-Шаня и Туранской низменности до побережья Каспия. Самая высокая точка Казахстана – пик Хан-Тенгри (6995 м над

уровнем моря), самая низкая – впадина Карагие (минус 132 м. абс. БС). Особенностью территории Казахстана является то, что большая ее часть относится к бессточным бассейнам Каспийского и Аральского морей, озер Балхаш, Тенгиз, Алаколь и др., не имеющих выхода к Мировому океану. В связи с этим в низовьях трансграничных рек, расположенных на территории страны (дельты Сырдарьи, Иле, Жаик и др.) происходит значительное накопление загрязняющих веществ. Эти загрязнители переносятся сюда со стоками рек, выпадают с атмосферными осадками, попадают в результате размещения промышленных отходов и выбросов загрязняющих веществ, а также из других источников. Все это вызывает серьезное обострение проблемы управления водными ресурсами и качеством воды водных объектов Казахстана (Водные ресурсы Казахстана, ПРООН, 2004).

### Водный фонд

Согласно Водному Кодексу РК Государственный водный фонд Республики Казахстан включает в себя совокупность всех водных объектов, а также сосредоточенных в них водных ресурсов в пределах территории Республики Казахстан, включенных или подлежащих включению в государственный водный кадастр /5/. Запасы пресных вод составляют порядка 524 км<sup>3</sup> (озера - 190, ледники – (80), реки - 101, водохранилища - 95, подземные воды - 58) (рис.5.1.1).

#### Реки

На территории республики насчитывается около 39 тыс. рек и временных водотоков, из них более 7 тыс. - длиной свыше 10 км. Речная сеть распределена неравномерно. На севере республики она находится в пределах 0,03-0,05 км/км<sup>2</sup>, в районах Алтая, Жетысуского и Илейского Алатау составляет 0,4-1,8 км/км<sup>2</sup>. Большая часть рек принадлежит к замкнутым бассейнам Каспийского и Аральского морей, озер Балхаш и Тенгиз. В Казахстане 6 рек с расходами воды от 100 до 1000 м<sup>3</sup>/с, 7 рек - от 50 до 100 м<sup>3</sup>/с, 40 рек - от 5 до 50 м<sup>3</sup>/с (см. рис. 5.1.2).

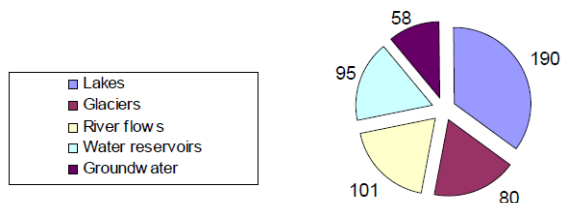


Рисунок 5.1.1 Запасы пресной воды в республике Казахстан, км<sup>3</sup> (Комитет по водным ресурсам РК)

### Озера

Озера Казахстана весьма многочисленны, их насчитывается 48262 с общей площадью водной поверхности 45002 км<sup>2</sup>. По численности малые озера (менее 1 км<sup>2</sup>) составляют 94%, а по площади - 10%. По территории республики озера размещаются неравномерно: на Северный Казахстане приходится 45% всех озер, на Центральный и Южный - всего 36%, на другие регионы - 19%. Самыми крупными озерами Казахстана являются принадлежащие республике акватории Каспийского и Аральского морей, озера Балкаш и Тенгиз в Центральном Казахстане, Алаколь и Сасыкколь у Джунгарских ворот, Жайсан и Маркаколь в Восточном Казахстане. Большое количество озер находится в лесостепной и северной части степной зоны, наиболее крупными из них являются Коргалжын, Шалкар-Тенгиз, Большое Чебачье, Щучье, Селеты-Тенгиз. Общий объем воды, находящийся в этих естественных водоемах, составляет 190 км<sup>3</sup>.

### Ледники

Основная масса ледников Казахстана в виде огромного ледяного пояса располагается на юге и востоке Республики, где на высоту более 4 тысяч метров над уровнем моря поднимаются горные хребты Тянь-Шаня - Таласский, Киргизский, Илейский, Кунгей и Терскей Алатау, а также хребты Жетысуского Алатау и Казахстанского Алтая. На конец 80-х годов XX века на территории Казахстана насчитывалось 2720 ледников, в том числе 1975 ледников площадью 0,6 км<sup>2</sup> и более. Общая площадь оледенения в Республике Казахстан составляла 2033,3 км<sup>2</sup>, общий объем сохраняемых в них запасов водных ресурсов - 80 км<sup>3</sup>, что приведено в таблице 5.1.3. В настоящее время наблюдается тенденция значительного сокращения площади оледенения в Казахстане. По оценкам известного гляциолога профессора Вилесова Е.Н. (2014) объем воды в ледниках Казахстана уменьшился до 45 км<sup>3</sup> по сравнению 1980 годом.

Таблица 5.1.3 Ледники Республики Казахстан

Регион	км <sup>2</sup>
Жетысуского Алатау	1000
Илейский и Кунгей Алатау	660,7
Терскей Алатау	144,9
Казахстанский Алтай и Саур	106,2
Киргизский и Таласский Алатау	101,5

### Водохранилища

Всего в пределах Казахстана в настоящее время насчитывается свыше 200 водохранилищ (см. табл. 5.1.4) общей емкостью более 95,5 км<sup>3</sup> (без учета прудов и малых водохранилищ, рассчитанных на задержание весеннего стока). Более 50 процентов водохранилищ имеют объем 1-5 млн. м<sup>3</sup> воды. Большая часть водохранилищ рассчитана на сезонное регулирование стоков.

Таблица 5.1.4 Сведения о крупных водохранилищах РК

Водохранилище	Полный объем, км <sup>3</sup>
Бухтарминское (на р. Ертыс)	49,0
Капшагайское (на р. Иле)	(28,1)
Шардаринское (на р. Сырдарья)	5,2
Верхне-Тобольское (на р. Тобыл)	0,82
Каратомарское (на р. Тобыл)	0,59
Вячеславское (на р. Есиль)	0,4
Сергеевское (на р. Есиль)	0,7

### Подземные воды

Общие запасы подземных вод составляют 43 млн. м<sup>3</sup>/сут. (15,7 км<sup>3</sup>/год), которые могут быть увеличены за счет прогнозных ресурсов до 100 млн. м<sup>3</sup>/сут. (36,5 км<sup>3</sup>/год) на основании

разведочных работ (Водные ресурсы Казахстана, ПРООН, 2004; Гос. программа УВР Казахстана, 2014).

### Водохозяйственные бассейны и водообеспеченность территории Республики Казахстан

Территорию Казахстана можно условно разделить на 8 - водохозяйственных бассейнов: Арало-Сырдарьинский бассейн, Шу-Таласский, Балхаш-Алакольский, Ертисский, Есильский, Нура-Сарысуский, Тобыл-Тургайский и Жайык-Каспийский (рис.5.1.2). В настоящее время Казахстан не испытывает национального дефицита водных ресурсов, однако наблюдается региональный дефицит, например в Арало-Сырдарьинском и Нура-Сарысуском бассейнах. Возобновляемые водные ресурсы Казахстана в средний по водности год составляют  $100,5 \text{ км}^3$  (см. табл. 5.1.5). Только  $56,5 \text{ км}^3$  формируется на территории республики. Остальной объем  $44,0 \text{ км}^3$

воды по трансграничным рекам из соседних стран. Это побуждает все страны вести переговоры по трансграничным водным объектам для решения существующих и потенциальных проблем с водой. По объемам пресной воды из возобновляемых источников на душу населения Казахстан обходит некоторые аграрные и промышленные страны, например, Индию и Китай, хотя и уступает таким странам, как Россия, Бразилия и Канада. Из общего объема водных ресурсов  $100,5 \text{ км}^3$  на сегодняшний день  $38,6 \text{ км}^3$  в год необходимы для использования в природоохранных целях (экологический сток) для сохранения речных и озерных экосистем. Около  $29 \text{ км}^3$  в год недоступны из-за отсутствия необходимой инфраструктуры, испарения и фильтрации в каналах и реках и обеспечения обязательного поступления в приграничные государства такие, как Китай и Россия. Кроме того,  $12,8 \text{ км}^3$  водных ресурсов являются ненадежными, по причине естественной изменчивости речного стока. Таким образом, объем доступных, устойчивых и

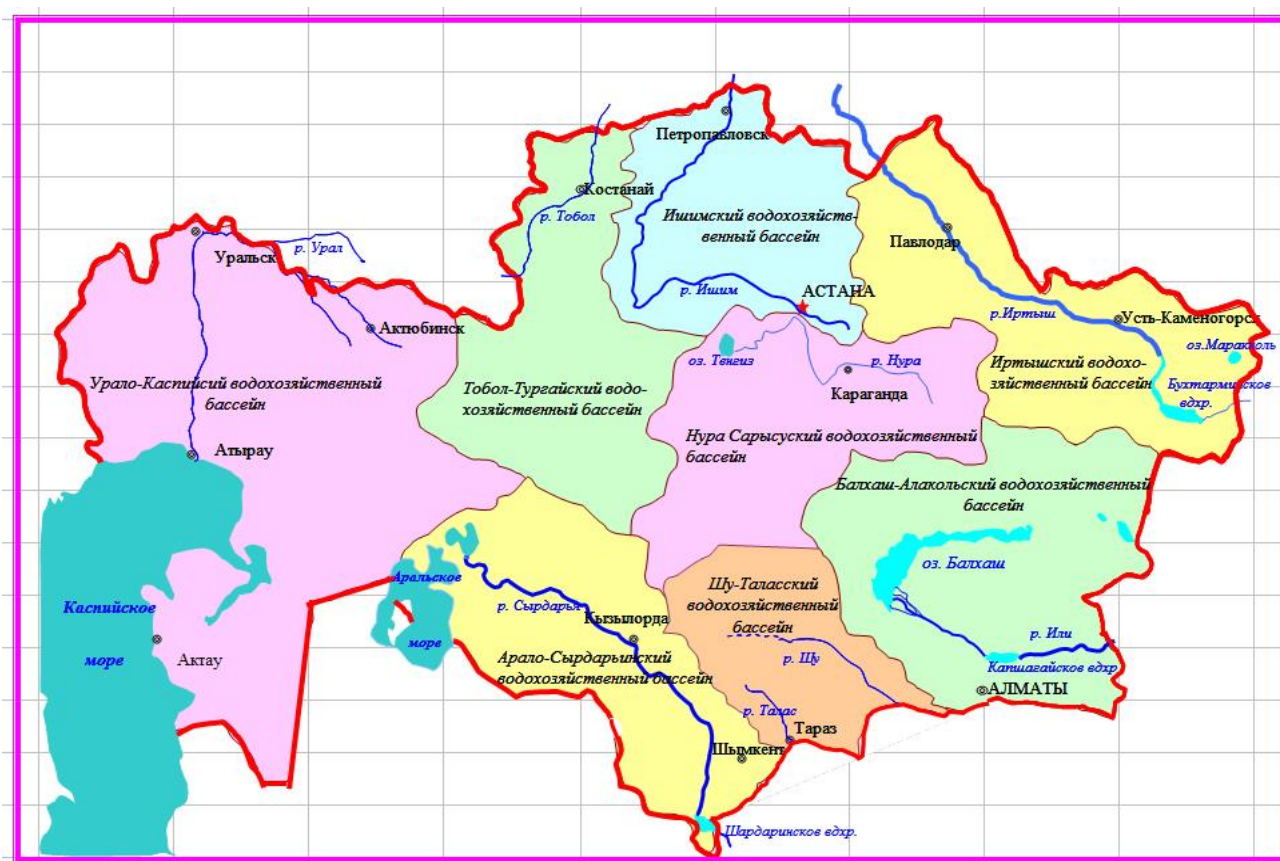


Рисунок 5.1.2 Водохозяйственные бассейны Республики Казахстан (Комитет по водным ресурсам РК)

поступает из сопредельных государств: Китайской Народной Республики –  $18,9 \text{ км}^3$ ; Республики Узбекистан –  $14,6 \text{ км}^3$ ; Кыргызской Республики –  $3,0 \text{ км}^3$ ; Российской Федерации –  $7,5 \text{ км}^3$  /8, 11/. Казахстан сильно зависит от притока

надежных водных ресурсов в Республике Казахстан в настоящее время составляет  $23,2 \text{ км}^3$  в год (Водные ресурсы Казахстана, ПРООН, 2004, Гос. программа УВР Казахстана, 2014).

### Использование водных ресурсов

Водопотребление отраслей экономики Казахстана на современном уровне по сравнению с 1993 годом снизилось с 35 км<sup>3</sup> до 26 км<sup>3</sup> в 2006 году и 21,4 км<sup>3</sup> – в 2012 году. В 2001 году наблюдался самый низкий показатель объема водозабора - 20 км<sup>3</sup>. Колебания используемых объемов воды обусловлены водностью лет, а также происходящими в экономике организационно-структурными преобразованиями.

чем в сравнимых странах, как по отдельным отраслям, так и по экономике в целом: Казахстану требуется 97 м<sup>3</sup> воды на 1000 долларов ВВП, что существенно превышает показатели Австралии (15 м<sup>3</sup>), Бразилии (26 м<sup>3</sup>), Соединенных Штатов Америки (31 м<sup>3</sup>), России (33 м<sup>3</sup>), КНР (67 м<sup>3</sup>). Потери при транспортировке, включенные в водозабор, составляют, в среднем, около 60% для сельскохозяйственных потребителей, около 40% для промышленных потребителей и 50% для

**Таблица 5.1.5 Водохозяйственные бассейны и водные ресурсы Республики Казахстан (Гос. Программа УВР Казахстана, 2014)**

Наименование бассейна	Локальные водные ресурсы, км <sup>3</sup>	Трансграничные водные ресурсы, км <sup>3</sup>	Подземные воды, км <sup>3</sup>	Прочие источники, км <sup>3</sup>	Итого водных ресурсов, км <sup>3</sup>
Арало-Сырдарьинский	3,4	14,6	0,2	3,2	21,4
Балхаш-Алакольский	15,4	12,2	0,4	0,4	28,4
Ертисский	25,9	7,8	0,2	0	33,9
Есильский	2,6		0,1	0	2,6
Жайык-Каспийский	4,1	7,1	0,2	0,3	11,7
Нура-Сарысуский	1,4		0,1	0,1	1,5
Тобыл-Торгайский	1,3	0,3	0	0	1,6
Шу-Таласский	1,6	2,6	0,1	0	4,4
Всего по РК	55,7	44,7	1,2	3,9	105,5

Водообеспечение отраслей экономики осуществляется на 90% из поверхностных водных источников (около 20,3 км<sup>3</sup> в 2012 году). Остальная часть - за счет подземных, морских (Каспийского и Аральского морей) и сточных вод. На коммунально-бытовые нужды городского и сельского населения ежегодно потребляется около 0,8 км<sup>3</sup> воды в год, что составляет порядка 4 % от общего объема забранных вод. При этом удельное водопотребление на одного человека, в зависимости от технического состояния водопроводных сетей, составляет от 130 до 250 литров/сутки). В целом объем использования воды для промышленных нужд имеет тенденцию к увеличению, и в 2012 году составили около 5,2 км<sup>3</sup> (24% от общего объема). Наибольшее водопотребление приходится на предприятия теплоэнергетики, цветной металлургии, нефтяной промышленности, (Карагандинская, Павлодарская и Алматинская области). При этом, до 40% расходуемой промышленностью воды - питьевого качества. Сельское хозяйство потребляет основной объем водных ресурсов (до 75% всей потребляемой воды). При этом наибольшее водопотребление приходится на орошаемое земледелие, затем на лиманное орошение, обводнение пастбищ, водоснабжение сельских населенных пунктов. Эффективность использования воды в Казахстане в среднем ниже,

коммунальных хозяйств (в процентах от водозабора). При сохранении сегодняшней эффективности использования водных ресурсов в коммунальном секторе и сельском хозяйстве и умеренном повышении эффективности в промышленности до 2040 г. ожидается стабильный рост водозабора до 29,7 км<sup>3</sup> и потребления (с учетом потерь) до 24,6 км<sup>3</sup> (Водные ресурсы Казахстана, ПРООН, 2004; Институт Географии, 2012; Гос. программа УВР Казахстана, 2014).

### Выводы

В Республике Казахстан, где в ближайшем будущем ожидается значительная интенсификация производства, суммарные ресурсы речного стока (наблюдаемые в средний по водности год) имеют явную тенденцию к сокращению. Если, после многолетних 40-х годов прошлого столетия они оценивались в 150 км<sup>3</sup>/год, в 70-80 гг. – в 115-125 км<sup>3</sup>/год, на уровне 2000 г. – примерно 100 км<sup>3</sup>/год и, наконец, на уровне 2010 г. – 91 км<sup>3</sup>/год (Водные ресурсы Казахстана, 2012). При неблагоприятной реализации климатических и трансграничных гидрологических угроз, в перспективе реально уменьшение к 2040 г. поверхностного стока в

целом по Казахстану на 11,4 км<sup>3</sup> в год. Прогнозируемое снижение поверхностного стока обусловлено, главным образом, уменьшением притока воды из трансграничных рек с 44,7 км<sup>3</sup> в год до 32,6 км<sup>3</sup> в год. Основанием для такого прогноза является увеличение объемов водозабора соседними странами в последние годы, связанное с ростом экономического и социального развития регионов. Наибольший риск уменьшения притока воды имеют реки, берущие начало на территории Китайской Народной Республики (далее – КНР): Ертис и Иле, потенциальный объем снижения стока которых составляет 7,7 км<sup>3</sup> в год. Общий приток воды в Казахстан из территории сопредельных государств с 1998 по 2008 годы сократился на 26%, подобное снижение трансграничного притока ожидается и в последующие 20 лет. С учетом текущей оценки роста спроса, к 2030 г. Казахстан может столкнуться с дефицитом водных ресурсов на уровне бассейнов в размере 13 млрд. кубометров, стоимостью в 2 млрд. долларов США (Водные ресурсы Казахстана, ПРООН, 2004; Институт Географии, 2012; Гос. программа УВР Казахстана, 2014).

## 5.2 Теории и причины деградации гидрологических ресурсов

**Вера Шрайнер, Бургхард Мейер**

Email address: [vera.schreiner@uni-leipzig.de](mailto:vera.schreiner@uni-leipzig.de)

**Введение. Природные и антропогенные причины деградации гидрологических ресурсов: долговременные и кратковременные процессы**

Со времени обсуждения кризиса Аральского моря процессы высыхания больших и малых озер в Казахстане хорошо известны и обсуждаются преимущественно в контексте нерационального использования человеком водных ресурсов в сельском хозяйстве. В данном подразделе не уделяется особое внимание прогнозу изменения климата, так как эта тема будет рассматриваться в подразделе 5.3 (см. статью 5.3).

Проблема деградации гидрологических ресурсов в Западной Сибири и Северном Казахстане исследуется учеными в продолжение более чем ста лет. Первые попытки объяснения причин деградации водных ресурсов были либо основаны на локальных наблюдениях за происходящими процессами (например, заиливание озер вследствие

вырубки водозащитных лесов), либо объяснялись как составляющая часть естественных ритмов и циклических процессов Земли в числе прочего гелио-гидро-климатического, геофизического и биологического круговоротов. Причины деградации гидрологических ресурсов разделяются главным образом на естественные, антропогенные и вытекающий из них процесс изменения климата (рис. 5.2.1). К естественным причинам высыхания озер и рек относятся следующие: (1) послеледниковое изостатическое поднятие земной коры северного полушария, (2) естественное старение озер и (3) многовековые или внутривековые колебания климата.

Большинство теорий подчеркивают высокую значимость изменения климата. Северный Казахстан считается одним из регионов Земли, где наблюдаются наиболее значительные климатические изменения. Повышение температуры и следующие за этим испарения являются одной из главных причин уменьшения стока рек и понижения уровня воды в озерах. Исследования таких взаимосвязей приведены в работах Смита и др. (2005); Зольникова др. (2011). Ещё одна причина деградации водных ресурсов, обсуждаемая в настоящее время, – их чрезмерная эксплуатация, а также изменение структуры и интенсивности землепользования (Klein и др., 2012; Xi Chen и др., 2013).

Далее приведен краткий обзор главных причин деградации гидрологических ресурсов по временной шкале природных и антропогенных причин.

### Временные масштабы воздействий на климат планеты

Процессы изменения климата могут иметь различные причины. Многие природные циклические и нециклические процессы на Земле влияют на общий климат планеты. В таблице 5.2.1 представлен обзор параметров процессов и временные масштабы воздействий на климат.

**Таблица 5.2.1 Временная шкала климатических изменений**

Причины изменения климата	Временная шкала климатических изменений (в годах)
Параметры земной орбиты	100,000
Осевого наклон Земли	41,000
Тектоника плит	От 100,000 до

	нескольких миллионов
Извержения вулканов	1 – 2
Солнечные вариации	11, 22, 42- 50, 80 - 90, 180-210 до 1,470
Климатические колебания (долговременные/многовековые)	1,470 ± 500 в северном полушарии
Климатические колебания (внутривековые)	7-11, 32-45 и 70-80
Антропогенные выбросы парниковых газов	Несколько десятилетий

К естественным причинам изменения климата относятся: перераспределение солнечного излучения на поверхности Земли, вызванное циклическими изменениями параметров земной орбиты или наклона земной оси (Milankovic циклы) (Bubenger и Радтке, 2007); колебания интенсивности солнечного излучения в 11-летнем Швабе-цикле до 1470-летнего цикла солнечной активности (Rahmstorf, 2003); тектоника плит, долговременные циклы лунных приливов (около 1,800 лет); изменения океанических течений и другие долговременные циклы изменчивости климата (циклы Бонда, 1470 ± 500 лет), влияющие на гидрологический цикл. Извержения вулканов воздействуют на атмосферную циркуляцию и оказывают большое влияние на перераспределение энергии в стратосфере. Данные климатические изменения происходят в очень короткий срок (1-2 года). Радиационное воздействие взрывных вулканических извержений с 1850 года колеблется в районе 1.5W/м<sup>2</sup>, что можно приравнять к антропогенному воздействию на климат (MPI, 2002).

## Естественные причины

Мельников (2007) считает, что высыхание озер в Западной Сибири и в Казахстане не может быть непосредственно связано с изменениями климата, поскольку произошли лишь незначительные изменения температуры (на 0,3°C) и осадков во второй половине 20-го века. Автор объясняет процесс высыхания озер заилением вследствие эрозионных процессов на прилегающих территориях и естественным старением водоемов вследствие их зарастания и накопления в водоеме естественной органики. Следующее объяснение деградации гидрологических ресурсов в северном полушарии –изостатическое поднятие земли вследствие таяния ледников (Кропоткин, 1998). Данная теория была разработана Джайменсоном в 1865 году. Этот эффект наиболее выражен в Скандинавии, Северной Сибири, Канаде и на Аляске (Kaufmann & Lambeck, 2002).

Хотя незначительные ледниковые образования наблюдались только в районах Крайнего севера Западной Сибири, они повлияли на расход водных систем этой территории (Кропоткин, 1998). Некоторые ученые объясняют деградацию водных ресурсов в европейской части России и Западной Сибири как естественный процесс высыхания территорий, некогда находившихся под ледником. Результаты исследований Мангеруды и др. (2001) и Карнаухова (1994) показывают, что сток воды из Енисея и Оби был несколько раз блокирован из-за образования ледниковых заторов в ледниковый период (примерно 80-90.000 лет назад) и в более поздние периоды. Эти ледниковые заторы привели к тому, что стоками рек Обь, Енисей и Лена были затоплены Западно-Сибирская, Туранская, Прикаспийская, Причерноморская и Придунайская низменности, а на высоте 60 м над уровнем моря образовался Евразийский океан, также называемый озером, с площадью около 631,000 км<sup>2</sup> и объемом воды 15.000 км<sup>3</sup>. Это

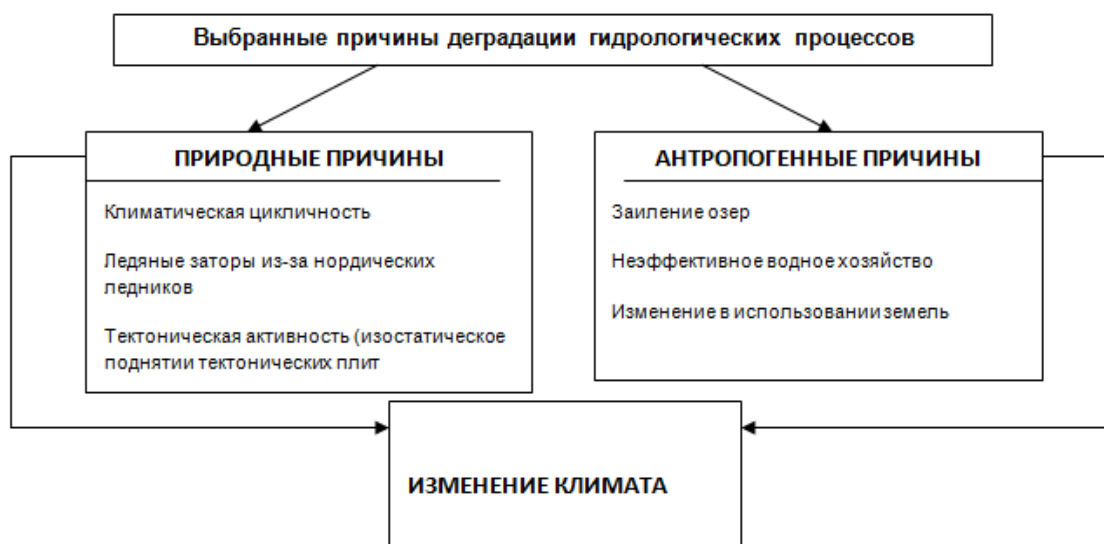


Рисунок 5.2.1 Естественные и антропогенные причины деградации гидрологических ресурсов, включая изменения климата



гигантское озеро существовало вплоть до 12,000 лет до настоящего времени (рис. 5.2.2 А).

Карнаухов (1994) и Карнаухов&Карнаухов (1997) описали несколько ледниковых и межледниковых периодов в Евразии в период между 14,000 и 12,000 лет назад. В конце последнего ледникового периода наблюдалось несколько интерстадиальных (теплых) периодов. Авторы

прорывались в Северный ледовитый океан (рис 5.2.2 В, С) и один раз в Средиземное море (рис 5.2.2 D). Огромное количество пресной воды вызвало замедление циркуляции морских течений в северной части Атлантического океана и замедление переноса тепла Гольфстримом к берегам Северной Европы. Это вызвало новый микроледниковый период, во время которого восстановилась ледяная дамба (рис 5.2.1, D). В

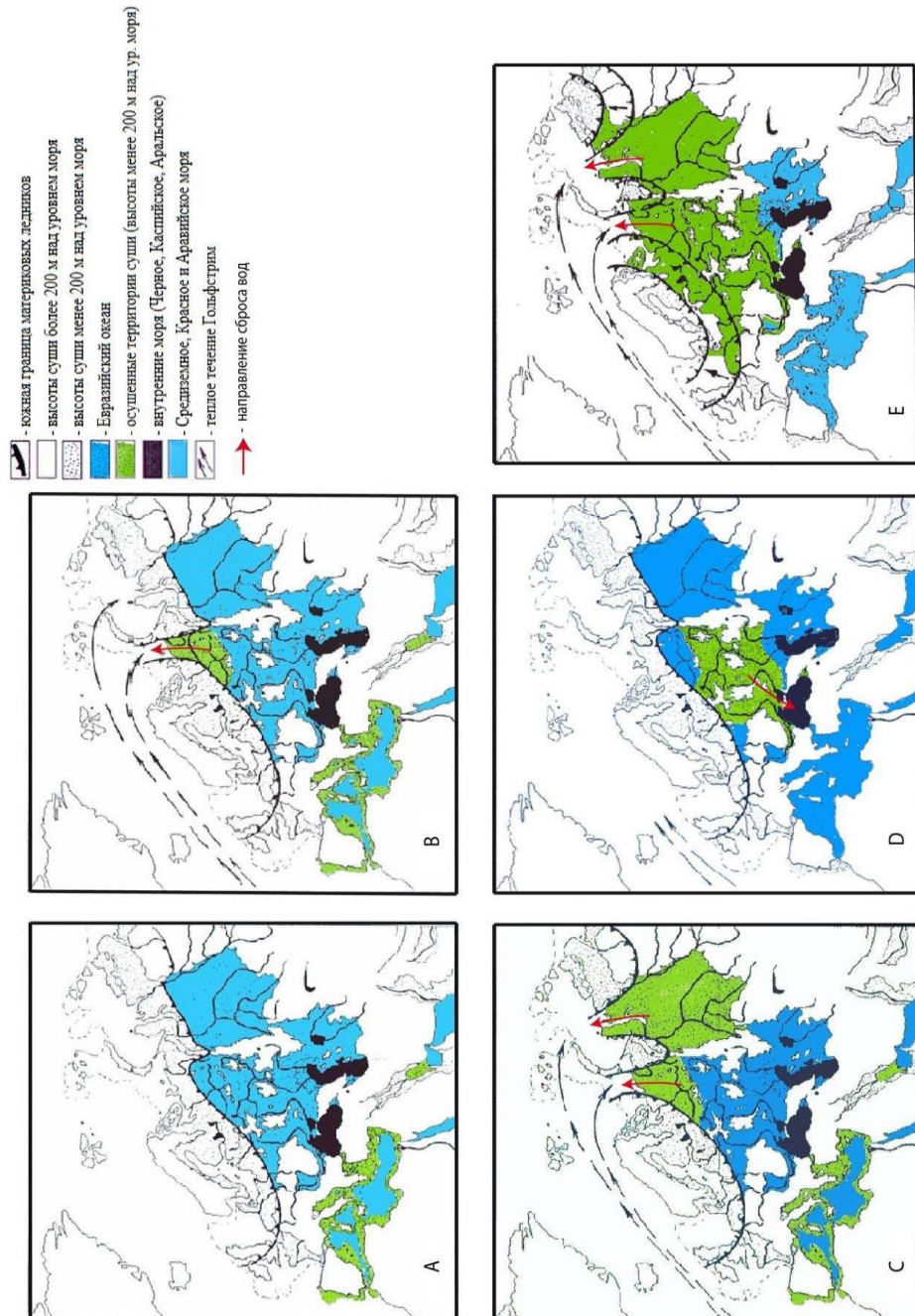


Рисунок 5.2.2 Карты-схемы Евразии в период с 14 до 10 тыс. лет тому назад (Карнаухов, 1994, были изменены). [А – Древний Дериас около 14,670 YBP, В, С, D – колебания течений Бойлинг и Аллегод, E – ситуация на начало голоцена]

предполагают, что в эти теплые фазы происходило несколько прорывов ледникового барьера, при которых воды Евразийского океана два раза

голоцене большая часть территории Евразийского океана высохла.

Огромное количество малых и больших озер являются остатками этого периода Кропоткин (1998) объясняет ухудшение гидрологических ресурсов на территории бывшего Евразийского океана естественным дренажом и называет это время озерным периодом. Для этого времени было характерно наличие огромного количества озерных и болотных ландшафтов. Идея Кропоткина о пересыхании Средней Азии была подвергнута резкой критике в 20 веке, так как большинство современных теорий рассматривают изменение климата и антропогенные воздействия как ключевые факторы деградации гидрологических ресурсов Средней и Центральной Азии. Другие исследователи объясняют высыхание Средней Азии тектоническими повышениями гор Куньлуня, Гималаи, Цинь Лин и Хинган и связанным с этим ослабевшим влиянием муссонов к северу от горных систем. (Гвоздетский и Михайлов, 1978).

#### *Причины природной изменчивости климата*

Трудно разделить причины климатических изменений на естественные и антропогенные. Основные климатические факторы – это осадки и испарение, которое сильно зависит от температуры. Анализ климата Западной Сибири в период с 1976 г. по 2000 г. показывает повышение температуры со скоростью 0,4 до +0,8 °C/ за десятилетие и различные, в зависимости от региона, изменения характеристик осадков (количество, интенсивность, частота и вид осадков) (IPCC 2001). В области Кулундинской степи Западной Сибири и Северного Казахстана наблюдаются следующие климатические тенденции: (1) уменьшение в 20 веке общего количества осадков примерно на 10-20 %; (2) ожидание возрастающей изменчивости осадков, включая более частые периоды засухи; уменьшение летнего стока, увеличение осадков в зимнее время и частота проливных дождей (МГЭИК, 2007b). Климатические тенденции могут быть проблематичными для районов, уже подверженных процессам опустынивания, в основном – для крупных частей Северного Казахстана. Мейнард и Ройер (2004) и Баумхауер (2011) подсчитали, что увеличение средней температуры на 1-2 °C, в сочетании с

уменьшением осадков, может уменьшить поверхностный сток на 40-70 %. Это приведет к резкому ухудшению состояния водных ресурсов и ускорению процессов опустынивания.

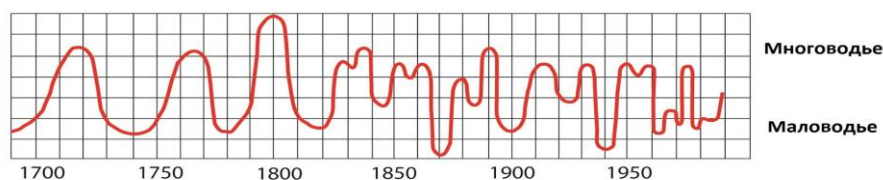
Другие ученые объясняют колебания климата как интегральную составляющую естественных процессов природных циклов. Кривенко (2011) описал динамику уровня воды в бессточных озерах засушливых территорий Казахстана как неотъемлемый фактор регионального водного баланса в контексте внутривековой изменчивости климата (рис. 5.2.3). Периоды высоких и низких уровней воды в озере систематизированы в циклах, при этом сложностью является короткий период наблюдения и проблемы статистической значимости наблюдаемых сигналов.

Шнитников (1950) развил концепцию внутривековой и многовековой изменчивости климата, которая базировалась на информации о долговременной динамике популяции и ареалов распространения отдельных видов животных и на изменении гидрологического режима бессточных озер засушливых регионов Северной Евразии (также в Западной Сибири и Северном Казахстане).

Детальное рассмотрение особенностей изменения климата в Казахстане объясняется в подразделе 5.3 данной монографии.

#### **Антропогенные причины**

Антропогенные причины имеют большое значение для объяснения причин деградации гидрологических ресурсов. Наиболее важными факторами высыхания Центральной Азии являются антропогенное региональное перераспределение водных ресурсов и изменение структуры и интенсивности землепользования. Антропогенное влияние на круговорот воды в регионе оказывается через прямое и косвенное влияние на различные компоненты водного баланса. Воздействие на режим водных объектов осуществляется непосредственно изменениями в потоках рек и озер и уровнем использования воды (сток, подпитка грунтовых вод и т.д.).



**Рисунок 5.2.3** Динамика уровня вод бессточных озер Северном Казахстане (Кривенко, 2011 из Кузнецов, 1970)

Прямое воздействие оказывают следующие факторы: строительство гидротехнических сооружений на реках (например, гидроэлектростанций, плотин, водохранилищ), забор воды для водоснабжения, сельского хозяйства или промышленности, а также сброс сточных вод. Другой тип прямого воздействия часто не так заметен в изменениях, например, вырубка лесов, орошение земель, чрезмерный выпас скота, использование устаревших технологий и сельскохозяйственной техники, уплотнение почвы, урбанизация и другие (Белз и др., 2007). Эти антропогенные воздействия зачастую настолько сильны, что в короткие сроки приводят к очевидным последствиям (см. подраздел «5.6 Гидрология Аральского моря и кризис»). Исследование центрально-азиатской части Китая (Ма и др. (2010) выявило причины антропогенных деградаций гидрологических ресурсов. Ма и др. (2010) отмечают, что в период между 1960 и 2005 гг. площадь всех озер Китая сократилась на 13%. 243 озера исчезли совсем, образовались 60 новых озер. К сожалению, подробной информации о причинах этого явления нет.

Ма и др. (2010) объясняют деградацию пресноводных озер использованием воды для орошения сельскохозяйственных угодий. Уменьшение размера соленых озер объясняется уменьшением вод, поступающих в реки. Это общепризнанная проблема Центральной Азии. Одним из ярких примеров является озеро Лобнор. На месте этого озера вследствие интенсивного забора воды из рек образовалась пустыня, также названная Лобнор.

Клайн и др. (2012) исследовали изменения почвенно-растительного покрова Казахстана с использованием данных дистанционного зондирования (MODIS). Точность классификации для периода времени между 2001 и 2009 годами составляет приблизительно 90%. Это исследование объясняет значительное уменьшение площади озер изменениями в растительном покрове и типами землепользования. Основными антропогенными воздействиями, вызывающими сокращение водных площадей, названы лесные

пожары и вырубка местных лесов и лесных насаждений.

### Вывод

Мы пришли к выводу, что водные ресурсы засушливых регионов очень чувствительно реагируют на климатические изменения и экстремальные явления природы. Отсутствие управления водными ресурсами может привести к их деградации и процессам опустынивания, особенно во время засушливых периодов (Baumhauer, 2011). Изменение уровня Каспийского моря, больших и малых бессточных озер (например, озеро Чаны в Барабинской степи) до сих пор часто объясняется внутривековыми климатическими циклами. Быстрые и порой катастрофические антропогенные воздействия вследствие чрезмерной эксплуатации водных ресурсов и чрезмерного водозабора из рек или подземных вод наблюдаются во многих водосборных бассейнах Центральной Азии. Независимо от причин деградационных процессов, все региональные исследования по этой тематике показывают сильное сокращение водных площадей и уменьшение количество озер в регионе.

Еще одним ключевым фактором является ожидаемое увеличение экстремальных явлений и, следовательно, ускорение процесса опустынивания. Засухи, эпизодические и редкие проливные осадки являются неотъемлемой частью засушливых регионов. Баумхауер (2011) подчеркивает важность понимания воздействия экстремальных явлений во избежание данных процессов. Количественные или качественные изменения, а также деградация гидро- и гидрогеологических ресурсов приводят к ухудшению водного режима почв и тем самым повышают риск эрозии почвы. Ливневые осадки вызывают ускорение процесса эрозии почв, а также заиливание озер.

## 5.3 Изменение климата на территории Казахстана

Кассым Дускаев, Виталий Сальников, Бургхард Мейер

E-mail: [kduskaev@gmail.com](mailto:kduskaev@gmail.com)

### Введение

В данном подразделе коротко обобщены основные проблемы изменения климата в Казахстане. Она включает в себя: (а) очень краткое введение в проблему изменения климата; (б) краткое изложение актуального научного прогноза, выполненного глобальным физическим моделированием климата в контексте Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК); (в) характеристика основных параметров (например, осадки, температура и экстремальные значения) и прогнозируемые изменения в этих значениях для Казахстана; (г) краткое объяснение МГЭИК СДСВ (Специальный доклад о сценариях выбросов), сюжетные линии о возможном, но дивергентном будущем (экономические, экологические, глобальные, региональные аспекты); (д) обсуждение на основе доклада МГЭИК 2012 "Управление рисками экстремальных явлений и стихийных бедствий для адаптации к изменению климата", о неточности прогноза для Казахстана в связи с недостаточным количеством данных и исследований, необходимых для повышения качества прогноза о

таких сведениях как осадки, температура и ветер в случае потенциальных чрезвычайных событий, таких как засушливые периоды, наводнения и т.д.; (е) краткое изложение современной политической и научной деятельности в Казахстане в целях повышения уровня точности прогноза и, следовательно, устойчивость Казахстана к изменению климата.

По данным МГЭИК, в 20 веке в большинстве регионов Земного шара наблюдалось повышение приземной температуры воздуха. Потепление продолжалось с начала 20 века до 40-х годов, затем наблюдалось небольшое похолодание, и с середины 70-х по настоящее время отмечается интенсивное потепление. Средняя величина температур за десятилетний период 2002–2011 гг., которая на 0,46 °C выше среднего значения за 1961–1990 гг., соответствует 2001–2010 гг. как самому теплomu в глобальном масштабе десятилетнему периоду за всю историю наблюдений. Все года периода 2001–2012 гг. входят в число 13 наиболее теплых лет с момента начала инструментальных наблюдений (Folland et al.2001).

Прогноз и сценарий, выполненные МГЭИК (2012), основаны на полученной в итоге тенденции CO<sub>2</sub> эквивалентных увеличений, показанных на рисунке 5.3.1. Данные показывают различные диапазоны, следующими за различными основными предположениями сценария.

Figure 2 IPCC Projections of Average Temperature Increases

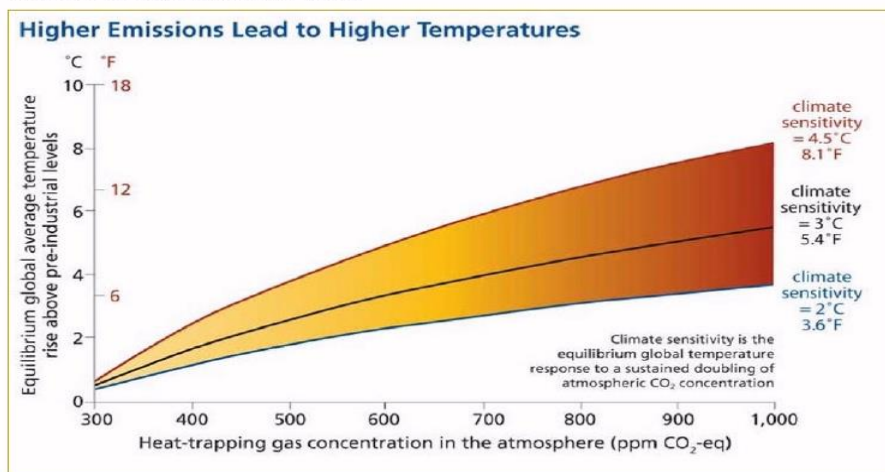


Рисунок 5.3.1 МГЭИК проектирование среднего повышения температуры (МГЭИК, 2012)

Исследованиями по оценке изменения климата на территории Казахстана занимаются различные организации, в числе которых РГП «Казгидромет», Институт Географии, КазНУ им. аль-Фараби, АО «Жасыл даму» (РГП «КазНИИЭК») и другие.

В источнике Сальников и др. (2011) приводятся результаты исследования по оценке изменения климата на территории Казахстана за последние 70 лет. В качестве исходных данных использованы: (1) ряды среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков с 1941 по 2011 гг., при этом данные более 190 метеостанций были использованы для оценки климатических норм за период 1971–2000 гг. и более 110 метеостанций для оценки тенденций; (2) ряды суточных максимальных и минимальных температур воздуха и суточного количества осадков с 1941 по 2011 гг. (более 80 метеостанций).

## Основные подходы и методы

В качестве нормы использовалось среднегодовое значение рассматриваемой климатической переменной за период 1971–2000 гг. Аномалии температуры рассчитывались как отклонения наблюденного значения от нормы. Аномалии количества осадков рассматривались как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть

как процентное отношение количества выпавших осадков к значению нормы. В качестве вероятности превышения использовалась частота (в %) появления соответствующего значения аномалии в ряду наблюдений.

Оценка тенденций температуры приземного воздуха и количества осадков проведена как по данным отдельных станций, так и в среднем для 14-ти областей и Казахстана в целом путем аппроксимации рядов наблюдений линейной функцией с использованием метода наименьших квадратов. Средние для территории величины аномалий метеорологических переменных рассчитаны путем осреднения станционных данных об аномалиях. Для оценки тенденций в экстремумах атмосферных осадков и температуры воздуха использовались индексы изменения климата, предложенные Всемирной Метеорологической Организацией.

## Результаты

### Температура

На рисунке 5.3.2 представлен ранжированный ряд аномалий среднегодовых температур приземного воздуха относительно базового периода 1971–2000 гг., осреднённых по данным 118 метеостанций Казахстана с 1940 по 2011 гг. В десятку самых тёплых лет в Казахстане вошли следующие годы (в порядке убывания значения аномалии) (таблица 5.3.1): 1983, 2004, 2002, 2007,

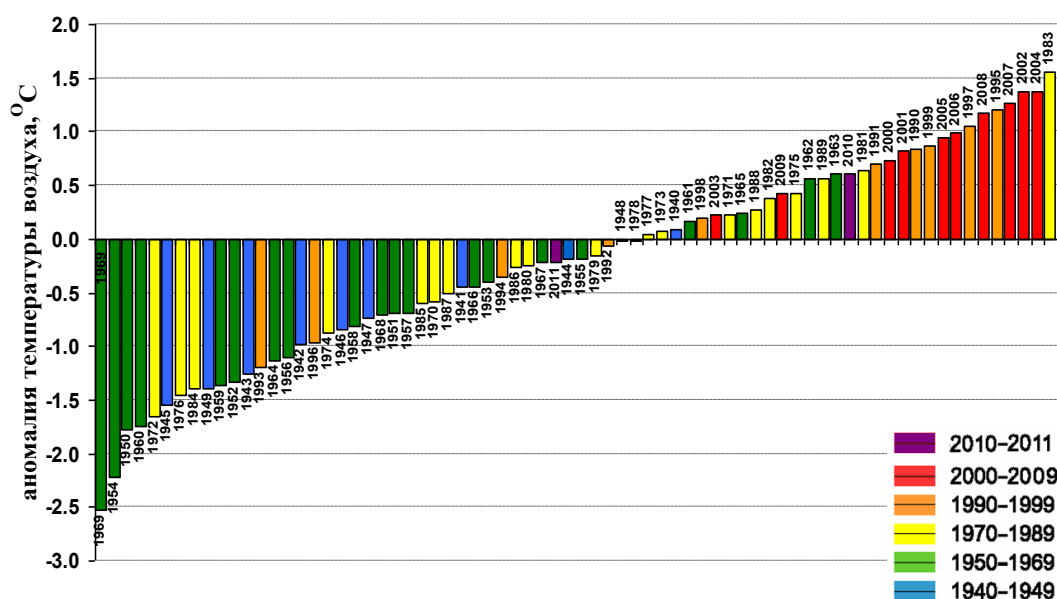


Рисунок 5.3.2 Ранжированный ряд аномалий среднегодовых температур приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана за период 1940–2011 гг.. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971–2000 гг

1995, 2008, 1997, 2006, 2005, 1999. Пять самых тёплых лет в Казахстане вошли в список десяти самых тёплых лет в целом по Земному шару. За период с 1940 года самым холодным для Казахстана был 1969 год, когда средняя по территории аномалия среднегодовой температуры воздуха составила минус 2,5 °С, а самым тёплым – 1983 год с аномалией температуры воздуха 1,6 °.

Оценка пространственно-временных изменений температуры воздуха за период 1941 г. по 2011 г. проводилась как в целом для Казахстана, так и для административных областей. Последние 70 лет на территории Казахстана наблюдалось повсеместное повышение приземной температуры воздуха, как в целом за год, так и во все сезоны. Среднегодовые температуры воздуха в среднем по Казахстану повышались со скоростью 0,28 °С каждые 10 лет, наибольшее потепление происходило в зимний период – 0,35 °С/10 лет, немного меньше осенью и весной – 0,32 и 0,27 °С/10 лет соответственно, а летом наблюдалась наименьшая скорость повышения температуры – 0,18 °С/10 лет. В большинстве случаев тренды статистически значимы для 95 % доверительного интервала, а вклад тренда в суммарную дисперсию среднегодовых температур составляет 37 %, для сезонов – от 9 до 24 %. Результаты и тенденции, выявленные ясно показывают положительную реакцию на глобальное потепление в Казахстане. Эти процессы, как полагают, связаны с увеличением частоты экстремальных погодных явлений в Казахстане.

**Таблица 5.3.1 Ранги самых тёплых лет для Земного шара и Казахстана**

Ранг	Земной шар	Казахстан	Аномалии среднегодовой температуры, осреднённой по территории Казахстана, 0С
1	2010	1983	1,56
2	2005	2004	1,38
3	1998	2002	1,38
4	2003	2007	1,27
5	2002	1995	1,21
6	2009	2008	1,17
7	2006	1997	1,05
8	2007	2006	0,99
9	2004	2005	0,94
10	2001	1999	0,87

Если рассматривать по областям, то наибольшими темпами среднегодовые температуры воздуха повышались в Западно-Казахстанской области – на 0,37 °С/10 лет, наименьшими в ЮКО, ВКО, Алматинской и Мангистауской областях – на 0,24–0,26 °С/10 лет. В остальных областях рост среднегодовых температур в пределах 0,28–0,31 °С/10 лет. Во всех областях Казахстана наибольшая скорость потепления характерна для зимнего периода. В северных областях рост температуры зимой составляет 0,34–0,40 °С/10 лет, в западных – 0,30–0,51 °С/10 лет, в центральных и восточных регионах – 0,34–0,35 °С/10 лет, на юге – 0,22–0,36 °С/10 лет. В летний период наблюдаются наименьшие темпы потепления: от 0,12 °С/10 лет (Алматинская область) до 0,27 °С/10 лет (Жамбылская область). Весной и осенью темпы потепления приблизительно одинаковые, и по областям колеблются в диапазоне 0,21–0,40 °С/10 лет. Можно выделить следующие особенности: практически повсеместно наблюдается положительная тенденция среднемесячных температур воздуха, исключение составляют данные некоторых метеостанций в отдельные месяцы года, но все отрицательные тенденции статистически незначимы. Прослеживается тенденция увеличения значений суточных максимумов температуры приземного воздуха на большинстве метеостанций всех областей Казахстана. Однако, статистически значимые тенденции характерны, в основном, для территории ВКО, Павлодарской, Кызылординской областей. Суточные максимумы температуры повышаются на 0,01–0,40 °С каждые 10 лет, местами увеличение составляет 0,41–0,60 °С/10 лет.

Статистически значимая тенденция увеличения количества дней с температурой воздуха выше 35 °С наблюдается на территории западных и южных областей Казахстана – от 1 до 3 дней каждые 10 лет. В северных регионах в период 1941–2011 гг. повторяемость жарких дней практически не изменилась. Практически повсеместно на территории всех регионов наблюдается тенденция уменьшения повторяемости морозных дней, когда суточная минимальная температура опускается ниже 0 °С. Наиболее значительными темпами повторяемость морозных дней сокращается в горных и

предгорных районах юга Казахстана – на 5–6 дней каждые 10 лет. На остальной территории уменьшение количества таких дней составляет 1–4 дня каждые 10 лет.

### *Осадки*

В отличие от температуры воздуха, изменение режима атмосферных осадков на территории Казахстана за исследуемый период представляет собой более пеструю картину. Были оценены линейные тенденции в рядах месячных, сезонных и годовых сумм осадков по данным 121-ой станции. В некоторых областях Казахстана наблюдалось незначительное увеличение осадков, в некоторых их уменьшение. Выполнен анализ временных рядов аномалий годовых сумм осадков за период 1941–2011 г., рассчитанных относительно базового периода 1971–2000 гг. и пространственно осреднённых по территории Казахстана. В среднем по Казахстану слабая тенденция (статистически незначимая) к уменьшению количества осадков наблюдается во все сезоны примерно на 0,7 мм/10 лет, за исключением зимнего периода, когда тенденция к увеличению осадков статистически значимая и составляет 1,7 мм/10 лет. Годовые суммы осадков незначительно уменьшались – на 0,5 мм/10 лет или примерно на 0,3 %.

Если рассматривать изменения количества осадков по областям, то незначительное увеличение годовых сумм осадков (на 0,2–5,1 мм/10 лет) наблюдалось в Павлодарской, Актюбинской, Карагандинской, Мангистауской и Алматинской областях, а незначительное их уменьшение (на 0,2–5,5 мм/10 лет) наблюдалось в Акмолинской, Жамбылской, Кызылординской, Костанайской, Южно-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Атырауской и Восточно-Казахстанской областях. Все полученные годовые тренды статистически незначимы.

Анализ тенденций в экстремумах количества атмосферных осадков выполнен за период 1941–2011 гг. на основе некоторых наиболее показательных индексов, предложенных ВМО. Значения максимального суточного количества осадков на территории Казахстана практически не изменились. На территории всех областей Казахстана наблюдаются слабые тенденции, как

уменьшения, так и увеличения максимального суточного количества осадков – на  $\pm 0,1$ – $1,0$  мм/10 лет. При этом практически все тренды статистически незначимы. Анализ тренда в значениях доли (%/10 лет) экстремального количества осадков в годовой сумме осадков показывает, что на территории Казахстана наблюдаются слабые тенденции, как ее уменьшения, так и увеличения – на 1–2 %/10 лет. При этом, в северных регионах Казахстана чаще наблюдается тенденция уменьшения доли, в южных – увеличения. Увеличение экстремального количества осадков в летний период приводит к повышению риска возникновения эрозионных процессов, а в горных районах – селей дождевого генезиса. На большей части территории Казахстана наметилась тенденция сокращения максимальной продолжительности периода без осадков. Статистически значимые тенденции уменьшения наблюдаются на севере республики – на 1–4 дня каждые 10 лет. На всей остальной территории тенденции статистически незначимы.

## **Прогноз изменения климата и его последствий**

Климатические сценарии для территории Казахстана разработаны на основе результатов различных моделей глобального климата и с учетом сценариев выбросов парниковых газов в атмосферу, разработанных МГЭИК. Это позволило получить диапазон возможных изменений климата Казахстана для различных временных периодов текущего столетия (таблица 5.3.2) (ВНС РК, 2009; Report, 2009).

### *Температура*

На территории РК следует ожидать дальнейшего повышения температуры приземного воздуха – к концу текущего столетия среднегодовая температура может возрасти более, чем на 4 °С; вероятно увеличение повторяемости жарких дней и продолжительности волн тепла.

### *Осадки*

Сценарии изменения количества осадков неоднозначны. Если в зимний период до конца текущего столетия ожидается увеличение осадков, то в летний период в некоторых районах можно ожидать их уменьшения.

**Таблица 5.3.2 Вероятное изменение климата в среднем по территории Казахстана, Сальников и др. (2011)**

Изменение	Период		
	к 2030 г. (2016-2045 гг.)	к 2050 г. (2036-2065 гг.)	к 2085 г. (2071-2100 гг.)
среднегодовой температуры	+1,4 °C (+1,3 ÷ +1,9 °C)	+2,7 °C (+2,3 ÷ +3,5 °C)	+4,6 °C (+3,8 ÷ +5,9 °C)
годового количества осадков	+ 2% (-2% ÷ +7%)	+ 4% (-3% ÷ +13%)	+ 5% (-5% ÷ +20%)
количества осадков зимнего сезона	+ 8% (+5% ÷ +11%)	+ 13% (+8% ÷ +18%)	+ 24% (+11% ÷ +33%)
количества осадков летнего сезона	+ 5% (+1% ÷ +14%)	+ 0% (-11% ÷ +18%)	-11% (-28% ÷ +18%)

#### *Условия увлажнения*

Так как большинство регионов Казахстана являются засушливыми из-за сравнительно небольшого количества осадков, то их увеличение даже на 20 % (обусловлено повышенной температурой воздуха) может не сыграть положительной роли для экосистем, сельского хозяйства и водных ресурсов вследствие увеличения испаряемости при повышении температуры приземного воздуха. Основным следствием изменения режимов температуры и осадков станет смещение границ зон увлажнения к северу Казахстана.

#### *Таяние ледников*

При сохранении тенденции к повышению температуры воздуха продолжится деградация горного оледенения в горах востока и юго-востока Казахстана. К концу 21 века могут исчезнуть большинство горных ледниковых систем.

#### *Речной сток*

За последние 50-60 лет речной сток большинства рек Казахстана не изменился. Исключение - реки бассейна оз. Балкаш, где

сток увеличился на 8%, в основном за счет талых вод горного оледенения. В соответствии с климатическими сценариями, к 2050 г. речной сток равнинных рек уменьшится на 4-8%, а в большинстве бассейнов горных рек увеличится на 1-13%. Однако исчезновение малых ледников приведет к пересыханию малых горных рек в летний период. Изменится внутригодовое распределение речного стока: речной сток увеличится в весенне-летние месяцы (май-июнь) и значительно уменьшится в летние месяцы (июль-август). Этому будет также способствовать прогнозируемое изменение режима сезонных осадков: в горных районах за счет увеличения зимних осадков увеличатся снеготпасы, что приведет к увеличению стока в весенний период. К концу 21-го века в результате деградации оледенения сток рек северного склона Илейского Алатау сократится, по экспертной оценке, более чем на 15% процентов (ВНС РК, 2009).

#### *Селевая активность*

При потеплении климата на 2–3 °C неизбежно возрастание селевой активности как дождевого, так и гляциального генезиса. К 2050 г. верхняя граница выпадения селеобразующих дождей возрастет до высоты 4000–4200 м, вследствие чего относительная селевая активность дождевого генезиса на реках многократно возрастет. За счет тепла талого стока ледников увеличиваются объемы полостей в моренно-ледниковых комплексах.

#### *Отчет об экстремальных явлениях (МГЭИК, 2012)*

Как продемонстрировано ранее в этом подразделе, случаи экстремальных явлений изменятся в результате изменений климата. Важно, что знание о будущих изменениях не являются 100 %, и дальнейшие интенсивные исследования в этой области необходимы. В Германии анализ текущих климатических данных, доступный в Раннов и др. (2010), указывает, что чувствительность различных немецких районов будет меняться относительно диапазона



климатических проблем (Таблица 5.3.3). Этот анализ привел к тому, что многочисленным немецким районам необходимо адаптироваться к широкому диапазону возможных изменений климата, используя инструменты пространственного планирования и управления. Сравнительный анализ необходим для того, чтобы влияние климатических прогнозов на все аспекты водного цикла в Казахстане было более понятнее и для принятия соответствующих ответных мер на национальном и местном масштабах.

**Таблица 5.3.3 Чувствительность немецкой NUTS 3 районов, связанных с воздействием изменения климата (Раннов, 2010)**

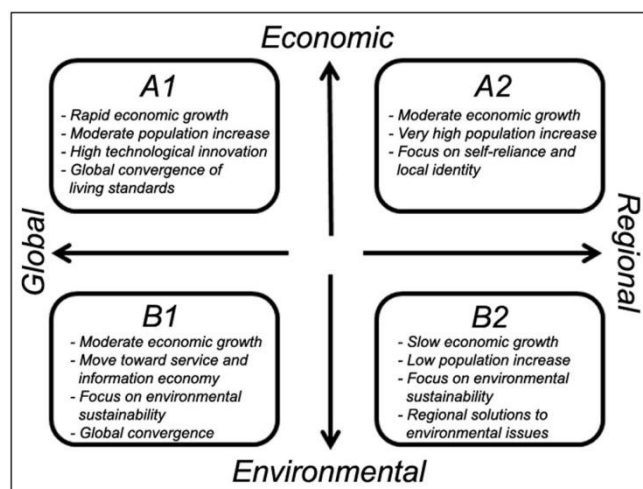
Чувствительность против:	Число NUTS3 районов с классификацией		
	низкая	средняя	высокая
Длиннее и более интенсивные волны тепла	103	121	215
Увеличение сильных дождей и ливневых паводков	254	94	91
Увеличение наводнений крупных рек	98	139	202
Увеличение штормовых приливов	404	16	19
Усиление воздушных масс	239	0	200
Увеличение лесных пожаров	155	183	101
Чаще разрушение инфраструктуры	150	102	187
Повышенная потеря почвы от водной эрозии	159	200	80
Потеря видов и биоразнообразия	170	168	99
Увеличение колебания уровня грунтовых вод	-	-	-
Колебания по доступности воды для промышленного использования	209	69	122

## Адаптация к изменениям климата

### Сценарий изменения климата

МГЭИК (2012) использует различные интегрированные основные сценарий, ориентированные на две основы: первое связано с экономическими приоритетами против экологических, примененных управлением многочисленных стран и второе связано с глобальным аспектом развития против регионального. Различные ориентации для оценок сценария изменений климата описывают расходящееся и вероятное будущее для земли (рисунок 5.3.3).

Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций по изменению климата (РКИК ООН) была ратифицирована Казахстаном в мае 1995 года, а в апреле 2009 года был ратифицирован Киотский протокол к Рамочной конвенции. 17 сентября 2009 года Казахстан стал официальной Стороной КП. В рамках подготовки Национальной Концепции Казахстана по адаптации к изменениям климата выполнена оценка уязвимости территории РК к изменениям климата /5/.



IPCC SRES storylines are oriented along two axes: 1) economic vs. environmental priorities, and 2) global vs. regional development. The four scenarios each describe divergent, yet plausible futures.

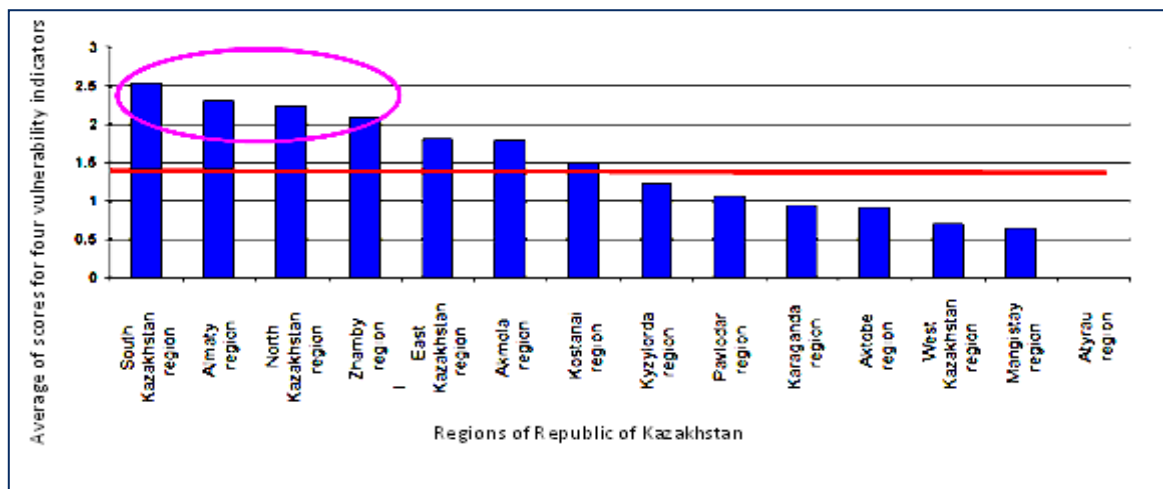
**Рисунок 5.3.3 МГЭИК основные сюжетные линии для анализа и сценария изменения климата (МГЭИК 2012)**

Для агрегированной оценки уязвимости областей Казахстана к изменению климата были использованы нормализованные региональные коэффициенты, полученные на основе 4-х групп показателей, характеризующих:

- экономический потенциал адаптации;
- чувствительность к изменению климата;
- изменение климата;
- подверженность риску чрезвычайных ситуаций.

По совокупности учтённых факторов, Алматинская, Южно-Казахстанская, Северо-Казахстанская и Жамбылская области оцениваются как наиболее уязвимые к изменению климата (Рисунок 5.3.4). Эти наиболее уязвимые регионы расположены на юге, юго-востоке и севере Казахстана.

Их уязвимость связана с низкими доходами населения, что во многом зависит от низкопродуктивного сельскохозяйственного производства и недостаточного водообеспечения. Водные ресурсы в целом становятся наиболее сильным фактором уязвимости как социальной, так и производственной сфер жизнедеятельности республики. Рисунок 5.3.4 показывает результаты процесса, где области оценивались с помощью четырех итоговых индикаторов (экономический потенциал для адаптации; изменение климата; чувствительность к изменению климата; подверженность риску чрезвычайных ситуаций). Первые четыре колонки выдвинуты на первый план, чтобы указать на области, которые, как ожидается будут подвержены высоким уровням уязвимости изменения климата.



### Вывод

Рисунок 5.3.4 Ранжирование регионов Казахстана с точки зрения их уязвимости к изменению климата

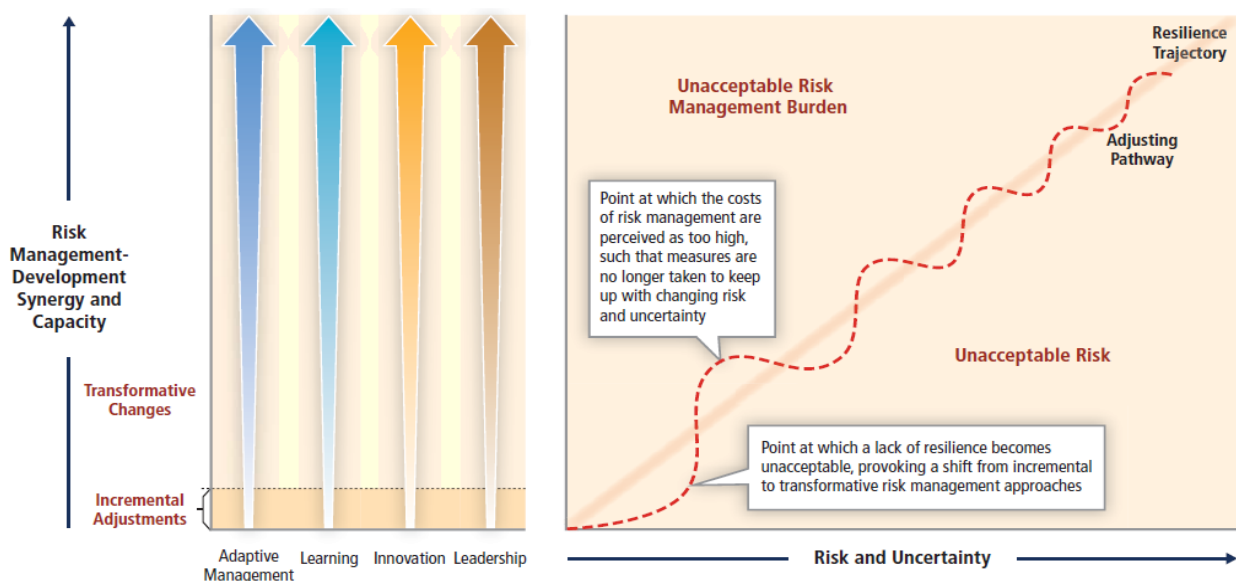


Figure 8-1 | Incremental and transformative pathways to resilience.

Рисунок 5.3.5 Дополнительные и трансформирующие пути к сопротивляемости при адаптации по изменению климата (IPCC 2012)

Адаптация к продолжающимся изменениям климата обеспечивает возможности для науки и государства, а также опыт заинтересованных сторон, чтобы управлять изменением, избегая недопустимых рисков (МГЭИК 2012). Преобразование общества для адаптации к изменению климата может быть достигнуто движением вдоль возрастающих и поддающихся трансформации путей к эластичному будущему (Рисунок 5.3.5). Необходимо развивать высокими темпами управления рисками.

## 5.4 Система подземных вод в контексте экономики Казахстана

**Жакыпбай Достай**

E-mail: [zh.dostai@mail.ru](mailto:zh.dostai@mail.ru)

### Введение

Подземные воды играют важную роль в экономическом развитии Республики Казахстан (РК), поддерживая ряд жизненно важных мероприятий. В частности, пресные и слегка солоноватые подземные воды имеют первостепенное значение. Пресные грунтовые воды являются дефицитной частью водных ресурсов РК; поэтому они должны использоваться рационально для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Важно отметить, что в настоящее время отечественные запасы воды для 80% казахстанских городов поступают из подземных водных ресурсов. По этой причине, поддержание и охрана пресных подземных вод для обеспечения потребностей населения страны следует рассматривать как наиболее важную социальную задачу (Достай, 2012; Исаков и Медеу, 2007). Принимая во внимание гидрогеологические условия территории Казахстана, гидро-геологические районы, бассейны подземных вод первого (провинция), второго (суб-провинция) и третьего локального уровней представлены в таблице 5.4.1 (Ахмедсафин и др., 1979; Смоляр и др., 2012 г.). Применяя "Классификации уязвимостей ресурсов и прогнозных ресурсов подземных вод" (Водный Кодекс, 2000), эксплуатационные ресурсы подземных вод определяются (табл 5.4.1), по категориям А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> и Р%:

- Категория А: запасы определены на основании мероприятий, которые позволяют надежно прогнозировать их количество, качество и условия эксплуатации.
- Категория В: запасы определены на основе исследований, которые позволяют достоверно оценить их качество и количество прогнозировать условия их эксплуатации.
- Категория С<sub>1</sub>: запасы определены такими видами деятельности, которые позволяют провести грубую оценку их количества, качества и условий эксплуатации в течение срока расчетного расхода воды.
- Категория С<sub>2</sub>: запасы представлены на основе общих геологических и гидрогеологических данных, подтверждающих приблизительное определение их количества, качества и условий эксплуатации.
- Категория Р: ожидаемые эксплуатационные ресурсы оцениваются в пределах крупных гидрогеологических структур на основе общих геологических и гидрогеологических представлений, теоретических предпосылок и с использованием результатов региональных оценок ожидаемых эксплуатационных ресурсов подземных вод (часто осуществляется с применением методов математического моделирования).

Как отмечено ниже, основные месторождения подземных вод в Казахстане используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения (ХПВ), в некоторых случаях для питьевой воды, а также для других целей, включая орошение или технико-промышленного водоснабжения (ТПВ). Разнообразные гидрогеологические и природно-социальные условия территории Казахстана свидетельствуют о различной степени, в которой его подземные воды были изучены. Таблица 5.4.1 отражает основные ресурсы разведанных подземных вод (21.026,58 тыс.м<sup>3</sup>/сутки или 7,64 км<sup>3</sup>/год), концентрирующиеся в южной части Казахстана, в гидрогеологической области Жетису-Тянь-Шаня. Кроме того, пресные грунтовые воды разведанные здесь используются в основном для орошения (со скоростью 15088 м<sup>3</sup>/сутки или 5,51 км<sup>3</sup>/год) и ХПВ (5525 м<sup>3</sup>/сутки или 2,02 км<sup>3</sup>/год) (Смоляр и др., 2012). Вторым богатейшим регионом с точки зрения подземных вод

**Таблица 5.4.2 Гидрогеологические зоны Казахстана и текущее состояние разведанных запасов подземных вод, км<sup>3</sup>/год**

Регионы	Бассейны первого уровня (уровень провинции)	Число месторождений подземных вод	Разведанные запасы подземных вод (А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> )	
			Общий объем	Минерализация, г/л
Скиф-Туранский	Устюрт, Амударья, Сырдария, Арал-Торгай-Шу-Сарысу, Мангыстау	229	2,46	1,8
Запально-сибирский	Западно-Сибирский	273	1,92	1,64
Восточно-Европейский	Западно-Русский осадочный бассейн, Предуралье, Каспийский	211	0,63	0,41
Жетису-Алатау-Тянь Шань	Центральный Тянь Шань, Северный Тянь Шань, Жетису-Алатау-Балкаш	121	7,67	7,64
Енисей-Алтай-Саяны	Саур-Тарбагатай, Зармино- Рудный-Алтай, Саяны-Алтай	99	1,27	1,26
Центральный Казахстан	Чингиз Кокшетау, Тениз-Кургальджин, Улытау-Жезказган, Балкаш, Шу-Иле	306	1,39	0,74
Таймыр-Урал	Большеуральский	43	0,09	0,03
Всего по Казахстану		1282	15,44	13,52

является Скиф-Туран, с разведанными ресурсами 6739,84 тыс.м<sup>3</sup>/сутки (2,46 км<sup>3</sup>/год), в том числе для ХПВ - 3.342,51 тыс.м<sup>3</sup>/сутки (1,22 км<sup>3</sup>), для орошения - 2.365,87 тыс.м<sup>3</sup>/сутки (0,86 км<sup>3</sup>) и ТПВ - 1.023,78 тыс.м<sup>3</sup>/сутки (0,37 км<sup>3</sup>/год). Основные ресурсы подземных вод сосредоточены в Сырдаринском и Шу-Сарысу артезианских бассейнах. В остальных четырех гидрогеологических регионах, имеющиеся ресурсы не очень велики по сравнению с вышеуказанными запасами подземных вод и не могут быть использованы для хозяйственно-питьевого водоснабжения из-за их высокой минерализации (Смоляр и др., 2012).

#### Ресурсы подземных вод Казахстана

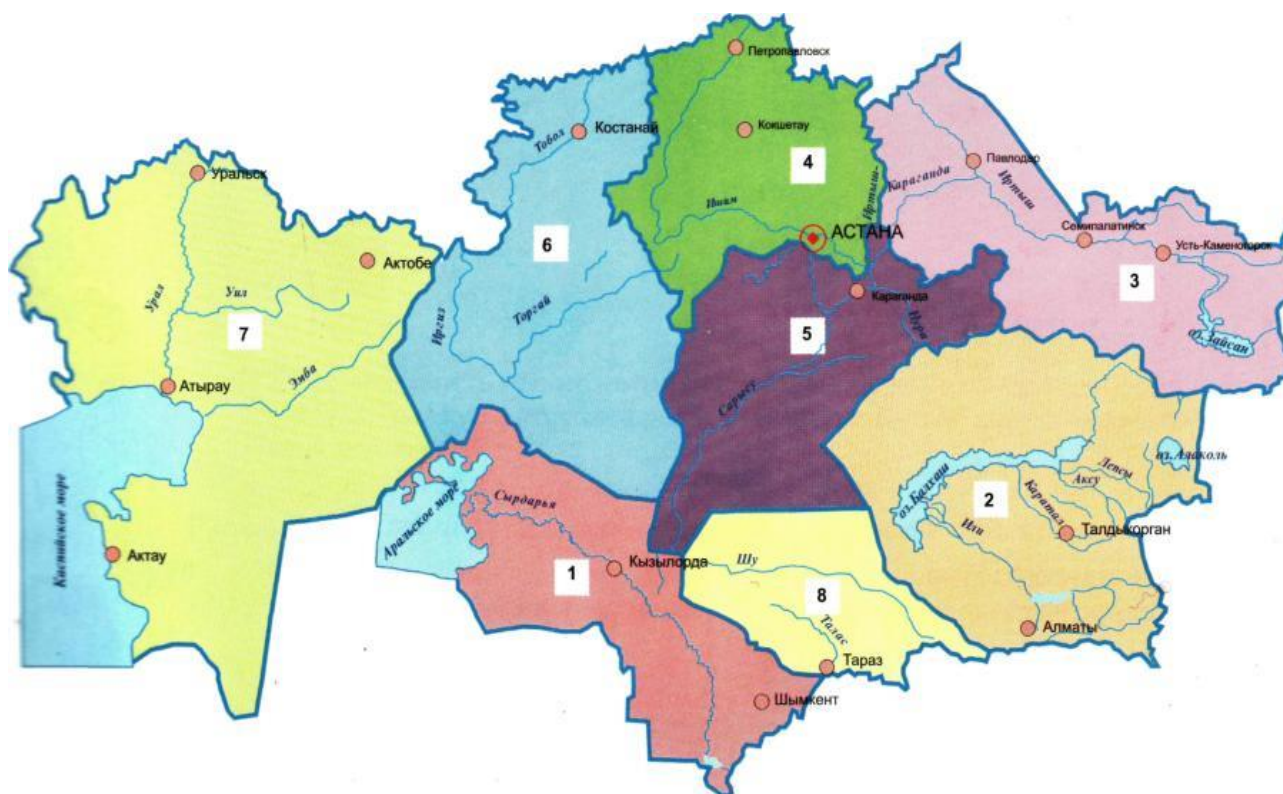
Оценка и регулирование ресурсов подземных вод Казахстана было проведено (Медеу и др 2012; Достай, 2012) для всех 8 водохозяйственных бассейнов (рис 5.4.1). Основные ресурсы пресных подземных вод (59%) сосредоточены в южном регионе республики - в Алматы, Жамбылской, Кызылординской и Южно-Казахстанской областях. Восточный регион (Восточно-Казахстанская область) составляет 14% запасов подземных вод, центральный регион (Акмолинская, Карагандинская область) - 10% и северный регион (Костанайская, Северо-Казахстанская, Павлодарская области) - приблизительно 1,2%. Западный

регион (Актобе, Атырау, Мангыстау, Западно-Казахстанская область) содержит 6% от общего количества подземных вод с уровнем минерализации до 1 г/дм<sup>3</sup> по Казахстану. Дефицит запасов пресных подземных вод наблюдается в Атырау, Северо-Казахстанской, Мангыстауской, Костанайской и Акмолинской областях (Искаков и Медеу, 2007; Ахмедсафин, Шлыгина, 1965; Ахмедсафин и др., 1979).

Общий объем добываемых подземных вод Казахстана составляет 42 306,44 тыс м<sup>3</sup>/день (эквивалентно 15,44 км<sup>3</sup>/год), или примерно 24% от общего объема средств, с содержанием минералов до 10 г/л (176105 м<sup>3</sup>/сутки) и 38% от прогнозных ресурсов с минерализацией до 1 г/ л (110789 м<sup>3</sup>/сутки) (Табл. 5.4.2).

Среди добываемых ресурсов, пресные воды составляют 37 042,93 тыс.м<sup>3</sup>/сут, или около 88% от общего количества. По назначению разведанные ресурсы делятся следующим образом, тыс. м<sup>3</sup>/сутки:

- ◆ хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ) – 15.793,87;
- ◆ технико-промышленное водоснабжение (ТПВ) – 3.835,35;
- ◆ орошение – 22.639,84;
- ◆ для бальнеологических целей (минеральные воды) – 37,38.



#### ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ БАСЕЙНЫ:

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. Арал-Сырдария  | 5. Нура-Сарысу  |
| 2. Балкаш-Алаколь | 6. Тобыл-Торгай |
| 3. Ертіс          | 7. Жайық-Каспий |
| 4. Есиль          | 8. Шу-Талас     |

Рисунок 5.4.1 Карта водохозяйственных бассейнов РК

Таблица 5.4.2 Текущее и прогнозируемое состояние установленных эксплуатационных ресурсов подземных вод Республики Казахстан (км<sup>3</sup>/год) (Подземные воды Казахстана,1999).

ВХБ	Разведанные		Прогнозируемые	
	Минерализация			
	До 10 г/л*	До 1 г/л *	До 10 г/л *	До 1 г/л *
Арал-Сырдария	1,134	0,691	9,2902	3,6752
Балкаш-Алаколь	7,258	7,003	20,0121	15,5125
Ертіс	2,868	2,788	9,5637	8,5159
Есиль	0,164	0,049	2,3135	1,1187
Жайық-Каспий	0,966	0,6	7,3733	2,2225
Нура-Сарысу	0,824	0,491	3,3144	2,4549
Тобыл-Торгай	0,479	0,213	3,6205	0,9425
Шу-Талас	1,748	1,686	8,791	5,996
<b>Всего для Казахстана</b>	<b>15,441</b>	<b>13,521</b>	<b>64,28</b>	<b>40,44</b>

Примечание: Концентрация <1 г/л считается приемлемой для питьевых целей

#### Качество подземных вод

**Таблица 5.4.3 Степень загрязнения месторождений подземных вод (ПВ) питьевой воды в бассейнах рек Казахстана**

Водохозяйственные бассейны	Число месторождений ПВ	Разведанные ресурсы ПВ (км <sup>3</sup> /год)	Количество месторождений ПВ с загрязнением	Пригодные ПВ для применения (км <sup>3</sup> /год)	Степень загрязнения подземных вод (ПВ)*		
					Умеренно опасное *	Опасное*	Чрезвычайно опасное*
Арал-Сырдария	46	2,16	15	0,415	9	1	
Балкаш-Алаколь	73	4,73	11	1,47	8	3	
Ертіс	104	3,01	19	2,27	4	6	9
Есиль	118	0,294	9	0,111	6	3	
Жайык-Каспий	228	1,38	15	0,414	8	4	3
Нура-Сарысу	127	1,1	28	0,515	25	3	
Тобол-Торгай	62	0,96	14	0,485	6	1	7
Шу-Талас	45	2,16	6	2,12	6		
<b>Всего по Казахстану</b>	<b>803</b>	<b>15,79</b>	<b>112</b>	<b>8,99</b>	<b>72</b>	<b>21</b>	<b>19</b>

Подземные воды, особенно грунтовые воды, имеют тесную гидравлическую связь с поверхностными водами, в результате чего качество подземных вод сильно зависит от качества поверхностных вод. Качество подземных вод эксплуатируемых месторождений в основном соответствует казахстанским стандартам питьевой воды (Государственный водный кадастр, Использование и качество поверхностных и подземных вод, 2008). Однако, некоторые параметры (например, твердость, цвет, взвешенные твердые частицы, концентрации марганца, железа и аммония) подземных вод в большинстве водозаборных скважин не отвечают требованиям питьевой воды. Обзор централизованных внутренних источников водоснабжения в Казахстане, показывает, что почти 30% проб воды, взятых из этих источников не соответствуют стандартам питьевой воды (Государственный водный кадастр, Использование и качество поверхностных и подземных вод, 2008). Основными причинами нарушения стандартов являются повышенные концентрации железа и связанные с ними повышенные уровни содержания взвешенных твердых частиц и цвета. В целом почти половина исследованных образцов воды превысили стандарты концентрации железа, предназначенные для питьевой воды (ПДК = 0,3 мг / дм<sup>3</sup>). В 13% случаев, ПДК железа превышена в 5 раз (или больше). Таким образом, качество питьевой воды является серьезной проблемой в сельских районах, где население употребляет питьевую воду из неглубоких скважин. На национальном уровне, по оценкам, 30-40% скважин, используемых для снабжения питьевой водой не соответствуют санитарным нормам. На ежегодной основе,

санитарно-эпидемиологическая служба изучает более 50000 источников децентрализованного питьевого водоснабжения (как правило, неофициально колодцы). Пробы воды не соответствуют санитарным нормам примерно в 21% образцов. Около 50% проб воды не соответствуют санитарным и химическим показателям и 40% проб не отвечают санитарно-гигиеническим нормам, установленным для микробиологического содержания (Смоляр, и др., 1997). Анализ загрязняющих веществ подземных вод были проведены во всех основных речных бассейнах Казахстана (рис 5.4.1 и таблицу 5.4.3) .

Экологический мониторинг подземных вод показывает, что из 803 месторождений подземных вод в Казахстане, 112 резервных (13,9%) загрязнены, из которых около 40% классифицируются как опасные или крайне опасные.

### **Использование подземных вод в Казахстане**

По данным опросов, проведенных Комитетом водных ресурсов при Министерстве охраны окружающей среды и водных ресурсов РК, речные бассейны Балкаш-Алакольский (888,55 тыс.м<sup>3</sup>/сутки), Арало-Сырдаринский (559,97 тыс.м<sup>3</sup>/сутки) и Жайык-Каспийский (526 тыс.м<sup>3</sup>/сутки) сообщает о наибольших объемах добычи подземных вод. На хозяйственно-бытовые нужды приходится основной забор подземных вод (таблица 5.4.4). Во время острой нехватки питьевой воды (то есть во время сезонных засух) более широкое использование подземных вод наблюдается для хозяйственно-бытовых целей. По

Казахстану настоящий расход воды подземных вод составляет в среднем 56% от

использование наблюдается в Северо-Казахстанской, Западно-Казахстанской,

**Таблица 5.4.4 Обзор текущего использования подземных вод различными секторами экономики РК, млн.м<sup>3</sup>/год**

Водохозяйственные бассейны	Всего добыча	Использования подземных вод различными секторами экономики						Всего
		Бытовое	Промышленность	Орошение	Сельхоз. водоснабжение	Затопление пастбищ	Другое	
Арал-Сырдария	299,8	52,85	45,24	0	93,25	23,95	0	204,4
Балкаш-Алаколь	495	215	63,1	7,84	34,22	3,13	0	324,3
Ертіс	267	87,5	65,79	0,22	25,41	11,48	0	195,2
Есиль	47,67	5,63	2,21	0	29,15	0,98	0	39,19
Жайык-Каспий	213,958	60,9	47,67	0,17	8,18	14,19	0	192
Нура-Сарысу	123,4	52,75	14,39	0	9,13	0	0,52	102,1
Тобол-Торгай	101,3	4,64	0,86	0	1,12	0	0	20,64
Шу-Талас	131,1	43,59	15,75	0	4,79	5,11	0	69,19
<b>Всего по Казахстану</b>	<b>1,679</b>	<b>522,8</b>	<b>255</b>	<b>8,03</b>	<b>197,3</b>	<b>57,96</b>	<b>0,52</b>	<b>1,147</b>

общего объема потребления воды, хотя в районах с качеством питьевых подземных вод процент их использования, должны быть гораздо выше.

В среднем потребление разведанных подземных вод составляет 8% от общего объема разведанных запасов подземных вод в Казахстане. В нескольких административных областях (Атырауской, Акмолинской, Жамбылской, Кызылординской, Костанайской, Павлодарской, Северо-Казахстанской) потребление ниже 5%. Только в Мангистауской области добыча воды составляет 23,7% эксплуатационных ресурсов.

#### Вывод

Управления водными ресурсами во всех областях с 1993 года наблюдается снижение объемов забора воды из-за экономического спада (Достай, 2012). В настоящее время, процент использования подземных вод в различных секторах экономики от общего водозабора распределяется следующим образом: ХПВ - 74,8%; ТПВ - 17,0%; орошение - 3,0% и обводнение пастбищ - 5,2%. Основными потребителями питьевой воды, поступающей из подземных вод, является население городов и рабочих поселков. Сельское население составляет около 26% от общего потребления подземных вод.

Наибольшее использование подземных вод является специфичным для Алматы, Восточно-Казахстанской, Южно-Казахстанской и Карагандинской областей - от 886 до 252 м<sup>3</sup>/сут. Самое малое

Мангистауской и Атырауской областях - где забор в диапазоне от 64 000 до 2 000 м<sup>3</sup>/сут. Для производственно-технического назначения, подземные воды используются в основном в Караганде, Восточно-Казахстанской и Жамбылской областях и, в меньшей степени, в Северо-Казахстанской, Акмолинской, Западно-Казахстанской и Павлодарской областях. В общем объем подземных вод добытых и используемых в различных целях не превышает 10% от потенциальных эксплуатационных ресурсов.

Анализ пространственного распределения грунтовых вод в Казахстане указывает на необходимость его повторного распределения из южных и восточных регионов с относительно большими запасами подземных вод, в безводные районы Казахстана

Пространственное распределение подземных вод в Казахстане показывает, что необходимо перераспределить их ресурсы из южных и восточных регионов с высокой обеспеченностью, в депрессионные (маловодные) регионы Казахстана (например, вододефицитные).

## 5.5 Исследование физико-химических свойств водных систем Казахстана

Нургуль Казангапова, София Романова, Нургуль Нурмуханбетова

Email: [kazangapova@bk.ru](mailto:kazangapova@bk.ru)

## Введение - Концепция химического состава природных вод

Под химическим составом природных вод понимается весь сложный комплекс минеральных и органических веществ, находящихся в различных формах ионно-молекулярного и коллоидного состояния. С некоторой условностью химический состав природных вод можно разделить на следующие пять групп (Романова, 2004):

- ◆ Главные ионы – (содержание в наибольшем количестве  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ );
- ◆ Растворённые газы ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.);
- ◆ Водородный показатель (рН);
- ◆ Биогенные элементы (соединения N, P, Si, Fe);
- ◆ Органические вещества;
- ◆ Микроэлементы.

К первоисточникам состава воды относят два фактора:

- ◆ Газы, выделяемые из недр Земли в процессе дегазации мантии.
- ◆ Продукты химического взаимодействия воды с кристаллическими – изверженными породами (граниты, сиониты, бальзамиты и др.).

Выделяют два фактора, определяющих формирование химического состава природных вод: прямые и косвенные. К прямым факторам относятся горные и осадочные породы, почвы, живые организмы и антропогенный фактор. К косвенным факторам относятся: климат, рельеф и водный режим. В силу резкого различия условий, при которых происходит формирование природных вод, следует ожидать резкого различия химического состава атмосферной воды, поверхностных (реки, озера, моря, болота, океаны) и подземных вод. Общим является то, что основную часть состава представляют минеральные или главные компоненты:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . В пресных водах на эти компоненты приходится 90- 95 %, в солёных и рассолах 99 %.

### Вклад химиков в развитие гидрохимии Казахстана



Рисунок 5.5.1 Б.А. Беремжанов

С именем Беремжанов Б.А. (1911 – 1985) – крупного учёного в области неорганической химии и гидрохимии – связано создание теории континентального солеобразования. Б.А. Беремжанов оставил большое наследие в науке, которое успешно развивается в настоящее время его многочисленными учениками. Среди химиков, внесших неоценимый вклад в развитие и становление гидрохимической науки в Казахстане, можно перечислить следующих ученых–химиков, выпускников КазНУ им.аль-Фараби: Снегирева Н.Е., Ибрагимов М.А., Токсеитов Х.К., Крученко С.С., Чиркова Г.Д., Романова С.М., Таранина Г.В., Кунанбаева Г.С., Казангапова Н.Б., Батаева Г.О. Круг творческих интересов Б.А. Беремжанова необычайно широк: кроме прикладных исследований по практическому использованию природных солей, большая теоретическая работа по исследованию генезиса континентальных солей. Эта огромная работа, в процессе которой были исследованы воды озёр Балхаш, Алаколь, 100 соляных озёр, 15 рек и 39 притоков, завершилась созданием теории континентального солеобразования (Романова, 2004).

### Физико-химические характеристики природных вод

Источниками газов в природных водах являются:

1. Атмосфера ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ , Ar,  $\text{CO}_2$ );
2. Биохимические процессы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ );
3. Дегазация мантии и метаморфизация горных пород ( $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ , HCl).



Растворимость газов в воде зависит от химической природы, температуры,

давления, минерализации воды (Таблица 5.5.1).

Газ	Растворимость	Естественные пределы концентрации в поверхностных водах	Газ	Растворимость	Естественные пределы концентрации в поверхностных водах
O <sub>2</sub>	49,2	0-14 10-16	CO <sub>2</sub>	17,1	CO <sub>2</sub> : реки 1-30 мг/л, озёра 0,1-30 мг/л.
N <sub>2</sub>	23,6		CH <sub>4</sub>	55,6	
			H <sub>2</sub> S	46,3	

Физико-химические показатели качества воды: концентрация ионов водорода (выражается в рН), соленость, твердые, общая жесткость, биогенные элементы, микроэлементы и другие. Эти параметры характерны для водоема в своем естественном состоянии. Таблица 5.5.2 демонстрирует типичные диапазоны основных физических и химических характеристик водных систем Казахстана.

### Основные индикаторы качества природных вод

#### Общая минерализация

Под *минерализацией воды* понимают сумму всех найденных при анализе минеральных веществ в мг/л или мг/дм<sup>3</sup> в результате равновесия между окислением и восстановлением в воде, разность потенциалов между  $\Sigma U$  - сумма ионов - фактически есть сумма всех видов ионов в мг/л или мг/дм<sup>3</sup>. Химический состав вод озера зависит от состава поверхностных и подземных вод, питающие озера, а минерализация зависит от его режима.

#### рН

Концентрация ионов и в природной воде очень мала, но значение их исключительное. Существуют стандартные методы определения рН природных вод. Источниками ионов Н<sup>+</sup> являются гумусовые и другие органические кислоты; гидролиз тяжелых металлов приводит к появлению в растворе ионов водорода:  $Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + SO_4^{2-} + 2H^+$ .

#### Окислительно-восстановительный потенциал

Если в растворе происходит обратимая окислительно-восстановительная реакция и устанавливается равновесие между окислительной и восстановительной формами, то при погружении в раствор

пластинки из Pt или Au, между раствором и пластинкой возникает разность потенциалов, которая и характеризует величину окислительно-восстановительного потенциала (Eh).

#### Органическое вещество

Органическое вещество в природных водах очень разнообразно: многочисленные углеводы, белковые вещества, аминокислоты, сложные эфиры, жиры альдегиды и т.д. Значительно возрастает концентрация при загрязнении вод промышленными и бытовыми сточными водами. Наличие ОВ в водах является одним из первых признаков загрязнения природных вод. Для оценки органического вещества применяется окисленность воды, величина которой изменяется количеством кислорода, расходуемого на окисление органических веществ в 1 литре.

Окисляемость - это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей. Этот показатель отражает общую концентрацию органики в воде. Различают несколько видов окисляемости воды: перманганатную, бихроматную, иодатную. Перманганатная окисляемость выражается в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление этих веществ, содержащихся в 1 дм<sup>3</sup> воды. Наиболее высокая степень окисления достигается бихроматным методом. В практике водоочистки для природных малозагрязненных вод определяют перманганатную окисляемость, а в более загрязненных водах - как правило, бихроматную окисляемость (ХПК - "химическое потребление кислорода"). Перегной или гумус является основным источником органических веществ. Легче всего из него переходят гуминовые кислоты

(высокомолекулярные соединения) и фульвокислоты. Причем эти кислоты придают водам агрессивные свойства, способствуют выветриванию изверженных пород. Они образуют органические комплексы с микроэлементами.

## Биогенные элементы

К биогенным элементам в природных водах относятся N, P, Si, Fe в различных соединениях. Соединения азота и фосфора являются обязательной составной частью каждого живого организма, в частности, растительного. Соединения азота содержатся в виде неорганических и органических соединений. Формами неорганических соединений  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  - ионы. В органических соединениях азот входит в состав белка и присутствует в воде в самых разнообразных формах: взвеси, коллоиды, растворенные молекулы.

### Аммоний

Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано главным образом с процессами биохимической деградации белковых веществ через аммонификацию. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются поверхностный сток с сельхозугодий, а также сточные воды предприятий пищевой и химической промышленности.

### Нитриты

Они являются важным санитарным показателем. Концентрации их ничтожны, легко окисляются и если обнаруживаются, то это говорит об усилении перехода  $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ .

### Нитраты

Нитраты легко усваиваются растениями, исчезают в вегетационный период. Максимальное их содержание наблюдается зимой.

### Фосфаты

В природных водах растворенный *фосфор* присутствует в виде неорганических и органических соединений. Причем они могут быть в растворенном, коллоидном состоянии и в виде взвесей. Неорганический фосфор находится в водах в виде производных  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , причём основной формой является  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Также как и для

азота, для фосфора идёт обмен между неорганическими и органическими формами и осуществляется в процессах фотосинтеза и разложения органического вещества.

### Кремний

Кремний является постоянным компонентом природных вод. Соединения кремния постоянно и повсеместно распространены, но малорастворимы. Формы, в виде которых встречается кремний, многообразны (кремниевая кислота, поликремниевые кислоты и др.). Кроме того, кремний содержится в природных водах в виде коллоидов типа  $x \text{SiO}_2 \cdot y \text{H}_2\text{O}$ . На растворимость кремния влияет температура и pH.

## Микроэлементы

Познание закономерностей распределения редких и рассеянных элементов в водоёмах представляет большой научный и практический интерес (поиски полезных ископаемых, санитарно - эпидемиологическое значение, питательные элементы для растений, т.к. они биологически активны). Большинство микроэлементов имеют во всех природных водах очень низкие концентрации (1мг/л) (Зенин и Белоусова, 1988). До сих пор для большинства из них не установлена форма их миграции. Из числа многочисленных элементов рассмотрим основные закономерности миграции и режима неметаллов F, B, Vg и J, а также радиоактивных элементов.

### Фтор

Фтор имеет важное физиологическое значение для организма человека и животных. Как избыток, так и недостаток его приводит к тяжёлым эндемическим заболеваниям (флюороз и кариес зубов). Избыток фтора в питьевой воде приводит к проблемам минерализации костей. В частности, увеличение концентрации фтора в питьевой воде до 3,2 мг/л приводит к появлению флюороза, а содержание 4-6 мг/л фтора выражается в подавлении функциональной активности центральной нервной системы. В период снижения объема воды в водоемах, например при испарении, концентрация фтора возрастает. Так, в Сырдарьинском бассейне обнаружены озёра и подземные воды с концентрацией фтора до 14 мг/л. В большинстве пресноводных озёр

содержание фтора составляет 1 мг/л, в солоноватой и соленых водах достигает 9 мг/л (Мун, 1971). Из озёр Казахстана обогащены фтором озёра Джасыбай, Чебачье, Щучье, Боровое. Исследованиями Б.А. Беремжанова (1986) показано, что в воде рек Балхашского бассейна размах варьирования концентрации фтора составляет 0,10 - 2,20 мг/л. Выявляется определённая закономерность: более высокая концентрация обнаружена в реках горного типа (Иссык, Талгар, Тургенъ) и более низкая - в реке Иле. Поэтому район предгорий Заилийского Алатау и Центрального Казахстана образует биогеохимические провинции с повышенным содержанием фтора.

#### Бор

Бор принадлежит к числу рассеянных элементов. Исследования показали, что реки и озёра Казахстана заметно различаются по концентрации бора. Но чётко выявляется следующая закономерность: в реках равнинного характера содержание бора значительно выше, чем для горных рек. Аналогично, и в Сырдарьинском бассейне: река Чирчик 28-59 мкг/л, река Бозсу 192-284 мкг/л, река Куркелес 396-1000 мкг/л, река Сырдарья 93-140 мкг/л. В озёрах: в пресных 20-550 мкг/л; в солоноватых 770-2700 мкг/л; в соленых 5-20 мг/л; в отдельных озёрах - до 350-360 мг/л.

Бром. Основным источником поступления брома в природные воды суши являются вулканические газы. Непосредственно в почвы бром вносится дождевыми осадками и растительным опадом. Источник поступления брома в речные воды тот же, т.к. концентрация брома в речных водах имеет непосредственную связь с содержанием его в почвах и грунтовых водах. Было установлено, что концентрация брома в реке Или 12,8 - 163 мкг / л (Романова, 2003).

#### Йод

Средняя концентрация йода составляет 5-10 мкг/л. Так, в Балхашском бассейне содержится 1-4 мкг/л, в горных реках Тургенъ, Иссык и Или- 4-10 мкг/л (до зарегулирования стока). В Сырдарьинском бассейне реки содержат йод: река Чирчик- 1,7-14,7 мкг/л; река Бозсу 13-25 мкг/л; река Куркелес- 21-50 мкг/л; река Сырдарья 9-16-198 мкг/л.

Бром и йод определены и в оросительных системах низовья р.Иле. Выявлено, что вода в оросительных каналах содержит йода (1,0-34,0 мкг/л) и брома (12,8-163,0 мкг/л) в такой же концентрации, что и в р.Иле. В большинстве случаев для чеков характерны более высокие концентрации брома (16,0-180 мкг/л) и йода (2,5-32,0 мкг/л) по сравнению с оросителем. Грунтовые воды богаче поверхностных по содержанию этих микроэлементов и служат источником их поступления.

В природных водах к микроэлементам относят металлы (Cu, Zn, Mn, Pb, Co, Ni, etc.) и различные группы радиоактивных элементов. С 1945 года по сегодняшний день в природные воды попадают радиоактивные элементы искусственного происхождения (ядерные взрывы, отходы АЭС и атомной промышленности), что представляет серьёзную угрозу окружающей среде и решение такой проблемы является весьма важной и неотложной. Таблица 5.5.3 демонстрирует значения объёмной активности (Бк/л) некоторых естественных и техногенных радионуклидов в природных водах РК.

**Таблица 5.5.3 Содержание радиоактивных элементов в природных водах (Токарев и др., 1985)**

Радионуклид	Реки	Озёра
U-238	0,005-1,850	0,0025-492
Ra - 226	0,004-0,155	0,007-0,30
Pb-210	0,001-0,011	0,002-0,008
K-40	0,037-0,370	0,480
Sr - 90	0,02-0,09	0,018-0,17
Cs-137	0,007-0,07	0,01-0,10

#### Вывод

Отметим, что знание химического состава вод и его поведения в различных сферах Земли нужно для решения ряда теоретических и практических задач. Одной из основных является оценка питьевых,

технических, оросительных свойств воды. Правильное понимание совершающихся в природе гидрогеохимических процессов позволяет нам уверенно прогнозировать гидрохимический режим тех или иных водных объектов при их длительной эксплуатации.

## 5.6 Гидрофизика, гидрохимия и гидробиология Аральского моря

Абылгазы Курбаниязов, Петр Завьялов

Email: [abylgazy.kurbanyazov@iktu.kz](mailto:abylgazy.kurbanyazov@iktu.kz)

### Введение

К началу нового тысячелетия многие характеристики физических, химических и биологических систем быстро меняющегося Аральского моря оказались мало изученными, а некоторые - практически неизвестными научному сообществу. С 2002 г Институтом океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук в сотрудничестве с Гидрометцентром России, Каракалпакским государственным

университетом им. Бердаха (Узбекистан), Международным казахско-турецким университетом им. Х.А.Ясави (Казахстан) и при участии ряда других организаций была начата долгосрочная программа контроля на месте и исследования Большого Аральского моря. Ниже представлены некоторые результаты этих исследований. Все приведенные в этой статье материалы были ранее опубликованы на русском языке (Завьялов П. и др., 2012).

### Гидрофизическое состояние

Ключевой характеристикой «нового» состояния Большого Арала, коренным образом отличающей его от состояния, имевшего место до начала высыхания моря и на его ранних стадиях, является сильная вертикальная стратификация по солености и плотности. Сводная информация по термохалинной структуре моря в период с 2002 по 2010 гг приведена в Таблице 5.6.1. Данные по вертикальной стратификации, показанные в таблице, сильно отличаются от значений, характерных для состояния моря до начала его высыхания. До начала падения уровня моря разница в значениях солености

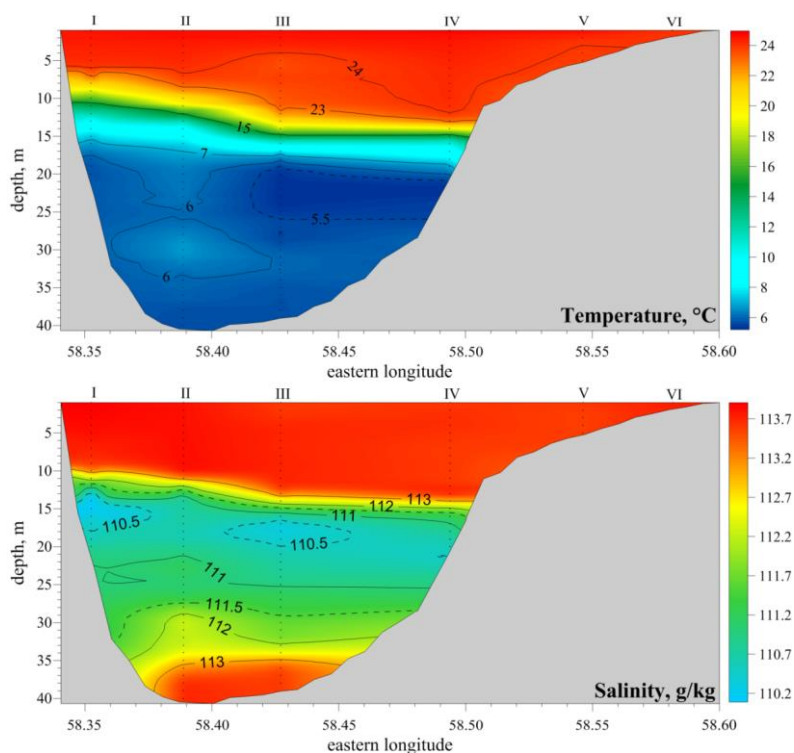


Рисунок 5.6.1 Вертикальное распределение температуры (С, верхняя панель) и солености (г/кг, нижняя панель) на зональном разрезе в центральной части западного бассейна Большого Аральского моря в августе 2009 года

на поверхности и у дна никогда не превышала нескольких десятых г/кг, а средняя соленость была близкой к 10 г/кг. К началу 2000-х гг, однако, соленость увеличилась на порядок величины, а разность поверхностных и придонных значений составила 10 г/кг и даже более. Вертикальная структура вод моря приобрела резко стратифицированный характер в какой-то оставшийся неизвестным момент времени между 1990 и 2002 гг.

Важно отметить, что до 2004 г вертикальная структура толщи воды в озере была «двухслойной». Минимум солености наблюдался в верхнем квазиоднородном слое толщиной от 7 до 23 м, а максимум – в нижней части колонны. Эти два слоя отделялись друг от друга более или менее резким галоклином. Начиная с 2004 г, характер вертикальной структуры изменился. В качестве примера на рис. 5.6.1. приведены результаты измерений в западном бассейне Большого Аральского моря в августе 2009 г. Верхний перемешанный слой со значениями температуры воды около 24°C и значениями солености около 113,5 г/кг распространялся до глубины 13 м, сопровождающийся промежуточным, относительно пресным слоем с минимальными значениями температуры и солености (5.5°C и 110.5 г/кг соответственно). Ниже 25 м располагался придонный слой, характеризовавшийся наличием локального максимума солености и

температурной инверсией. Таким образом, термохалинная структура вод носила трёхслойный характер с двумя локальными максимума солености: один слой ближе к поверхности и один слой ближе ко дну, разделенные менее солёным промежуточным слоем. Завьялов П. и др. (2012) показывают, что наличие двух локальных максимумов солености – результат совместного действия «конвективного» и «адвективного» механизмов. Формирование максимума солености в верхнем перемешанном слое обусловлено накоплением солей в результате интенсивного действия процессов испарения с поверхности бассейна в теплое время года. "Конвективный" механизм подразумевает погружение верхнего слоя воды вследствие охлаждения в осенне-зимний период. В отличие от этого, "адвективный" механизм - отвечающий за максимум солености придонного слоя - связан с горизонтальным обменом воды между западным глубоководным бассейном и мелководным восточным бассейном Большого Арала. Более солёные и тёплые воды восточного бассейна Большого Арала поступают в западный бассейн через пролив, расположенный в северной части моря. распространяются в придонном слое западного бассейна, формируя придонный максимум солености, часто сопровождаемое инверсией температур.

**Таблица 5.6.1 Сводка данных о физическом состоянии моря (2002-2010). Донные значения соответствуют глубине 38 м, поверхностные – глубине 1 м.**

Экспедиция	Дата проведения измерений	Район	Уровень, м	Соленость, [г/кг]		Температура, [°C]	
				Поверхность	Дно	Поверхность	Дно
1	Ноябрь 2002 г.	Запад	30.47	82	94	10	15
2	Октябрь 2003 г.	Запад	30.50	85	96	14	2
3	Апрель 2004 г.	Запад	-	86	87	5	1
4(1)	Август 2004 г.	Запад	30.71	91	87	25	2
4(2)	Август 2004 г.	Пролив	-	100	100	23	23
5(1)	Октябрь 2005 г.	Запад	30.12	98	101	18	4
5(2)	Октябрь 2005 г.	Пролив	-	132	132	17	17

5(3)	Октябрь 2005 г.	Восток	-	130	134	15	15
6	Март 2006 г.	Запад	30.20	99	-	-2	-
7	Сентябрь 2006 г.	Запад	29.60	101	98	19	3
8	Ноябрь 2007 г.	Запад	29.18	104	115	10	11
9(1)	Июнь 2008 г.	Запад	29.28	104	107	23	2
9(2)	Июнь 2008 г.	Восток	-	211	-	-	-
10	Август 2009 г.	Запад	27.64	114	114	24	5
11	Апрель 2010 г	Запад	-	115	-	11	-
12	Сентябрь 2010 г.	Запад	26.79	117	132	20	12

Химический режим Арала находится в тесной взаимосвязи с его гидрофизическим состоянием.

### Гидрохимия

**Таблица 5.6.2 Ионный состав воды Большого Аральского моря в 2002-2009. Следующие данные приведены для каждого иона: абсолютная массовое содержание, относительное содержание (%) по отношению общей массе солей и относительное содержание по отношению к Cl**

№	Единица	Время, место	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Минерал
1	мг/кг	05.07.02	27155	20160	494	18964	175	802	4378	72.1
	%	ЗБ	37.67	27.95	0.67	26.29	0.25	1.10	6.07	
	ион/Cl		1.00	0.742	0.018	0.698	0.006	0.029	0.161	
2	мг/кг	25.10.03	38010	22100	458	8634	1000	700	13220	84.1
	%	ЗБ	35.97	25.74	0.53	20.38	1.16	0.81	15.4	
	ион/Cl		1.00	0.581	0.012	0.227	0.026	0.18	0.348	
3	мг/кг	08.04.04	33175	22938	442	21137	1133	600	5400	84.9
	%	ЗБ	39.09	27.01	0.54	24.92	1.35	0.73	6.36	
	ион/Cl		1.00	0.691	0.013	0.637	0.034	0.018	0.163	
4	мг/кг	10.08.04	34790	23823	366	22313	1214	580	5412	88.5
	%	ЗБ	39.31	26.92	0.41	25.21	1.37	0.66	6.12	
	ион/Cl		1.00	0.685	0.011	0.641	0.035	0.017	0.156	
5	мг/кг	30.09.05	37577	25056	152.5	24095	1209	540	5760	94.5
	%	ЗБ	39.81	26.55	0.16	25.23	1.28	0.57	6.1	
	ион		1.00	0.667	0.004	0.641	0.032	0.014	0.15	

	/Cl								3	
6	мг/кг	03.10.05	39562.2	34660	183	27382.5	1080	456	7164	110.5
	%	Пролив	35.81	31.37	0.17	24.78	0.98	0.41	6.48	
	ион /Cl		1.00	0.876	0.005	0.700	0.027	0.012	0.181	
7	мг/кг	10.10.05	44667	36660	183	30953.4	1180	416	7524	121.6
	%	ВБ	36.74	30.15	0.15	25.46	0.97	0.34	6.19	
	ион /Cl		1.00	0.821	0.004	0.693	0.026	0.009	0.168	
8	мг/кг	25.09.06	38924	25996	564	23920	1184	568	6544	97.7
	%	ЗБ	39.84	26.61	0.58	24.48	1.21	0.58	6.70	
	ион /Cl		1.00	0.668	0.014	0.614	0.030	0.014	0.168	
9	мг/кг	01.06.08	44357	23145	579	25346	1550	550	6870	102.4
	%	ЗБ	43.32	22.60	0.57	24.75	1.51	0.54	6.71	
	ион /Cl		1.00	0.522	0.013	0.571	0.035	0.012	0.155	
10	мг/кг	08.06.08	78975	67775	945	57316	2500	250	12330	220.1
	%	ВБ	35.88	30.79	0.43	26.04	1.14	0.11	5.60	
	ион /Cl		1.00	0.858	0.012	0.726	0.031	0.003	0.156	
11	мг/кг	20.08.09	50558	25912	673	28934	2250	650	15060	115.4
	%	ЗБ	40.76	20.89	0.54	23.33	1.81	0.52	12.14	
	ион /Cl		1.00	0.513	0.013	0.572	0.044	0.013	0.29	

Последовательная химическая садка карбоната кальция, карбоната магния, гипса, мирабилита и галита, сопровождающаяся высыханием и накоплением солености, привела к значительным и непрерывным изменениям ионного состава оставшейся водной массы в море. Прогрессирующие межгодовые изменения прослеживаются в ежегодных наблюдениях 2002-2009 гг (Таблица 5.6.2).

Эти тенденции характерны для обоих бассейнов Большого Арала. Уменьшение содержания кальция более ярко выражено для восточного бассейна. Другой характерной особенностью является уменьшение сульфатно-хлоридного соотношения  $SO_4/Cl$ , связанное с потреблением сульфат-иона при кристаллизации гипса и мирабилита.

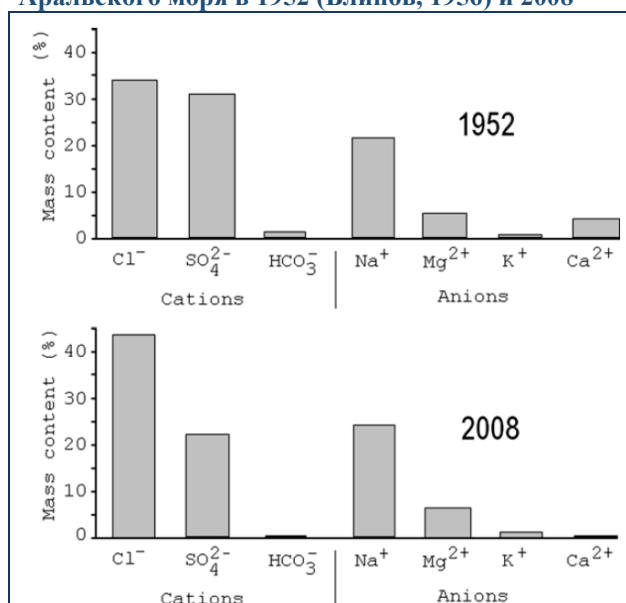
На основе этих данных нами были оценены массы осевших на дно минералов (в

миллиардах тонн): карбонат кальция - 0.07 (2%); карбонат магния - 0.1 (2%); гипс - 2.3 (49%); мирабилит — 1.9 (40%); галит - 0.4 (8%). Таким образом, садка мирабилита оказалась почти столь же массивной, сколь и садка гипса, и садка галита была также значительна. Садка гипса происходит повсеместно, а садка мирабилита - зимой повсеместно, а летом только в глубокой части западного бассейна, где температура воды достаточно низкая. На мелководьях летом возможно частичное обратное растворение осажденного зимой мирабилита. Все это должно приводить к выраженному сезонному ходу ионно-солевого состава. Этот круг вопросов остается недостаточно изученным.

Высыхание Аральского моря и появление плотностной стратификации привели к радикальным изменениям газового состава вод моря. В некогда полностью вентилированном кислородом море

сформировались условия аноксии и сероводородного заражения придонного слоя в глубокой части акватории (рис. 5.6.3). Верхняя граница зоны аноксии в разные годы приходится на уровни глубины от 12 до 39 м, а концентрации  $H_2S$  варьируются между 5 и 80 мг/л. Характеристики зоны сероводородного заражения определяются гидрофизическими условиями конкретного года/сезона и обладают значительной изменчивостью.

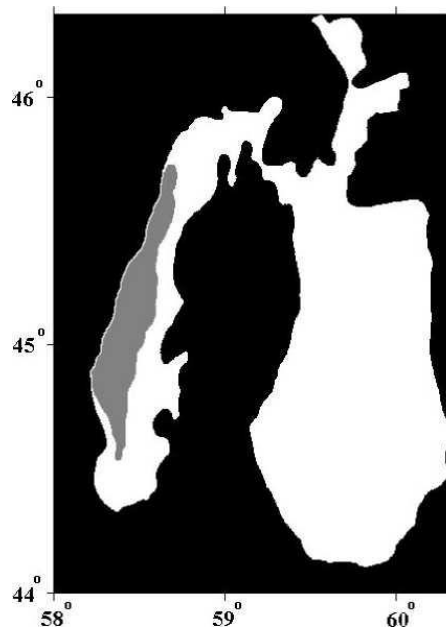
**Рисунок 5.6.2 Относительное содержание основных солеобразующих ионов в воде Аральского моря в 1952 (Блинов, 1956) и 2008**



### Гидробиология

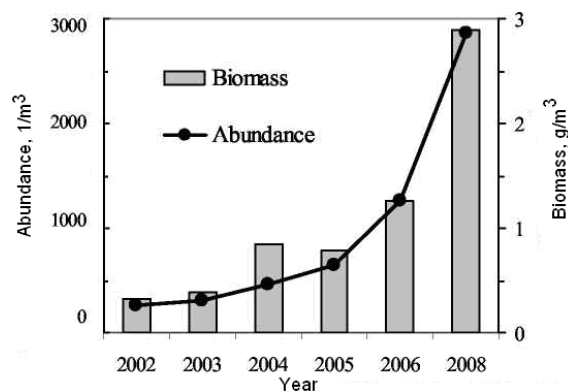
Таксономическое биоразнообразие фитопланктона в Аральском море значительно сократилось с начала высыхания в 1960 году, когда он насчитывал 306 видов. В 2008 году наблюдалось всего 28 видов фитопланктона, в том числе 17 диатомовых водорослей. Средняя концентрация фитопланктона в численности составила  $2,3 \cdot 10^6$  клеток на литр и 231 мкг углерода на литр соответственно. Среди диатомовых доминировали два вида: *Nitzschia insignis* Gregory (71% от ) и *Fragilaria brevistriata* Grunow (27% от общей численности). Крптофитовые водоросли были представлены двумя видами: *Rhodomonas* sp. и *Chroomonas* sp. Около 90% общей численности зеленых водорослей

составлял *Chlamidomonas* sp. Среди синезеленых доминировал *Synechococcus elongates*.



**Рисунок 5.6.3 Положение зоны аноксии и сероводородного заражения**

*Artemia parthenogenetica*, типичный обитатель гипергалинных озер в зоопланктоне Аральского моря. Начиная с 2002 г, этот вид становится абсолютным доминантом в зоопланктонном сообществе, составляя 99% от общей биомассы. В течение 2002-2008 гг плотность популяции постепенно росла (рис. 5.6.4)



**Рисунок 5.6.4 Рост популяции Артемии в Аральском море в 2002-2008 (Арашкевич и др., 2009)**



Таблица 5.6.3 Фитопланктон Большого Аральского моря в 2008-2009 (по Завьялову, 2012, Глава 6)

	<b>Cyanopyta</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
1.	<i>Synechococcus aeruginosus</i> Näg.	+	+
2.	<i>S. elongates</i> Näg.	+	+
	<b>Cryptophyta</b>		
3.	<i>Chroomonas</i> cf. <i>marina</i> (Bjittner) Butcher	+	+
4.	<i>Rhodomonas salina</i> (Wisl.) Hill et wetherbee	+	+
	<b>Euglenophyta</b>		
5.	cf. <i>Euglenophyta</i>		+
6.	<i>Trachelomonas</i> cf. <i>verrucosa</i> Stokes		+
	<b>Dinophyta</b>		
7.	<i>Gymnodinium</i> sp.1	+	
8.	<i>Gymnodinium</i> sp.2	+	+
	<b>Chromophyta</b>		
	<b>Bacillariophyceae</b>		
9.	<i>Amphora coffeaeformis</i> Kütz.	+	+
10.	<i>Amphora holsatica</i> Hustedt	+	
11.	<i>Amphora normanii</i> Rabenh.	+	
12.	<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	+	
13.	<i>Chaetoceros</i> sp.	+	
14.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	+	
15.	<i>Cuclotella</i> cf. <i>caspia</i> Grun.		
16.	<i>Culindrotheca closterium</i> (Ehr.) Lewin et Reimann	+	+
17.	<i>Diatoma tenuis</i> Ag.	+	+
18.	<i>Diploneis smithii</i> (Breb.) Cl.	+	
19.	<i>Entomoneis alata</i> Kütz.	+	
20.	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grun.	+	+
21.	<i>Navicula digitoradiata</i> (Greg.) Ralfs	+	
22.	<i>Navicula laterostrata</i> Hustedt	+	
23.	<i>Navicula</i> sp.		+
24.	<i>Navicula</i> sp.1	+	
25.	<i>Navicula</i> sp.2	+	
26.	<i>Nitzschia acuminata</i> (W.Sm.) Grun.	+	
27.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	+	
28.	<i>Nitzschia fasciculate</i> Grun.	+	
29.	<i>Nitzschia hungarica</i> Grun.	+	
30.	<i>Nitzschia hubrida</i> Grun.	+	
31.	<i>Nitzschia insignis</i> Grun.	+	+
32.	<i>Nitzschia punctata</i> (W.Sm.) Grun.	+	
33.	<i>Nitzschia sigma</i> (Kütz.) Grun.	+	
34.	<i>Nitzschia</i> sp.	+	+
35.	<i>Surirella fastuosa</i> var. <i>suborbicularis</i> Grun.	+	
36.	<i>Sunetra</i> cf. <i>acus</i> Kütz.		+
37.	<i>Thalassiosira baltica</i> (Gun.) Ostenf.		
	<i>Chaetoceros</i> spp. Споры		
	<b>Chrysophuceae</b>		
38.	<i>Actinomonas mirabilis</i> Kent	+	
	<b>Chlorophyta</b>		
	<b>Chlorophyceae</b>		
39.	<i>Chlamidomonas</i> sp.	+	+
40.	<i>Coenococcus planctonicus</i> Korsch	+	+

## Вывод

С момента начала своего высыхания Большое Аральское море претерпело глубокие изменения, коснувшиеся всех его гидрофизических, гидрохимических и биологических систем. Некогда относительно однородное, хорошо вентилированное, солоноватое море превратилось в сильно стратифицированный гипергалинный водоем с максимальными значениями солености, превышающими 110 г/кг на поверхности и еще более высокими в глубинных слоях. Большой Арал разделился на два отдельных бассейна (западный и восточный бассейны), которые сообщаются друг с другом через узкий пролив. Водообмен между ними играл определяющую роль в поддержании гидрофизической структуры и стратификации обоих бассейнов. С точки зрения гидрохимии наиболее важным современным процессом, происходящим на данное время в Аральском море, является химическая садка минералов из перенасыщенной солью водной толщи, что влечет за собой постоянные изменения ионно-солевого состава оставшейся водной массы моря. В придонном слое водоема персистируют условия аноксии и сероводородное заражение. Однако, несмотря на экстремальные условия среды, биологические сообщества моря (водоросли, фитопланктон, зоопланктон, бентос) остаются живыми, хотя их биоразнообразие уменьшилось и таксономическая структура подверглась значительным изменениям.

### 5.7 Озеро Балхаш – бессточное озеро

Нургуль Казангапова, София Романова

Email адрес: [kazangapova@bk.ru](mailto:kazangapova@bk.ru)

В данной статье приводится информация о гидрохимии и гидроэкологии оз. Балхаш, необходимая для геоэкологического исследования и мониторинга водных объектов. Исследование показало состояние озер в засушливой зоне.

#### Введение – Общая информация об озёрах в аридной зоне

Значительная часть Центральной Азии относится к аридным территориям. На бессточные бассейны, т.е. гидравлически не

связанные с Мировым океаном и даже друг с другом водоемы, приходится почти вся территория Средней Азии, более 3/4 Казахстана, вся территория Синьцзян-Уйгурского Автономного района (СУАР) КНР, часть Сибири и Монголии (Турсунов и Тауипбаев, 1997). Территория Казахстана – одна из наименее водообеспеченных республик Центральной Азии. Из 85 тысяч рек и временных водотоков только 200 имеют протяженность более 100 км и лишь 6 – более 1000 км, из 48 тыс. озер Казахстана только 270 имеют площадь водной поверхности свыше 10 км<sup>2</sup> каждое, 16 – свыше 100 км<sup>2</sup>, а два – оз. Балхаш и Алаколь – свыше 2000 км<sup>2</sup> (Северский, 1998). Бассейны таких крупных водоемов как Каспийское и Аральское моря, озера Балхаш, Алаколь, Эби-Ноор и Лобнор (КНР), Иссык-Куль, Тениз, группа озер Северного Казахстана и Западной Сибири, группа Баянаульских и Кокшетауских озёр, так называемые накопители сточных вод Сорбулак в Казахстане, Арнасайские и Айдаркульские в Узбекистане и другие находятся в локальных водосборных бассейнах бессточных водоемов, имеющих свой местный круговорот влаги, загрязняющих веществ, энергии. Озеро Алаколь, характеризующееся как бессточное, в действительности в историческом разрезе является периодически проточным. (Кудрин, 1998). Данные озера также находятся в засушливых районах.

#### Гидрографическая сеть бассейна озера Балхаш

Бассейн Балхаша заключен в обширной впадине на юге Казахстана, в самом центре Евразии, на западе от Джунгарских Ворот. С юга просторы Прибалхашья ограничены горами Джунгарского Алатау, на востоке и северо-востоке на озеро наступают горы Чингиз-Тау и Тарбагатай, на северо-возвышенности Арало-Иртышского водораздела. Площадь водосбора Балхаша составляет 390 тыс. км<sup>2</sup> и охватывает ледники Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау (рис 5.7.1).

Сегодня озеро представляет собой вытянутый мелководный водоем, по форме похожий на бумеранг.

Природная система Балхаша состоит из внешней бассейновой части и внутренней

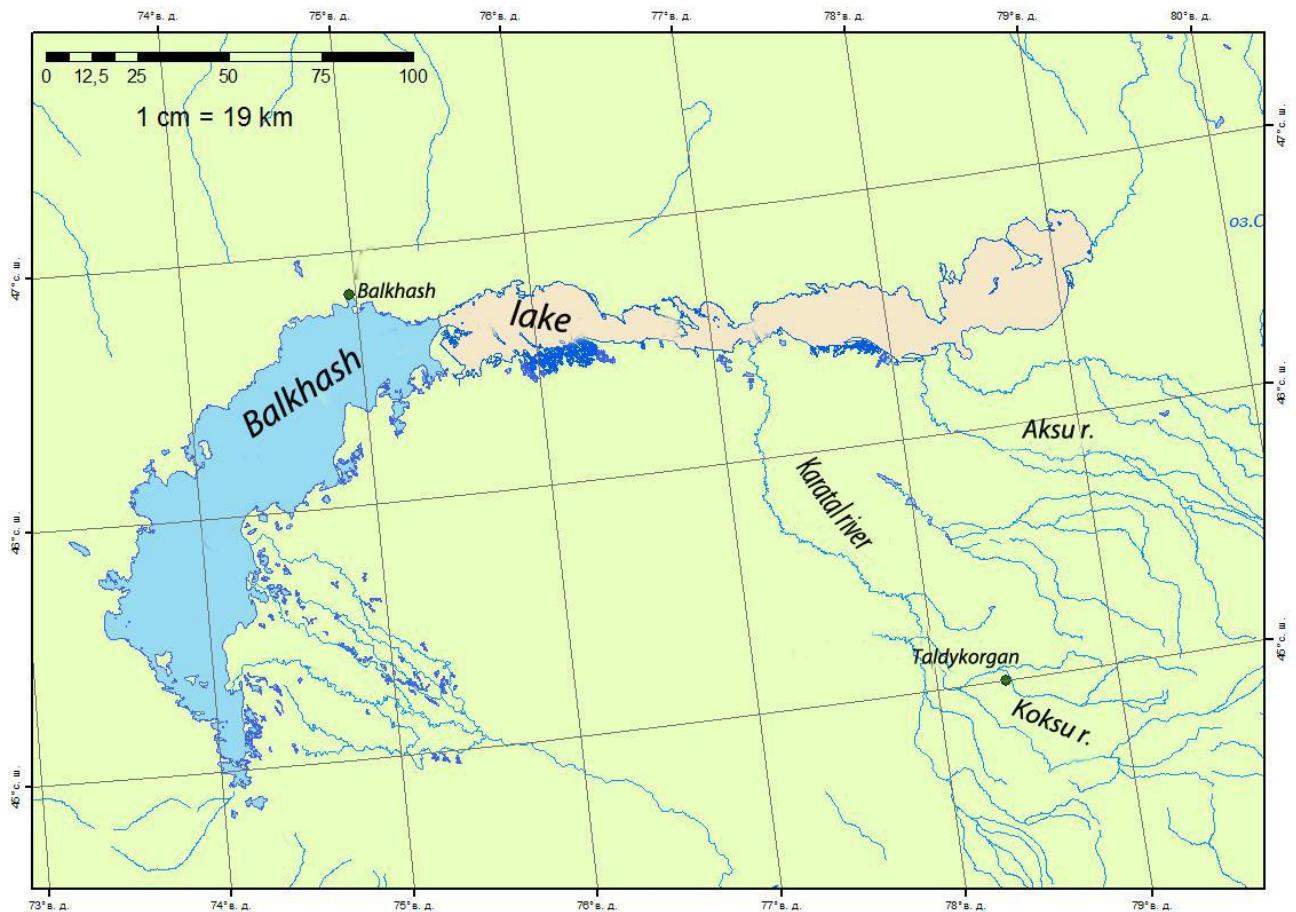


Рисунок 5.7.1 Карта озера Балхаш (Ломакина, 2014)

озерной части, которая полуостровом Узунарал делится на мелководную, но широкую западную часть, и глубоководную, но узкую восточную часть. Западная часть озера проточная и пресная, потому что все соли течение уносит в бессточную и соленую восточную часть. Внешняя часть бассейна озера имеет площадь 413 тыс. км<sup>2</sup>, из них в пределах Республики Казахстан находятся 304 тыс км<sup>2</sup> (около 80%). Пять крупных рек впадает в озеро Балхаш. Общий объем региональных водных ресурсов в зоне формирования потока составляет 28,85 км<sup>3</sup> в год, из которых 22,87 км<sup>3</sup> в год сформировано в бассейне реки Или; 5,36 км<sup>3</sup> в год сформировано в бассейнах рек Каратал, Лепсы и Аксу, 0,57 км<sup>3</sup> в год - в бассейне реки Аягуз, в то время как 0,08 км<sup>3</sup> в год - в речной зоне формирования потока северной части Балхаша. На долю испарения приходится приблизительно 15,11 км<sup>3</sup> в год. Остающиеся ежегодные 13,74 км<sup>3</sup> воды составляют естественную гидрографическую сеть; средний объем воды 3,12 км<sup>3</sup> из этой суммы потрачены в год в дельте реки Или (Достай, 1999). Реки, впадающие в озеро, несут не только воду, но и до 10 миллионов

тонн ила. Реки Северной части Балхаша - Баканас, Асшыозек, Токрауын и Карабулак. Таким образом гидрография Северной части Балхаша характеризуется низкой плотностью речной сети (0,2-0,5 км/км<sup>2</sup>), особенно в центральной плоской территории (до 0,01 км/км<sup>2</sup>), в то время как плотность речной сети в горных районах (от 0,6 до 3,0 км/км<sup>2</sup>) довольно плотная. В предгорных областях гидрографическая сеть состоит из транзита каналов реки Карасу и многочисленных оросительных каналов.

#### Климатические условия в период исследования

Озеро Балхаш имеет глубоко континентальное положение, оно подвержено северным, северо-западным и западным вторжениям полярных, тропических и арктических воздушных масс. Весной здесь часты циклоны, влажные воздушные массы из районов Атлантики, Средиземного и Черного морей приносят большое количество осадков. Летом часты вторжения теплого тропического воздуха. Из-за больших различий в строении рельефа

климат неоднороден (Соколова, 1989). Для данной территории характерны большие суточные и годовые колебания температуры воздуха, холодная зима и продолжительное, жаркое, сухое лето. Весенний период непродолжителен и характеризуется неустойчивой погодой, частыми возвратами холодов. Осенью вторжение холодных арктических масс учащается, и переход к зиме ускоряется. Средняя годовая температура воздуха изменяется от 7<sup>0</sup>С на западном до 5,3<sup>0</sup>С на восточном побережье озера. Максимальные летние температуры достигают 40<sup>0</sup>С, минимальные зимние – 45<sup>0</sup>С (Тарасов, 1961).

Для бессточных озер Центральной Азии большое значение имеет ветер. Полная картина ветровых течений на оз.Балхаш была составлена И.М.Мальковским (1991), по результатам расчетов на двумерной математической модели и откорректирована с учетом исследований на крупномасштабной физической модели озера. Они образуют сложные взаимодействия дрейфовых и компенсационных течений, а также дискретных крупномасштабных вихрей, которые охватывают значительную часть озера или отдельные его плесы. Исследования синоптической ситуации за структурой поля ветровых течений показало, что уже к концу первых суток в Западном Балхаше доминировали поступательные движения воды по оси озера совместно с береговыми дрейфовыми течениями (скорость до 0,21 м/с) и центральным компенсационным течением (скорость до 0,09 м/с). Оказалось, что максимум скорости течения в самом узком месте озера, проливе Сары-Есик наступает через 15 часов и составляет 0,38 м/с. Третий гидрохимический район характеризуется четко выраженной антициклонической циркуляцией, диаметр которой составляет 2/3 ширины озера. Тарасов (1961) предложил зонирование озера, посредством чего Озеро Балхаш разделено на 8 гидрохимических районов с запада на восток. В V и VIII гидрохимических районах, относящихся к Восточному Балхашу, выделяются крупномасштабные вихревые течения на фоне общих дрейфовых (рисунок 5.7.2). Измерения показали, что взаимный обмен водными массами происходит между I и II, II и III, III и IV, VII и VIII гидрохимическими районами, а односторонний переток воды происходит из VI в VII, из V в VI и из IV в районы озера. Такое явление как нагон

отмечается в I, IV, VI и VIII районах озера. Рисунок 5.7.2.

Специальными исследованиями установлено, что при резком падении уровня воды оз.Балхаш, Арала в сферу действия дрейфовых течений вступают более мелкие наносы, которые сформировались ранее у подошвы береговых форм. Вдоль береговыми течениями они быстро переносятся на большие расстояния, образуя удлиненные косы и гряды, отделяющие от основной части акватории большинство мелководных заливов, прибрежных озер, болотистых понижений. Это является второй фазой высыхания озер, когда площадь акватории и объемы воды на испарение заметно уменьшаются, а миграция солей в береговые отшнуровывающиеся заливы, наоборот, увеличивается. В то же время возрастает движение соленой воды к прибрежным заливам. Это является очередным доказательством существования в природе механизма самосохранения водоемов.

### **Морфометрические особенности озера Балхаш**

Современное озеро Балхаш представляет собой водоем, состоящий из восьми наиболее выраженных плесов (рисунок 5.7.2). Полуостровом Сары-Есик озеро делится на Западную мелководную и Восточную глубоководную части. Наиболее крупный плес имеет среднюю глубину 3,4 м при ширине 35 км, что на 4 порядка больше глубины воды. Максимальная глубина 32,0 м при уровне 342 м.абс наблюдается в Бурлютюбинском плесе, куда реки давно не впадают. Уровни воды бессточных водоемов аридной зоны Центральной Азии, в том числе оз.Балхаш, испытывают крупномасштабные многолетние и вековые циклические колебания, обусловленные изменчивостью климата (Читяева, 1990). Общий фон векового хода уровня оз.Балхаш определяется фазами подъема и спада внутривековых циклов. Уровень воды оз.Балхаш определяется суммой его годовых приращений за ряд предшествующих лет, т.е. климатическими условиями предшествующего многолетнего периода.



**Рисунок 5.7.2** Схема гидрохимических районов озера Балхаш (Тарасов, 1961; I-VIII гидрохимические районы; \* - пункт отбора пробы воды)

### Процесс образования карбоната в озере Балхаш

Уже более пяти десятилетий региональная проблема Балхашского водного бассейна привлекает многочисленных исследователей своей уникальностью (Абросов, 1973). Уровень минерализации озера колеблется в среднем от 2,05 до 4,65 г / л (Романова, Крюченко, 1989, Сапожников, 1951). Исключительный интерес представляет процесс карбонатообразования в озере Балхаш (Сапожников, 1951), который до настоящего времени окончательно не решен. В отличие от Черного, Каспийского и Аральского морей, где происходит садка карбоната кальция, в балхашской воде к нему присоединяются карбонаты магния. На основании чего существует предположение о кристаллизации доломита из балхашской воды, который обнаружен в осадках (Страхов, 1945, Левченко, 1975). Согласно Хрусталеву (1999), в распределении карбонатов кальция и магния в донных отложениях оз.Балхаш прослеживается закономерность, присущая

внутриконтинентальным морским водоемом аридной зоны: Аральскому и Каспийскому. Наиболее высокие концентрации содержатся в глубоких районах озера. Наиболее высокие содержания тяготеют к тонкозернистым осадкам глубоководных впадин, по направлению к берегу, концентрация их постепенно понижаются, т.е. изолинии равных значения карбонатного материала располагаются более или менее параллельно береговой линии.

Следовательно, основной фактор, контролирующей распределение карбонатов – гидродинамический режим.

### Процессы формирования доломита в озере Балхаш

В результате многолетних исследований аридных водоемов впервые был изучен химизм ускоренной садки солей (Беремжанов, 1966, Домрачев, 1931). Эта отличительная особенность обусловлена морфометрическими и климатическими факторами. В водоемах гумидной зоны, которые относительно глубоки и слой испарения здесь не превышает осадки, в толще воды и в придонных слоях

накапливается достаточно большая концентрация растворенного углекислого газа в щелочной среде большой концентрации (рН 8,51-9,05), продукта жизнедеятельности биоценоза.

Авторы исследования доказали (Тарасов, 1961, Беремжанов, Романова, 1986), что в ускоренной самосадке солей (при меньших концентрациях) значительную роль играют мельчайшие частицы наносов (суспенгели), которые образуются вследствие постоянного турбулентного перемешивания воды ветровыми волнами, их флотации в прибрежной зоне, взмучивания донных отложений, абразивного износа крупных наносов при вдольбереговом перемещении. Суспенгели не только абсорбируют содержащиеся в воде ионы, не только являются катализаторами химических реакций образования бикарбонатов, но и сами активно вступают в реакцию с растворенными в воде ионами солей.

Это приводит к образованию твердых осадков, т.е. действует механизм самосохранения, когда аридный водоем избавляется от излишков солей. Садка солей, в том числе карбонатов кальция и магния - это одна из первых, но не главная расходная статья в солевом балансе аридного водоема. Исследования (Чистяева, 1981) показывают, что другой статьей расхода солей для аридных водоемов является миграция солей в береговую зону. Эта миграция обусловлена тремя факторами (Беремжанов, 1986). Во-первых, мелководное побережье и многочисленные заливы быстрее и сильнее прогреваются и слой испарения здесь больше, следовательно, большая концентрация остающихся солей. В результате появляется градиент концентрации, который из-за молекулярных эффектов еще больше усиливает миграцию солей из средних частей акватории озера в береговую зону. Во-вторых, при береговом нагоне соленой водой на весьма пологую отмель, затем при смене направления ветра и отгоне воды большие площади мелководий обсыхают, за счет „фитилиевого эффекта” соли подтягиваются к поверхности и здесь высыхают, образуя белый налет. Тот же ветер их легко выносит в атмосферу, вступает в силу механизм “эолового опреснения”. В-третьих, большая миграция солей происходит в прибрежные озера и отшнуровывающиеся заливы.

Следует отметить, что в береговой зоне большинства аридных водоемов образуются достаточно обширные и относительно глубокие депрессии уровня грунтовых вод. Эти депрессии обусловлены “фитилиевым эффектом” - более интенсивным испарением воды с поверхности грунтовых потоков приближающихся к водоему. Благодаря наличию такой депрессии и мощному фильтрационному потоку из береговой зоны озера в сторону депрессии, данный фактор является одним из главных расходных статей солевого баланса аридных озер.

### **Гидрохимические процессы в озере Балхаш**

Полевые исследования были проведены на основе озера Балхаш. Авторы принимали непосредственное участие в работе трех экспедиций сотрудников кафедры неорганической химии КазНУ им. аль-Фараби и трех экспедиций сотрудников кафедры гидрологии, Института географии, лаборатории Национальной академии наук Республики Казахстан (НАН РК). Экспедиция проводилась на озере Балхаш, в том числе и в заливе Шымпек. В период с 1985-2000 из 1478 образцов для химического анализа были отобраны пробы воды озера, выпадающих в реки (40 образцов) и 164 пробы ила со ссылкой на водосборного бассейна озера Балхаш.

Известно, что присутствие основных ионов в воде ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ ) определяет, минерализацию воды и ее химический состав. Суммарная минерализация всех элементов в результате анализа минеральных веществ выражается в мг/л или мг/дм<sup>3</sup>. Неоднородность минерализации воды по длине озера является одной из отличительных особенностей оз. Балхаш среди континентальных озёр мира. До начала снижения уровня минерализация воды Западного Балхаша (ЗБ) в среднем составляла 1,18 г/кг, Восточного Балхаша (ВБ) – 3,87 г/кг, а минерализация всего озера 2,63 г/кг (1929-1969) (Курдин, 1998). Зарегулирование стока р. Или, увеличение объёма воды на орошение привели к понижению уровня оз. Балхаш, что привело к изменению концентраций ионного и солевого состава (табл 5.7.1).

**Таблица 5.7.1 Сравнительная характеристика уровня и минерализации изменений озера Балхаш в течение 1970 - 1987**

Период изменения	Средний уровень спада в метрах (Балтийская система *)	Увеличение минерализации, г / л		
		озеро	Западный Балхаш	Восточный Балхаш
1970-1985	2,13	0,89	+0,54	+1,25
1970-1986	2,22	0,98	+0,66	+1,31
1970-1987	0,7	1,06	+0,82	+1,32

\* Балтийская система высот (БСВ) была принята в СССР в 1977; это система абсолютных высот, отсчёт которых ведётся от нуля кронштадтского футштока.

Интенсивное осолонение ЗБ по сравнению с ВБ подтверждает и анализ отношения минерализации воды этих двух частей озера. Если величина отношения минерализации воды ЗБ/ВБ за 1929-1969 г.г. составляла 0,24-0,35 (в среднем 0,29), то за период с 1970 по 1987 г.г. значение этого соотношения характеризуется величинами 0,37-0,44 (в среднем 0,41).

Общий характер распределения минерализации во все рассмотренные периоды оставался одним и тем же, в направлении от устья р.Или к восточной оконечности озера минерализация непрерывно возрастала. Одновременно с этим минерализация воды у восточного и юго-восточного побережий западной части озера всегда была выше, чем у западного и северо-западного побережий (Квон и др., 1991). Минерализация воды озера в месте впадения в р.Или в июле составляла в 1985г. 1,25, 1986г. – 1,12, 1987г. – 1,02 г/л. Приближаясь к восточному берегу озера, минерализация воды в среднем возрастает (по данным 1985г.) до 1,48 во втором районе, далее до 1,95 в третьем районе; перед проливом Сары-Есик - до 2,27; у острова Алгазы – до 4,01 и у крайнего восточного берега – до 5,81 г/л. Аналогичная картина наблюдалась и в последующие годы (1988-

1994 г.). Таким образом, увеличение солености происходит более чем в 4 раза. Наряду с увеличением минерализации воды вдоль всего озера, она растёт также в поперечном направлении. Такое распределение минерализации объясняется, прежде всего, распресняющим действием р.Или и проточностью Западного Балхаша. На характер распределения минерализации в ЗБ большое влияние оказывают течения в этой части озера за счет притока той же илийской воды и испарение.

В отличие от ярко выраженной горизонтальной стратификации минерализации воды, вертикальная стратификация на озере почти отсутствует из-за хорошего перемешивания водных масс за счет частых и сильных ветров. Орографическая и климатическая неоднородность территории, гидрогеологические и гидрологические условия бассейна оз.Балхаш, а также почвенно-растительный покров территории, интенсивно протекающие гидрохимические и гидробиологические процессы обуславливают отличительные свойства исследуемого водоема. В связи с вышеперечисленными факторами оз.Балхаш следует отнести к уникальной экологической системе.

## Вывод

Эти свойства обусловлены исключительно высокой солнечной радиацией, открытостью всем ветрам, большим испарением, мелководностью и развитой водной биосистемой, которая в свою очередь, обуславливает высокий опресняющий эффект этих озер для всего региона. Поэтому Аральское море нельзя считать «ошибкой природы» (Турсунов, 1997), а озеро Балхаш – «пресным озером без истока, в стране с сухим континентальным климатом, среди пустынь, где выпадает менее 200 мм осадков в год - географическим парадоксом» (Берг, 1960). Напротив, они представляют собой закономерный и важный компонент сложной природно-хозяйственной системы, действующий в условиях аридного климата.

## 5.8 Озёра Северного Казахстана

Темирхан Жаркинбеков

Email: [zharkinbekov\\_t@mail.ru](mailto:zharkinbekov_t@mail.ru)

### Введение

Территория Кокшетау относится к Северному Казахстану. В этом регионе сосредоточено около половины всех озер Казахстана. Однако, в последние 20 лет они подвержены серьезному антропогенному воздействию за счет использования их в сельскохозяйственных работах, а также в туристических целях. В результате происходит их истощение и эвтрофикация. В частности, наблюдается увеличение уровня предельно-допустимой концентрации (ПДК) в водах озер в разы таких веществ, как фториды, медь, сульфиды. Таким образом, Северный Казахстан, в том числе Акмолинская область испытывают значительный дефицит в высококачественных водных ресурсах, как в поверхностных, так и грунтовых вод. Негативное влияние на качественные показатели поверхностных вод оказало в свое время интенсивное освоение целинных земель, такое как увеличение концентрации пестицидов.

Распашка часто проводится в период снеготаяния (т.е. апрель-май) как способ повышения влажности почвы, увеличения инфильтрации воды в грунтовые воды. В результате нарушается поверхностный и подземный сток в мелкие озера, в частности это вызывает уменьшение акватория озер. Дополнительным воздействием является увеличение уровня соли как в водоемах, так и в почве, окружающей эти озера. Не нашла поддержки со стороны государственных органов, таких как Комитет по водным ресурсам, реализация крупных, крайне необходимых глобальных проектов. Как только идея о переброске части стока Сибирских рек в Казахстан (Вилесов, 2009) для улучшения водообеспеченности северных регионов Казахстана собиралась превратиться в "проект века", этот проект не стали реализовывать.

### Водные системы в Казахстане

Акмолинская область испытывает значительный дефицит в запасах подземных

вод, поскольку запасы грунтовых вод локализованы в основном в районах с трещиноватыми породами, рассредоточенными по всей территории. Большинство из этих вод слабо минерализованы (в среднем минерализация колеблется от 325 - 475 мг/л) (Вилесов, 2009). Основными водными артериями Акмолинской области являются реки Есиль с притоками, транзит Нуры, река Чаглинка, река Селета и несколько малых рек (с точки зрения их протяженности и мощности гидравлической системы). Реки Акмолинской области не имеют постоянного круглогодичного стока, а оживают только в период таяния снегов и ливневых дождей. Тем не менее, есть много озер на территории, десятки озер занимают котловины мелкосопочника и возвышенных равнин в пределах Акмолинской области. Эти озера могут быть либо пресными либо солеными.

### Обзор видов воздействий на водные объекты в Северном Казахстане

Почти все озера бессточные (т.е. озеро не имеет поверхностного стока, но питается от подземных вод) и характеризуется резкими колебаниями уровня воды. Уровень воды в этих озерах зависит от соотношения притока и расхода воды (например, сочетание забора воды и испарения). Весной таяние снега способствует повышению уровня воды многих озер. Этот источник притока вод постепенно уменьшается с наступлением лета, с эпизодическими проливными дождями, приводящими к временным увеличениям объема. Тем не менее, в период между проливными дождями некоторые мелкие озера могут периодически высыхать. Помимо этих постоянных водоемов имеются также, так называемые, сезонные степные блюдца (плоские понижения, заполненные водой).

Многие водоемы со степной водой используются для рекреационных целей, в качестве объектов для санаториев, курортов и т.д. Они также являются источниками поверхностных вод для хозяйственной деятельности в районах этих озер, предоставляя преимущества в сочетании уровней минерализации вод и эстетики ландшафта. Озера Акмолинской области пострадали от сравнительно более высокого уровня негативного воздействия (например, климата и антропогенного воздействия) по сравнению с водными ресурсами других



регионов страны, поскольку сельское хозяйство активно развивается в этой области. Процесс эвтрофикации и необратимого загрязнения в результате долгосрочного потребления воды для хозяйственных нужд существенно повлияли на водные ресурсы и в результате наблюдается ухудшение в ряде количественных и качественных показателей (например, более высоких уровней питательных веществ) водоемов.

Степень эвтрофикации во многих озерах региона увеличилась в связи с увеличением сброса объемов сточных вод жилых районов. Озеро Беленькое оказалось наиболее чувствительным к эвтрофикации в Акмолинской области. Данное ухудшение в количестве и качестве воды наблюдается не только в сельских и городских районах, но и в водоемах, расположенных в пределах национальных парков, таких как Бурабай, и на особо охраняемых территориях, например, озеро Копа (расположено в Кокшетауском регионе). Для того, чтобы понять динамику качества воды, качество поверхностных вод оценивается в сравнении с концентрациями, указанными в индексе загрязняющих веществ (ИЗВ) (см. Таблицу 5.8.1).

**Таблица 5.8.1 Критерии качества поверхностных вод на основе ИЗВ (Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии, 2004)**

Класс	Показатели качества воды	ИЗВ*
1	Очень чистая	≤ 0,3
2	Чистая	0,31 - 1,0
3	Умеренно загрязненная	1,01 - 2,5
4	Загрязненная	2,51 – 4,0
5	Грязная	4,01 – 6,0
6	Очень грязная	6,01 – 10,0
7	Чрезвычайно Грязная	> 10,0

\*ИЗВ – это обобщенный индекс шести ингредиентов (включая том числе растворённый кислород, легкоокисляемые органические вещества, азот аммонийный,

азот нитритный, фосфора фосфат и нефтепродукты).

В связи с увеличением антропогенной нагрузки (например, строительство новых туристических объектов) позитивные изменения в экологическом состоянии нескольких озер в Акмолинской области, например, Бурабай, Большое Чебачье, Малое Чебачье, Щучье и Копа минимальны (табл 5.8.2) (Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан, 2013 г.).

**Таблица 5.8.2 Классификация динамики озер Кокшетауской области, 2012-2013 (Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан, 2013 г.)**

	Январь 2012	Декабрь 2012	Декабрь 2013
Оз. Копа	Очень грязная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная
Оз. Бурабай	Чистая	Чистая	Чистая
Оз. Большое Чебачье	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная
Оз. Малое Чебачье	Очень грязная	Очень грязная	Очень грязная
Оз. Щучье	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная

### Обзор качества воды в отдельных озерах Северного Казахстана

Данные в таблице 5.8.2 показывают, что с 2012 по 2013 качество воды существенно не

**Таблица 5.8.3 Предельно допустимая концентрация вредных веществ, разрешенных в рыбохозяйственных водных объектах в Республике Казахстан (информационный бюллетень о окружающей среде Республики Казахстан, 2013 г.)**

Название	ПДК (мг/дм <sup>3</sup> )	Класс опасности
Медь	0,001 (по сравнению с природными)	3

Название	ПДК (мг/дм <sup>3</sup> )	Класс опасности
	фоновыми значениями)	
Сульфат	100	
Фтор	0,05 (общее содержание не превышающей 0,75)	2
Хлорид	300	

изменилось ни в одном из пяти водных объектов по которым приведены данные. Таким образом, вода озера Бурабай последовательно принадлежит классу "Чистая" и озеро Малое Чебачье классу «Очень грязная». Анализ основных гидрохимических показателей для 2012-2013 показал, что такие загрязнители, как фторид, сульфат, никель, барий и медь превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК), установленную Министерством охраны окружающей среды РК в стандартах по санитарно-эпидемиологические

веществ, которая в течение определенного времени воздействия не влияет на здоровье человека, компоненты экосистемы и / или природные сообщества в целом.

Наибольшее ПДК наблюдалось в озерах по фториду (рис 5.8.1).

Рисунок 5.8.1 показывает изменение содержания фтора в течение приведенного периода времени. Например, в озере Бурабай содержание фтора увеличилось с 3,3 мг/дм<sup>3</sup> до 4,3 мг/дм<sup>3</sup>; в Большом Чебачьем значение уменьшилось с 11,1 мг/дм<sup>3</sup> до 9,1 мг/дм<sup>3</sup> и в Малом Чебачьем от 11,9 мг/дм<sup>3</sup> до 9,4 мг/дм<sup>3</sup>. В озере Щучье фтор увеличился с 6,6 мг/дм<sup>3</sup> до 7,0 мг/дм<sup>3</sup> (табл 5.8.3). При анализе качества воды этих озер, целесообразно рассмотреть изменения от месяца к месяцу (рис 5.8.2), чтобы лучше понять химию воды озера.

Данные показывают, что превышение ПДК месяц за месяцем в основном варьируется в связи с сезонными изменениями качества воды, а также с уровнем активности туризма на берегу озера. Кроме того, превышение ПДК в зависит от естественной геологии подложки бассейна озера.

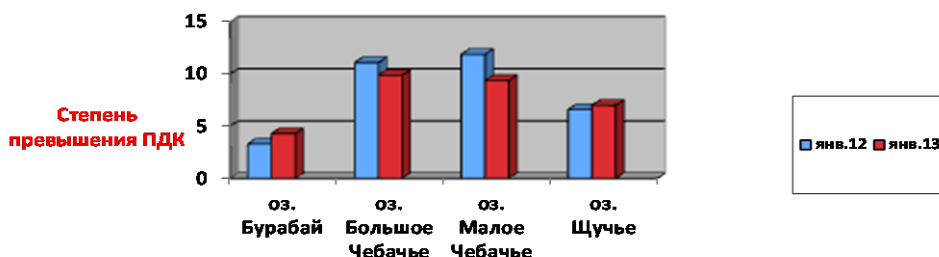


Рисунок 5.8.1 Степень превышения ПДК фторида отдельных озер в регионе Кокшетау

требованиям к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов (2012, таблица 5.8.3). ПДК вредных веществ определяется как максимальная концентрация вредных

Уровни сульфатов и меди, превышающих ПДК были также зарегистрированы в различных водоемах (табл 5.8.3). В январе 2013 года содержание было распределено как показано на рисунке 5.8.3.

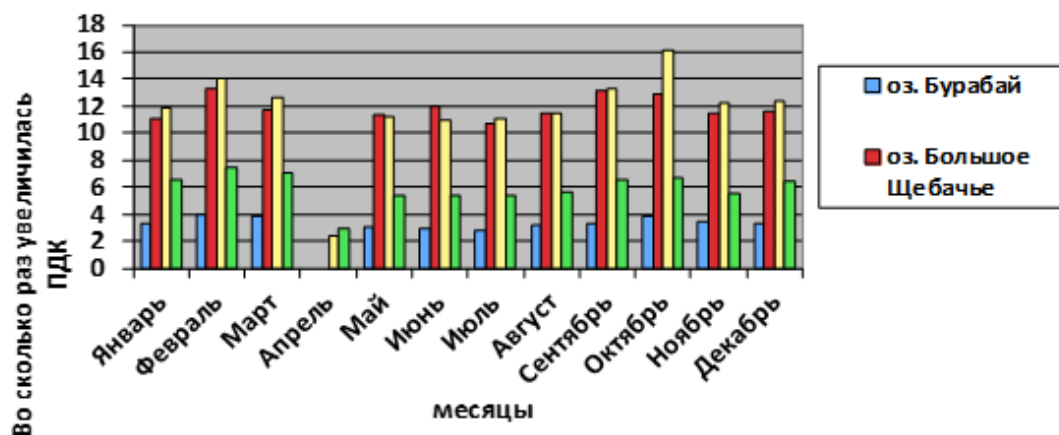


Рисунок 5.8.2 Изменение превышения ПДК фторидов по месяцам за 2013 г.

Видно, что ПДК меди повысилось во всех четырех озерах и ПДК сульфатов повысилось в озерах Большого и Малого Чебачье. К декабрю 2013 года ситуация изменилась (рис 5.8.4). Такие различия содержания меди в озерах были из-за сезонных изменений в потоке воды, а также от антропогенных нагрузок.

Как видно из рисунка, в декабре 2013 года гидрохимические показатели изменились по сравнению с январем 2013 года (рис 5.8.3), содержание меди снизилось во всех озерах.

на водных объектах и усилением сельскохозяйственной деятельности. Многие из озер являются частью национальных парков, где туризм в настоящее время активно развивается.

Ухудшение качества и количества воды в озерах в Северном Казахстане, и в частности в окрестностях Кокшетау, связано с продвижением туристической деятельности на водных объектах и усилением сельскохозяйственной деятельности. Многие из озер являются частью национальных

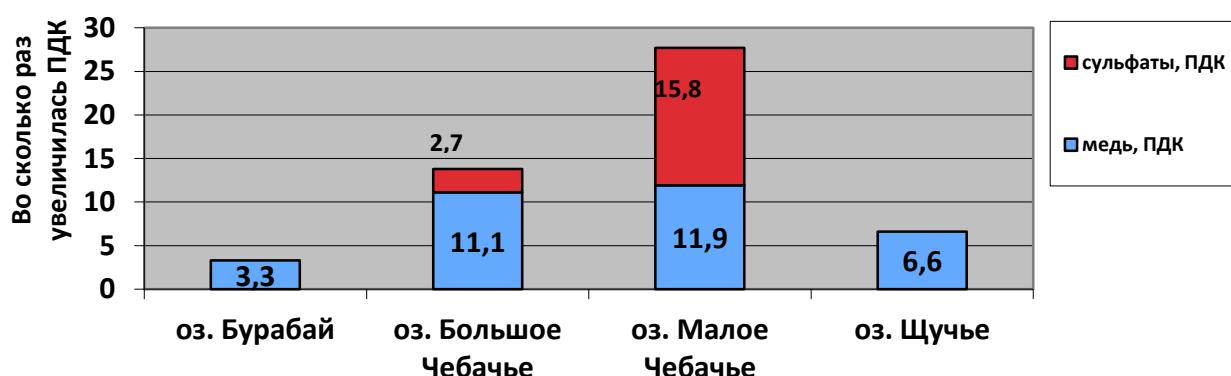


Рисунок 5.8.3 Превышение ПДК сульфатов и меди в воде озер на январь 2013 г.

Превышение ПДК сульфатов было зарегистрировано в начале года в озерах Большое и Малое Чебачье.

### Вывод

Ухудшение качества и количества воды в озерах в Северном Казахстане, и в частности в окрестностях Кокшетау, связано с продвижением туристической деятельности

парков, где туризм в настоящее время активно развивается.

Кроме того, сбросы сточных вод с сельскохозяйственных и городских районов в эти озера оказывают негативное влияние. Подводя итог, следует отметить, что ПДК фтора, сульфатов, меди в рассмотренных озерах превышены. Это вызывает озабоченность, потому что чрезмерные значения ПДК водоемов могут быть

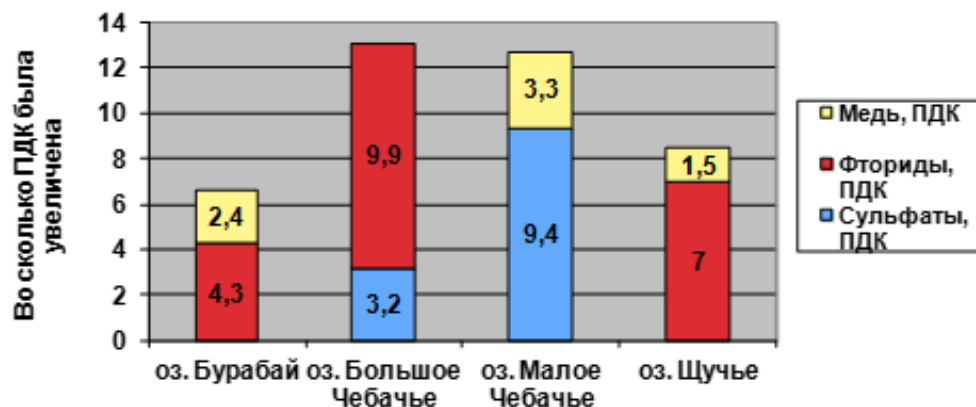


Рисунок 5.8.4 Содержание ПДК сульфатов и меди в воде озер на декабрь 2013 г.

опасными для здоровья человека; они могут вызвать дисфункции сердечно-сосудистой системы, мочевого пузыря, желче-каменную болезнь, потерю зубов, неблагоприятное воздействие на кости и нервную систему. Чтобы изменить эту негативную ситуацию, необходимо пересмотреть степень туристской деятельности в регионе, а также обеспечить рациональное использование водных ресурсов этих озер в различных секторах экономики, включая сельское хозяйство и бытовое водоснабжение и водоотведение.

## 5.9 Современное состояние рыбохозяйственных водоемов Республики Казахстан

Сауле Асылбекова, Куаныш Исбеков, Гульмира Шалгимбаева

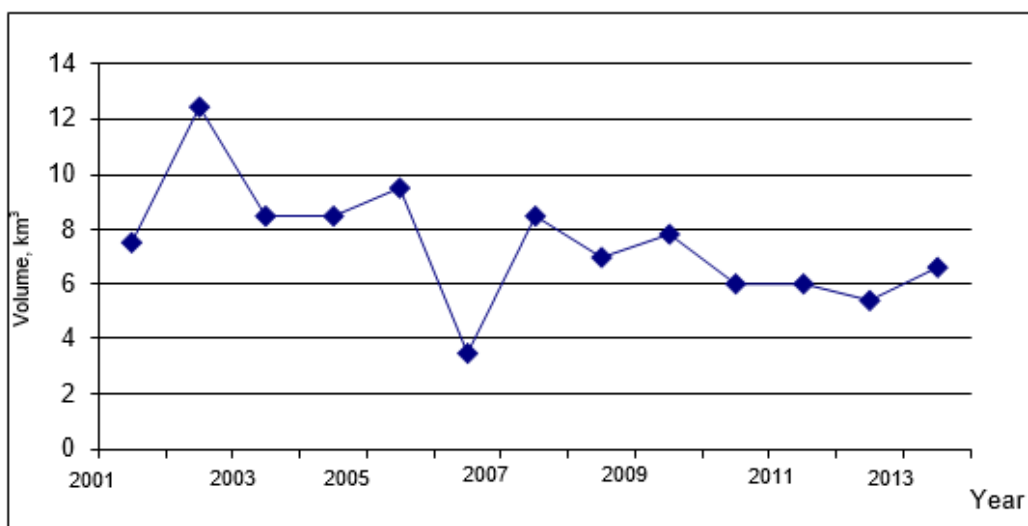
Email: [assylbekova@mail.ru](mailto:assylbekova@mail.ru)

### Введение

Все главные водные бассейны Республики Казахстан: Урало-Каспийский, Арало-Сырдарьинский, Балхаш-Алакольский и Зайсан-Иртышский являются трансграничными. В этих водных бассейнах

формируется почти все ресурсы речного стока Казахстана, составляющие по современным оценкам 56,5 км<sup>3</sup> сюда же поступает речной сток из сопредельных государств в объеме около 44,0 км<sup>3</sup> в год. Они же являются и основными рыбохозяйственными водоемами страны, на которых добывается около 97 % всей вылавливаемой в республике рыбы. Водные ресурсы, как правило, используются комплексно всеми отраслями народного хозяйства. Под воздействием антропогенных факторов в рыбохозяйственных водоемах происходят изменения качественного и количественного состава ихтиофауны (Исбеков и Альпеисов 2014). В частности, увеличивается ихтиомасса отдельных, как правило, малоценных видов рыб (карась, плотва) на фоне резкого сокращения ценных видов (осетровых, карповых и др.). В ряде водоемов нарушается баланс между хищными и мирными видами. Эти негативные явления ведут к возрастанию пищевой конкуренции, снижению темпа роста рыб, увеличению заболеваемости и, как следствие этого, к значительному росту естественной смертности рыб.

### Изменения в структуре сообществ рыб



**Рисунок 5.9.1 Максимальный уровень воды, зафиксированный на реке Урал за последние 7 лет**

В результате повторного расположения рыбных запасов и модификаций речных сооружений (например плотина) на реках в Балхаш-Илийском бассейне некоторые аборигенные виды (например, *Schizothorax*, *Perca schrenkii*) стали редкими и занесены в Красную Книгу РК (включая виды, находящиеся под угрозой исчезновения и/или находящиеся на грани вымирания), наряд с другими исчезающими видами (гольцы, османы) вытеснены в придаточную систему Балхаш-Илийского бассейна (Исбеков и Тимирханов 2008). В Каспийском и Аральском морях крайне редкими стали каспийский и аральский лососи, белорыбца и др., а в Зайсан-Иртышском бассейне – таймень, белорыбца, осетровые.

Продолжается проникновение чужеродных видов рыб с трансграничным стоком рек. В последнее десятилетие с территории КНР в Балхаш-Алакольский бассейн проникли 5 новых видов рыб, которые наращивают свою численность быстрыми темпами и могут привести к дестабилизации устоявшейся экосистемы (Асылбекова и др. 2002).

#### Влияние изменений на качество воды

Мониторинг за состоянием популяции трансграничных и др. видов рыб свидетельствует о негативных изменениях во многих рыбопромысловых бассейнах. В последние годы гидрологический режим Урало-Каспийского бассейна находится под



**Рисунок 5.9.2 Среднегодовые изменения уровня воды Бухтарминского водохранилища (в том числе озера Зайсан) 2002-2012 (м)**

воздействием резкого изменения природных факторов. От водности реки Урал в прямой зависимости находится эффективность размножения осетровых видов рыб. Годовой объем водного стока реки Урал не постоянный и колеблется по годам от 12 до 5 км<sup>3</sup>. Рисунок 5.9.1 демонстрирует, что максимальный уровень воды в р.Урал за последние 7 лет.

Продолжительность паводка ежегодно сокращалась в сторону уменьшения от 90 суток до 28 суток. Если учесть, что нерест карповых рыб продолжается при температуре воды до 25°C, то к этому времени уровень воды падает в реке и береговые нерестилища оголяются и не могут быть продуктивными. Не поступление воды с верхней зоны реки Урал в нижнюю зону не обеспечивает условия нереста рыб с поздним икрометанием и маловодность водного стока, обусловила сокращение нерестового фонда осетровых рыб р.Урал (КазНИИРХ, 2014). В Зайсан-Иртышском бассейне наиболее продуктивные и значимые для рыбного хозяйства водоемы – Бухтарминское водохранилище и озеро Зайсан. В связи с действием двух факторов – изменения естественной водности бассейна в результате

отъеме 1 км<sup>3</sup> рыбное хозяйство несет существенные потери, отъем 3 км<sup>3</sup> будет иметь катастрофические последствия для биоценозов, Бухтарминское водохранилище разделится на два отдельных водоема, нерестилищ для рыб практически не останется (Куликов, 2010).

Размах колебаний уровня воды в Бухтарминском водохранилище и озере Зайсан в многоводный, средний по водности и маловодный годы составляет 5 метров. В последние годы сток Черного Иртыша сокращается, при среднемноголетнем стоке 9 км<sup>3</sup> фактически поступает 4-6 км<sup>3</sup> воды. Запасы воды в водохранилищах Верхне-Иртышского каскада таковы, что позволяют частично компенсировать потери воды на территории КНР. На рисунке 5.9.2 показана динамика водности 2002-2012 гг. (в мБС). Заметны маловодные периоды – 2008-2009 гг., 2012 г. Причем повторяемость маловодных лет увеличивается. Такие маловодные периоды наблюдались в 1983-84, 1992, 1999-2000, 2008-09, 2012 годы.

Естественный цикл водности всегда, даже в первые годы зарегулирования Иртыша плотинами ГЭС, играл важную роль в

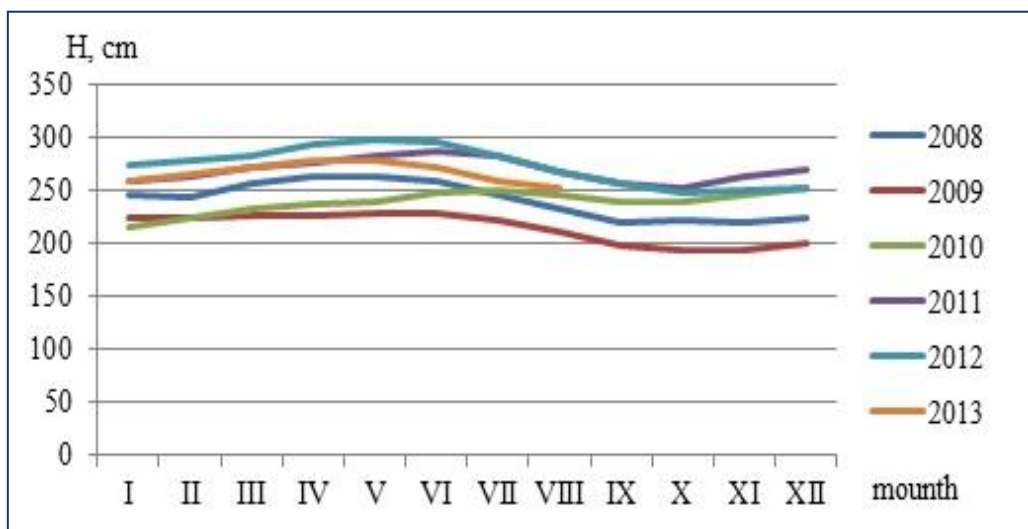


Рисунок 5.9.3 Изменения уровня воды озера Балхаш в течение последних лет 2008-2013 (см)

глобального потепления и увеличения забора воды на территории КНР – актуальными являются вопросы адаптации рыбного хозяйства к снижению водности. В маловодный год отъем 1 км<sup>3</sup> воды приводит к уменьшению уровня на 32 см, площади на 170 км<sup>2</sup>, в таких границах нерестилищ уже почти нет. Отъем 3 км<sup>3</sup> – водохранилище перестает существовать, разбивается на два водоема – Зайсан и речную часть. При

обеспечении региона водой. Тем более его роль стала существенной в последние десятилетия и от нехватки воды страдали не только энергетика и сельское хозяйство, но и рыбное хозяйство. Резко, в 2-3 раза, уменьшалась эффективность естественного воспроизводства рыбных запасов, урожайность молоди промысловых рыб. В то же время, на фоне неэффективного управления использованием рыбных запасов

и их охраны, в маловодные годы происходил резкий неконтролируемый рост добычи рыбы. Это происходило из-за концентрации рыбы на уменьшившейся площади и увеличения улова на единицу промыслового усилия (Заркенов, 2011). Ихтиофауна реки Иртыш ниже каскада ГЭС является самой разнообразной с точки зрения разнообразия видов, в том числе локальных и инвазивных видов. Влияние гидрологического режима на ихтиофауну Балхаш-Алакольского бассейна, в случае обычных межгодовых колебаний уровня и температуры воды, проявляется спустя 4-6 лет.

Нормализация уровенного режима в последние годы создали хорошие условия для воспроизводства промысловых рыб. Состояние ихтиофауны и запасов рыб в Капшагайском водохранилище во многом зависит от уровенного режима и промысла. Для некоторых видов рыб (толстолобик, лещ, жерех) отмечены негативные тенденции старения популяции, когда число старше возрастных особей значительно превышает число молодых. В противоположность этому наиболее ценные промысловые рыбы Алакольских озер - сазан и судак подвергаются перелову и сокращают свою численность. Важным итогом исследований, проводимых КазНИИРХ является выделение ростовых форм леща: быстро и медленно растущую. При существующем режиме промысла в первую очередь изымается быстро растущая форма и происходит ее замена на медленно растущую (Данко и Скакун 2008).

Сокращение стока р. Или в оз. Балхаш приведет к значительному увеличению минерализации, как следствие, к существенному сокращению кормовой базы рыб за счет сокращения биомассы видов и форм, предпочитающих пресную или слабоминерализованную воду, а в худшем варианте произойдет расчленение озера на отдельные водоемы. Ухудшение водности также остро отразится на верхнем участке р. Или и Капшагайском водохранилище. Исследованиями установлено, что эффективность размножения рыб во многом зависит от величины от трансграничного стока р. Или.

Изменения во вкладах поверхностного стока как результат глобального потепления и увеличения забора воды в Китае вызывают

серьезную озабоченность в отношении устойчивости рыбных запасов. Особенно тревожно состояние популяции осетровых видов рыб, где отмечается снижение размерно-весовых показателей, нарушение возрастной структуры рыб, сокращение числа самок. Вышеуказанные изменения в большей степени проявились у наиболее многочисленной в Урале осетровой рыбы-севрюги. За последние годы численность мигрирующих на нерест в р. Урал производителей севрюги сократилась на 35 тысяч особей или на 39%. Количество мигрирующих в реку белуг и осетров в последние годы стабилизировалось на невысоком уровне. Несмотря на минимальный вылов шипа в реке, численность этого вида продолжает снижаться. Средняя относительная численность осетровых рыб на восточной акватории Северного Каспия также снижается. (Бокова и др. 2013).

Со строительством Кокаральской плотины значительно увеличились площади опресненной зоны, и расширился ареал аборигенных промысловых видов рыб на Малом Аральском море. Ихтиофауна осваивает для нереста и нагула почти всю акваторию Малого Аральского моря. Сравнительная стабилизация гидрологического режима и, главное, распреснение Малого Аральского моря способствовали достижению промысловой численности ряда ценных видов рыб – сазана, леща, судака, жереха и др (Ермаханов и др., 2013). По данным гидропоста Каратерень, предоставленным Кызылординским областным центром гидрометеорологии, в 2013 г объем речного стока Аральского (Малого) моря за прошедшие семь месяцев составил 2816 (млн. м<sup>3</sup>) и по сравнению с показателями предыдущих годов наблюдается общее снижение годового стока. Это сокращение его объема связано с общим сокращением годового стока в реке Сырдарья, которая впадает в Аральское Малое море в Казахстане (Таблица 5.9.1).

## Вывод

Практически все рыбопромысловые бассейны Казахстана имеют трансграничный характер. Их гидрологический режим и рыбопродуктивность во многом зависят от

сопредельных стран (Российской Федерации, Узбекистана, КНР). В этой связи устойчивое использование трансграничных биоресурсов возможно только при условии согласованных действий приграничных государств, на основе межгосударственных соглашений.

## 5.10 Биологическая индикация и скрининг загрязненных водных систем в Казахстане

**Ануарбек Какабаев**

Email: [anuarka@mail.ru](mailto:anuarka@mail.ru)

### Введение - Общее состояние исследования

Данная статья приводит данные исследования о том, что использование биоиндикаторов позволяет не только расширить зону водного мониторинга, но и позволяет определить степень влияния загрязнения на биоту. Данные были собраны в результате исследований 2013 года, проводившихся на реке Чаглинка (Казахстан), с использованием методологии, изложенной в учебнике Макрушина (1974), обычно называемой биотическим индексом, который разработан английским ученым Ф. Вудивиссом (1964).

### Методология исследования

В настоящее время оценка степени экологической опасности традиционно осуществляется путем определения в окружающей среде отдельных потенциально вредных веществ или воздействий и сравнения полученных результатов с

законодательно установленными для них предельно допустимыми величинами Министерства охраны окружающей среды РК по санитарно-эпидемиологическим требованиям к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов (РК, 2012). Прогноз действия на человека загрязненной воды правомочен, если в оценку токсичности входят не только аналитические методы, но и биологическая диагностика действия среды на животных. Макрушин (1974) утверждает, что биологический анализ качества вод по отношению к органическому загрязнению имеет преимущество по сравнению с обычными химическими методами, так как имеет непосредственную оценку состояния водных экосистем и их отдельных компонентов. Главная идея биомониторинга состоит в том, что водные организмы отражают сложившиеся в водоеме условия среды, и те виды, для которых эти условия не благоприятны, выпадают, заменяясь новыми видами с иными потребностями. Биомониторинг широко используется для классификации рек по бентосным макробеспозвоночным.

Сущность классификации рек Международной организации по стандартизации (ИСО) заключается в сравнении между поведением бентосных макробеспозвоночных в чистых условиях и в наблюдаемой среде. Система ИСО определяет пять классов качества воды на основе анализа структуры и относительного содержания выявленных донных макро беспозвоночных (Таблица 5.10.1).

**Таблица 5.10.1 Биологическая классификация рек**

<b>Классификация качества по бентосным макробеспозвоночным</b>	<b>Характеристика</b>
Высокое	Естественное поведение бентосных макробеспозвоночных
Хорошее	Не пострадавшее биологическое сообщество
Посредственное	Несколько пострадавшее биологическое сообщество
Бедное	Умеренно пострадавшее биологическое сообщество



Плохое	Сильно пострадавшее биологическое сообщество – экстремальная реакция на антропогенное загрязнение.
--------	--

### Применение биоиндикаторов

Биоиндикация загрязнения водоемов – система оценки степени загрязненности водоемов, основанная на учете состояния водных организмов и их сообществ. Также состояние водоема оценивается по функциональным характеристикам биоценозов. Применение биоиндикаторов включает в себя оценку организмов, видовых популяций и сообществ, характеризующимися специфическими особенностями среды обитания, которые могут указывать на конкретные изменения условий окружающей среды. О качестве воды судят по распространенности таких организмов в исследуемом водном объекте (Каплин, 2001).

При выборе биоиндикаторов Ю.Одум (1975) предлагает следующие правила:

- 1) Стенотопные виды, более редкие в сообществах, как правило, являются лучшими индикаторами, нежели эвритопны;
- 2) Более крупные виды являются обычно лучшим индикатором, чем мелкие, так как скорость оборота последних в биоценозах выше, и они могут не попасть в пробу в момент исследований;
- 3) При выделении вида (или группы видов), используемого в качестве индикатора воздействия того или иного фактора, необходимо иметь полевые и экспериментальные сведения о лимитирующих значениях данного фактора с учетом возможных компенсаторных реакций организма и толерантности вида (группы видов);
- 4) Численные отношения разных видов (популяций или сообществ) более показательны и является более надежным индикатором, нежели численность одного вида.

Методы биоиндикации подразделяются на два вида: во-первых, оценка наличия (или отсутствия) конкретных видов биоиндикаторов; во-вторых, уровни специфических загрязняющих веществ биологически накопленных био-

индикаторами. Запись числа или сообщества структуры видов био-индикаторов дает представление о влиянии экологических факторов на состояние вида или популяции по сравнению с не подвергшимся воздействию исходному состоянию. Биоиндикация по аккумуляции использует свойство растений и животных накапливать те или иные химические вещества (например, содержание свинца в печени рыб, находящихся на конце пищевой цепочки, может достигать 100-300 ПДК). Предельно допустимые концентрации вредных веществ – такие концентрации, которые в течение определенного времени воздействия не влияют на здоровье человека, на компоненты экосистемы и природные сообщества в целом. В ходе исследования на реке Чаглинка, Казахстан ПДК измерялись в мг/дм<sup>3</sup>.

Регистрирующие индикаторы реагируют на изменения состояния окружающей среды, к примеру изменением численности, фенооблика, повреждением тканей, соматическими проявлениями, изменением скорости роста. Накапливающие индикаторы концентрируют загрязняющие вещества в своих тканях, определенных органах и частях тела. Сравнение концентраций загрязнителя в исследуемом виде, учитывающее значение ПДК, затем используется в определении степени загрязнения окружающей среды.

### Лабораторные или полевые исследования?

Тем не менее, исследование, которое использует живые организмы *in situ* имеет ряд недостатков по сравнению с лабораторными методами, например проведение исследований в строго контролируемых условиях. Например, полевые исследования не позволяют определять специфические загрязнители, непосредственно реагирующие на весь комплекс веществ. Физико-химические методы напротив определяют количественные и качественные характеристики поллютантов (например, их присутствие и концентрация), но лишь косвенно позволяют судить при решении вопроса о их биологических воздействиях в реальном контексте жизни.

В водоемах с наиболее «чистой» водой, содержащей низкие концентрации биогенных и органических веществ, количество видов гидробионтов и их обилие обычно ниже, чем в тех водоемах, где органические вещества, соединения азота и фосфора присутствуют в умеренных концентрациях. Для многих водных организмов, обитающих в мезо- и эвтрофных водах, умеренный уровень загрязнения является нормальным состоянием среды обитания. Другая часть видов, обитающих в узких пределах условий окружающей среды, не выдерживает даже небольшого загрязнения и исчезает – такие виды являются хорошими индикаторами низких уровней загрязнения. Виды, которые могут быть найдены в пределах ограниченного ряда условий окружающей среды и не могут выдержать даже небольшое увеличение уровня концентрации некоторых загрязняющих веществ являются хорошими индикаторами низких уровней загрязнения (Чибилев, 1998)

#### Характеристики состояния загрязнения водоема

Одной из важнейших характеристик состояния водоема является уровень его сапробности. Термин сапробность связан с физиолого-биохимическими свойствами

организма (сапробионта), которые обуславливают его способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ, поступающих в водоем.

Выделены следующие зоны сапробности Долговым, Никитинским (1927). (Таблица 5.10.2).

*Олигосапробные зоны* – чистые воды: в зонах присутствуют соединения азота в форме нитратов; вода насыщена кислородом; мало углекислого газа; сероводорода нет. Олигосапробные воды представлены многими золотистыми и динофитовыми водорослями. Цветения не бывает.

*Бета-мезосапробные зоны* содержат азот в виде аммонийных соединений, нитратов и нитритов; кислорода много, нередко наблюдается перенасыщение кислородом. Ил желтый, идут окислительные процессы, много детрита.

*Альфа-мезосапробные зоны* характеризуются энергичным самоочищением, характер биохимических процессов восстановительно-окислительный, присутствует сероводород. Встречаются сине-зеленые, диатомовые, и зеленые водоросли. Ил серого цвета. Содержатся организмы, приспособленные к недостатку кислорода.

#### 5.10.2 Оценка качества воды по сапробности (Долгов, Никитинский, 1927)

Степень сапробности	Состояние водоема	Класс качества воды	Аммонийный азот, мг/дм <sup>3</sup>	Азот нитратов, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Кислород	БПК, мг/дм <sup>3</sup>	Социальный индекс (клеток на см <sup>3</sup> )
Олигосапробная зона	Чистое	1-2	<<0,04	<0,03	<0,05	90-100	0-3,3	<50
Бетамезосапробная зона	Умеренно загрязненное	3	0,04-0,08	0,03-0,05	0,05-0,07	80-90	3,3-5	50-100
Альфамезосапробная зона	Загрязненное	4	0,08-1,5	0,05-1,0	0,07-0,1	50-80	5-7,7	100-1000
Полисапробная зона	Грязное, очень грязное	5-6	1,5-5,0	1,0-8,0	0,1-0,3	5-50	7,7-10	1000-20000

*Полисапробные зоны* – характеризуются низким содержанием кислорода. В этих водах интенсивно протекают процессы разложения

органического вещества с образованием сернистого железа в донных осадках и сероводорода.

От олигосапробной к полисапробной зоне ухудшаются многие важные для водных обитателей показатели: уменьшается содержание растворенного в воде кислорода, необходимого для дыхания гидробионтов, нитраты превращаются в более токсичные нитриты и аммонийные соединения. сульфаты переходят в сульфиты и далее в сульфиды вплоть до образования сероводорода.

Для гидробиологического анализа могут быть использованы все группы организмов: планктонные и бентосные. каждая группа организмов качестве биологического индикатора имеет свои преимущества и недостатки, которые определяют границы ее исследования при решении задач биоиндикации. Организмы зоопланктона служат показателями состояния водной экосистемы и используются для биоиндикации и мониторинга качества воды. Обзор нескольких методов биоиндикации дан в таблице 5.10.3:

**Таблица 5.10.3 Характеристика биологических методов оценки загрязнения вод**

Наименование	Преимущества	Недостатки
Биотический индекс Вудивисса	Учитывает частую последовательность исчезновения групп индикаторных организмов по мере увеличения загрязнения	Не подходит для озер и прудов
Индекс Гуднайта-Уотлея	Используется для определения загрязнения водоема органическими веществами	Используются для анализа только материалы дночерпательных проб.
Индекс Шеннона	Придает большой вес редким видам.	Невозможно включить в выборку все виды реального сообщества.
Индекс Майера	Подходит для любых типов водоемов.	Точность метода невысока.

## Метод Вудивисса

Один из наиболее надежных и широко используемых в мире методов биологической оценки качества воды является биологический индекс Вудивисса (Патин, 1981). Индекс Вудивисса учитывает сразу два параметра бентосного сообщества: общее разнообразие беспозвоночных и наличие в водоеме организмов, принадлежащих к «индикаторным группам». Эти группы объединены животные, характеризующиеся определенной степенью сапробности. Для оценки состояния водоема методу Вудивисса необходимо:

1. Определить, какие индикаторы группы имеются в исследуемом водоеме. Этот процесс начинают с исследования более чувствительных к загрязнению веснянок (Plecoptera), поденок (Ephemeroptera), ручейников (Trichoptera) и т.д. Если в исследуемом водоеме имеются нимфы веснянок (Plecoptera) – самые «чуткие» организмы (см. рис. 5.10.1), то дальнейшая работа ведется по первой или второй строке таблицы 5.10.4. По первой строке таблицы – если найдено несколько видов веснянок, и по второй – если найден только один.
2. Если нимф веснянок в пробах нет, то определяем ищем нимфы поденок (*Ephemeroptera spp.*) – это следующая по чувствительности индикаторная группа. Если они найдены, работаем с третьей или четвертой строкой таблицы 5.10.4. При отсутствии нимф поденок обращаем внимание на наличие личинок ручейников (Trichoptera) и т.д.
3. Оценить общее разнообразие бентосных организмов. Данная методика не требует определить всех пойманных животных с точностью до вида. Достаточно определить количество обнаруженных в пробах бентосных организмов. Например, для каждой группы принят общий уровень классификации наличие или отсутствие плоских червей; малощетинковые черви; любой вид моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей; любой вид веснянок, сетчатокрылых, жуков; любой род поденок кроме *Baetis rhodani*, каждый известный вид личинок других летающих насекомых и т.д.
4. На перекрестке столбца и строки в таблице находим значение индекса

Вудивисса, характеризующее исследуемый водоем (Таблица 5.10.4).

Если водоем получает от 0 до 2 баллов – он сильно загрязнен, относится к полисапробной зоне, водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии. Оценка 3-5 баллов говорит о средней степени загрязненности (альфа-мезосапробный). Оценка 6-7 баллов – о незначительном загрязнении водоема (бета-мезосапробный).

Чистые (олигосапробные) реки обычно получают оценку 8-10 баллов.

#### 5.10.4 Биотический индекс Вудивисса

Наличие видов-индикаторов	Кол-во видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0	2	6	1	1	20
		-1	-5	-10	1-5	1-2	6-20+
Нимфы веснянок (Plecoptera)	Более 1	-	7	8	9	10	11+
	1 вид	-	6	7	8	9	10+
Нимфы поденок (Ephemeroptera)	Более 1	-	6	7	8	9	10+
	1 вид	-	5	6	7	8	9+
Личинки ручейников (Trichoptera)	Более 1	-	5	6	7	8	9+
	1 вид	4	4	5	6	7	8+
Бокоплавцы		3	4	5	6	7	8+
Водяной ослик		2	3	4	5	6	7+
Олигохеты или личинки звонцов		1	2	3	4	5	6+
Отсутствуют все названные группы		0	1	2	-	-	-

#### Исследования реки Чаглинка

Во время исследования среднего течения реки Чаглинка в сентябре 2013 г. метод Вудивисса применили к 3 пробам воды. В пробе 1 были обнаружены представители чуткой к загрязнению индикаторной группы – нимфы поденок. Следовательно, нужно работать с третьей строкой таблицы 5.10.4. Среди донных организмов наблюдались представители десяти различных групп. Мы должны выбрать колонку "Общее количество групп 6-10" На пересечении этой колонны и третьего ряда мы находим индекс -7 баллов, то есть имеется небольшое загрязнение получаемой воды. Полученные данные дают идею об уровне загрязнения реки Чаглинка, на основании которых можно сделать вывод, о необходимости мероприятий по очистке вод.

#### Вывод

Экологическая оценка предполагает долгосрочный мониторинг водоема, который позволяет получить ряд наблюдений, необходимых для обработки статистической информации. Эта работа требует много времени и усилий. Тем не менее, трудно переоценить преимущества метода Вудивисса для небольшой оценки качества речной воды на организм. Метод Вудивисса достаточно универсален и прост. Она не требует громоздких математических вычислений. Результаты исследования состояния реки Чаглинка, используя метод биоиндикации, показали, что качество воды может определяться видовым разнообразием водных беспозвоночных. Качество воды в водоемах зависит от уровня антропогенной нагрузки на них. Качество воды и устойчивость природных экосистем сокращается в районах, наиболее пострадавших от деятельности человека.

#### 5.11 Интегрированное управление водными ресурсами на ирригационных системах Казахстана

Рахим Бекбаев, Ермеккуль Жапаркулова  
E-mail: [bekbayev\\_55@mail.ru](mailto:bekbayev_55@mail.ru)

#### Введение

Важнейшим элементом агропромышленного комплекса Казахстана является орошаемое

земледелие. Устойчивость его функционирования и дальнейшего развития зависит преимущественно от наличия водных ресурсов, основной объем которых формируется и используется в сопредельных государствах. В большинстве случаев объемы использования воды на орошение превосходили пределы допустимого уровня их изъятия из источников орошения. Это привело к деградации речных бассейнов особенно в низовьях рек: Сырдарьи, Шу, Таласа, Или и т.д. Следовательно, в сложившиеся ситуации на ирригационных системах, повышения их водообеспеченности можно достичь путем разработки методов интегрированного управления водными ресурсами. При разработке методов интегрированного управления водными ресурсами необходимо учитывать почвенно-климатическое условие ирригационных систем, эколого-мелиоративное состояние орошаемых почв, техническое состояние каналов и коллекторно-дренажной сети различного порядка, технологии и режима полива сельскохозяйственных культур, качество водных ресурсов (поверхностных, грунтовых, коллекторно-дренажных) и т.д.

### Поверхностные водные ресурсы

Данный раздел направлен на ознакомление и обучение студентов, магистрантов и докторантов сложившимися на ирригационных системах Казахстана эколого-мелиоративными ситуациями и методами рационального использования водно-земельными ресурсами, обеспечивающие снижения затраты воды на единицу массы урожая сельскохозяйственных культур и повышение экологической устойчивости в речных бассейнах. Территория Казахстана характеризуется исключительным разнообразием природных условий и расположена на лесостепной, степной, сухостепной и пустынной зонах. На этих природных зонах формируются основные - степные и пустынные и переходные - лесостепные, сухостепные зональные экосистемы.

В настоящее время в Казахстане имеет место рост дефицита водных ресурсов. Это подтверждается сравнительным анализом естественных и бытовых стоков рек.

Естественный сток - это годовой объем воды в реке, формирующиеся при минимальных антропогенных воздействиях. Бытовой сток – это фактический годовой объем речной воды, за исключением водозаборов для сельскохозяйственных и промышленных целей. Поэтому, в Казахстане объемы водозабора для бытовых нужд были очень низкими (до 1960 г.), естественные и бытовые стоки были равными.

С ростом объемов водозабора на орошение и промышленных целей, показатели бытового стока начал резко снижаться. С этого момента объемы естественного стока начали устанавливать расчетными методами. Разница между естественным и бытовым стоком позволяет установить объемы стока конкретных рек.

В настоящее время естественные стоки всех крупных рек Казахстана, из-за человеческой деятельности нарушены. Например, по данным Казгипроводхоза (2010), средний объем бытового и естественного стока основных рек Казахстана за период 1935-2008 гг составил соответственно 80,67 и 91,37 км<sup>3</sup>/год (таблица 5.11.1). Таким образом, в среднем за период 1935-2008 годы, снижение расхода крупнейших рек в Казахстане, за счет внутренней экономической активности составила 10,7 км<sup>3</sup>.

В настоящее время, общие водные ресурсы рек, в бассейне которых размещены ирригационные системы, в средней по водности год составляют 100,668 км<sup>3</sup> (Казгипроводхоз, 2010) (таблица 5.11.2).

На рисунке 5.11.1 приведены речные бассейны Казахстана: Урало-Каспийский; Тобол-Тургайский; Ишимский; Иртышский; Нура-Сарысуский; Арало-Сырдарьинский; Шу-Таласский и Балхаш-Алакольский.

В Казахстане, в конце 1980-х годов прошлого века, общий объем водозабора для нужд сельское хозяйство, промышленность и коммунально-бытовое хозяйство составляло 30-35 км<sup>3</sup>/год. Максимальный ежегодный объем воды, используемый на орошение составлял 20-25 км<sup>3</sup>/год.

Таблица 5.11.1 Средний объем естественного и бытового стока основных рек РК за период 1935-2008 гг., км<sup>3</sup>/год

Река	Пост	Сток		Снижение стока
		естественный	бытовой	
Сырдарья	НБ Шардаринского водохранилища	23,75	19,37	4,38
Иле	Капшагай	14,97	14,15	0,82
Каратал	с.Караталский	2,84	2,84	0,00
Есиль	г. Петропавловск	2,10	1,82	0,28
Жайык	с. Кушум	11,14	9,53	1,61
Ертис	с. Семиарское	30,31	28,61	1,70
Нура	с. Романовское	0,58	0,61	-0,03
Сарысу	ж.д.станция Кызыл-Жар	0,15	0,12	0,03
Тобол	г.Костанай	0,52	0,41	0,11
Тургай	пески Тусум	0,32	0,32	0,00
Шу	п.Тасоткел	3,47	2,08	1,39
Талас	с.Гродеково	1,25	0,83	0,42
<b>Итого</b>		<b>91,37</b>	<b>80,67</b>	<b>10,70</b>

Таблица 5.11.2 Среднегодовое количество водных ресурсов Казахстана, км<sup>3</sup>

№	Речные бассейны	Сток рек формирующийся за пределами Казахстана	Сток, формирующийся на территориях Казахстана	Итого
1	Арал-Сырдария	14,630	3,360	17,990
2	Балхаш-Алаколь	12,247	15,434	27,681
3	Иртыш	7,780	25,920	33,700
4	Ишим	-	2,588	2,588
5	Урал-Каспий	7,108	4,130	11,238
6	Нура-Сарысу	0	1,366	1,366
7	Тобол-Тургай	0	1,869	1,869
8	Шу-Талас	2,590	1,646	4,236
	<b>Итого</b>	<b>44,355</b>	<b>56,313</b>	<b>100,668</b>

Рисунок 5.11.1 Речные бассейны Казахстана (Казгипроводхоз, 2010)



Начиная с 2000 года, водозабор на орошение стабилизировался на уровне 12 м<sup>3</sup>/год. Орошаемые земли Южного Казахстана расположены на территории Арало-Сырдаринского, Балхаш-Алакольского, Шу-Талаского бассейновых водохозяйственных комплексах. По данным Института географии в настоящее время, ресурсы речного стока этих бассейнов в среднем по водности году составляют 49,9 км<sup>3</sup>/год (Достай, 2009).

Водные ресурсы Южного Казахстана характеризуются замкнутостью гидрографической сети в трех природных впадинах – Каспийской, Аральской и Балхашской. Бассейн Балхаша с реками Каратал, Аягуз, Лепсы, Аксу, Тентек, Или и их притоками, охватывает всю Алматинскую область. По природным и экономическим условиям бассейн Балхаша подразделен на два водохозяйственных района: реки Или, Каратал, Аксу, Лепсы, Тентек. Бассейн Аральского моря охватывает Жамбылскую, Южно-Казахстанскую и Кызылординскую области и включает реки Шу, Талас-Аса, Сарысу и Сырдарию с притоками Арыс, Келес, Чирчик и др. Поверхностный сток р. Шу на границе с Кыргызстаном составляет от 1,5 до 4 км<sup>3</sup> и в среднем составляет около 2,5 км<sup>3</sup>. В Казахстанской части бассейна р.Сырдарии, основной объем воды используется на орошение сельскохозяйственных культур.

### Ирригационные системы

В начале 1990-х годов, площадь орошаемых земель составило 2,36 млн.га и в сельскохозяйственном производстве Казахстана играло ведущую роль. Это подтверждается тем, что с составляющих 5 % пашни получено более 30% всей продукции земледелия в стоимостном выражении. Тем не менее, начиная с 1991 года, из-за экономического кризиса площадь орошаемых земель сократились около 1 млн.га и на 2010 год - составляет 1,3946 млн.га (таблица 5.11.3). В настоящее время, более 90% площадей орошаемых земель расположены на территории южных областей: Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской, Кызылординской. Наибольшие площади орошаемых земель расположены в бассейне р. Сырдарьи.

Таблица 5.11.3 - Динамика площадей орошаемых земель Казахстана

Наименование областей	Площадь орошаемых земель, тыс.га			
	1991	2000	2005	2010
Акмолинская	45,2	30,3	4,30	18,8
Актюбинская	44,9	10,4	10,20	10,0
Алматинская	668,7	433,8	414,3	447,6
Атырауская	44,3	2,1	3,80	2,1
Восточно-Казахстанская	223,5	76,7	33,60	66,7
Жамбылская	249,3	216,2	163,10	205,9
Западно-Казахстанская	66,7	17,8	6,60	11,2
Карагандинская	96,6	30,9	11,40	53,2
Кызылординская	286,0	124,0	132,9	143,1
Костанайская	39,8	18,2	4,80	9,2
Мангистауская	1,7	0,7	0,20	0,5
Павлодарский	81,6	20,0	9,40	23,7
Северо-Казахстанская	35,4	13,6	2,90	7,6
Южно-Казахстанская	495,8	376,3	398,2	395,0
<b>Итого</b>	<b>2379,5</b>	<b>1371,3</b>	<b>1195,7</b>	<b>1394,6</b>

На ирригационных системах расположенные в среднем течении р. Сырдарьи (Южно-Казахстанская область) в основном возделываются хлопчатник, овощи и бахчевые культуры. На ирригационных системах нижнего течения реки Сырдарьи (Кызылординская область), в основном выращиваются рис, бахчевые и кормовые культуры (рисунок 5.11.2 а и б).

Рисунок 5.11.2 а и б – а) Затопление водой, б) рост и развитие риса (Сырдаринский район Кызылординской области, 2012 г; Фотография Е. Жапаркуловой)





**Рисунок 5.11.3 – Рост и развитие озимой пшеницы и овощей (перец) в бассейне Аса-Талас (2013; Фотография Р. Бекбаева)**



Площадь возделывания риса в Кызылординской области изменяется в пределах 71,4-77,4 тыс.га, а в Алматинской области – 11-13,2 тыс.га. Оросительная норма риса составляет 20,0-25,0 тыс. м<sup>3</sup>/га. Рисовые культуры выращиваются в основном на засоленных и склонных к засолению землях. Большой объем воды для орошения риса обеспечивает рассоления засоленных почв. В настоящее время урожайность риса изменяется в пределах 4,29-4,78 т/га (таблица 5.11.4).



**Таблица 5.11.4 Посевные площади и урожайность риса в Кызылординской области**

Годы	Площадь возделывания риса, га	Урожайность, т/га	Валовый урожай, тонна
2009	71421	4,29	306396,1
2010	77459	4,71	364831,9
2011	77385	4,78	369900,3
2012	75427	4,77	359786,8

В настоящее время, по сравнению с 1980-ми годами, урожайность сельскохозяйственных культур снизилась на 25-50%. Причиной этого является снижения технического уровня ирригационных каналов и гидротехнических сооружений. Другими факторами, оказывающие влияние на урожайность сельскохозяйственных культур является ухудшение экологического состояния орошаемых земель, рост дефицита и ухудшение качества водных ресурсов, не соблюдения режима и технологий орошения, внесение минеральных удобрений в недостаточном количестве, несвоевременное проведения агротехнических работ.

В бассейне рек Аса-Талас и Шу (Жамбылская область) и Или (Алматинская область) в основном возделываются озимая пшеница, сахарная свекла, люцерна, кукуруза на зерно, овощи и бахчевые культуры (рисунок 5.11.3). Например, в 1980-х годов в бассейне рек Шу-Талас, основной сельскохозяйственной культурой был сахарная свекла. В те годы, показатель урожайности сахарной свеклы была в пределах 35,0-40,0 т / га. Однако, в настоящее время урожайность сахарной свеклы не превышает 13,0-20,5 т / га.

К факторам ухудшения экологического состояния орошаемых земель относятся засоление, осолонцевание и ощелачивание почв (Бекбаев, Жапаркулова, 2013). В настоящее время, около 50% орошаемых земель имеет высокую степень засоления, а около 30% - солонцеватость и щелочность (рисунок 5.11.4).



**Рисунок 5.11.4 – Засоленные и солонцеватые почвы (Махтаарал, 2009; Фотограф Р. Бекбаев)**



Использование засоленных и солонцеватых почв в сельском хозяйстве (с и без орошения) приводит к снижению уровня производства продукции растениеводства и использования водных ресурсов (Вышпольский и др., 2010). Поэтому использования засоленных земель требует рассоления почв путем промывки. Повышения плодородия солонцовых и солонцеватых почв достигается путем химической мелиорации с использованием фосфогипса (рисунок 5.11.5).

**Рисунок 5.11.5 – Промывка и химическая мелиорация засоленных почв (Фотограф Р. Бекбаев)**



### **Технология полива сельскохозяйственных культур**

При повышении эффективности орошаемого земледелия и соответственно оросительной воды, большая роль отводится к технологиям полива сельскохозяйственных культур. Успехи реализации водосберегающих технологий и технических средств полива существенно зависят от конструкции и технической оснащённости оросительной сети. В производственных условиях, широко применяются поливы по проточным глубоким (1) и среднеглубоким (2) бороздам постоянной и переменной (3) поливной струей (рис 5.11.6).

**Рисунок 5.11.6 – Полив сахарной свеклы и хлопчатника по бороздам (2010; Фотограф Р. Бекбаев)**



В настоящее время в производственных условиях длина борозды изменяется от 50 до 500 м, а в некоторых случаях до 1000 м. Увеличение длины поливной борозды достигается путем их мульчирования полиэтиленовыми пленками (рисунок 5.11.7). Продолжительность полива зависит от механического состава и химических свойств почв и меняется от 1-2 часов до 2-3 суток. При дождевании или капельном орошении целесообразно применять преимущественно оросительную сеть закрытого типа и централизованно создавать напоры в трубопроводах, обеспечивающих работу дождевальных машин и систем капельного орошения (рисунок 5.11.8).

**Рисунок 5.11.7 – Мульчирование поливной борозды при выращивании ранней капусты и арбуза (Махтааральский ирригационный система, 2013; Фотограф Р. Бекбаев)**



**Рисунок 5.11.8 – Капельное орошение лука (бассейн р.Аса-Талас, 2012; Фотограф У. Бекбаев)**





На крупных ирригационных системах (>20 тыс. га) зачастую используют несколько способов полива (поверхностный, дождевание или капельное орошение). В таких случаях, как правило, применяют комбинированные оросительные сети (сочетание открытых каналов и закрытых трубопроводов), что улучшает технологию транспортировки воды от источников орошения до растений. По этой причине техническое переустройство ирригационных систем должно обеспечивать идентификацию дождевальных машин (рисунки 5.11.9), поливных агрегатов, систем капельного орошения. Результаты многолетних экспериментальных данных показывают, что при поливах по бороздам и полосам, потери оросительных вод в каналах при транспортировке и орошении на поле достигает до 60-70% от водозабора. Однако это по-прежнему наиболее перспективной технологией орошения сельскохозяйственных культур является полив по бороздам. Используя недорогую технологию - полива через борозду, объемы непроизводительных потерь можно снизить до 30-35%.

**Рисунок 5.11.9 – Полив кормовых культур дождеванием (бассейн р. Аса-Талас, 2012; Фотограф Р. Бекбаев)**



Применение капельного орошения позволяет достичь еще более высокого сокращения затраты воды на единицу массы сельхозпродукции. Однако требует на покупку, строительства и эксплуатацию капельного орошения требует затраты в пределах 8000-10000 долларов США на 1 га.

Выбор приоритетных конструкций оросительной сети, технологии и технических средств поверхностного полива, дождевания и капельного орошения целесообразно проводить на основе определения размеров сокращения технологических потерь поливной воды в оросительной сети и на полях орошения, вымыва солей и питательных элементов из почвы, питания грунтовых вод и их использования на субиригацию, орошение, повышения водообеспеченности орошаемых земель за счет совершенствования технологии и технических средств ирригации.

### **Коллекторно-дренажная сеть и объемы водоотведения**

Одним из наиболее эффективных и надежных способов увеличения глубины залегания грунтовых вод является повышения степени дренированности орошаемых земель. Для этого на орошаемых землях строятся коллекторно-дренажная система, состоящая из открытых или закрытых дренажа и коллектора. Снижения уровня залегания грунтовых вод достигается путем отвода коллекторно-дренажных вод за пределы ирригационных систем открытыми коллекторами. Коллектора строятся в виде открытых каналов глубиной 3,5-5 м. Например, коллекторно-дренажная сеть Махтааральского массива орошения состоять из ряда открытых коллекторов, в

виде открытых каналов в земляном русле. При этом основными коллекторами отводящими грунтовые воды является: Восточный; Северный; Тугайный; Западный, которые сбрасывает коллекторно-дренажные воды в Шардаринское водохранилище ( ). Открытые коллектора Жетисайский, Д-3, Сардоба, Арнасайский, Кызылкумский и Центрально-Голодностепский коллектор (ЦГК), грунтовые воды сбрасывает в Арнасайскую впадину (рисунок 5.11.10). Основные объемы грунтовых вод отведенных коллекторами Южного Казахстана приведены в таблице 5.11.5.

**Рисунок 5.11.10 – Арнасайский и Центрально-Голодностепский коллектора (Фотограф Е. Жапаркулова)**



В условиях Южного Казахстана, коллекторно-дренажная система имеет особо важное значение. До середины 1990-х годов, уровень залегания грунтовых вод ниже критической глубины поддерживался с помощью горизонтального и вертикального дренажа (СВД) (рисунок 5.11.11). Это предотвратил засоление почв путем отвода грунтовых вод за пределы ирригационных систем. При этом коллекторно-дренажные воды в основном сбрасывался на источники орошения, что привел к росту их минерализации. Таким образом Основной

функцией СВД была регулирование водно-солевого режима орошаемых земель, а существующих систем открытых горизонтальных КДС – отвод грунтовых вод.

**Рисунок 5.11.11 – Открытый коллектор Д-3 и скважина вертикального дренажа СВД -18 (Махтааральский ирригационный система, 2013; Фотограф: Р. Бекбаев)**



### **Дренажно-сбросные воды – дополнительный источник орошения**

Анализ формирования дренажного стока показывает, что объемы коллекторно-дренажных вод зависят от (1) технического состояния ирригационных систем, (2) работоспособности дренажа, (3) норм орошения и культуры земледелия (таблица 5.11.6).

При этом коллекторно-дренажная вода, поступающая из Сырдарьи повышает ее минерализацию и ухудшает качество оросительных вод. Поэтому необходимо изучение и проведение оценки качества и минерализации коллекторно-дренажных вод. Пригодность воды на орошение сельскохозяйственных культур оценивается по следующим показателям: (1) опасности засоления почв; (2) опасности осолонцевания почв; (3) токсичности отдельных ионов.

Таблица 5.11.5 Объемы коллекторно-дренажных вод отведенных за пределы ирригационных систем основными коллекторами Махтааральского массива (2012 г)

Единица измерения	По Южному Казахстану	Кызылординская область	Южно-Казахстанская область			Жамбылская область		Алматинская область
			по области	Махтаарал	Шардары	Аса-Талас	Шу	
км <sup>3</sup>	1293,76	266,5	829,4	219,3	457,6	-	12,36	185,5
% от общего объема	100	20,6	64,1	17,0	35,4		1,0	14,3

Таблица 5.11.6 Объем дренажно-сбросных вод по районам области (ЮКГГМЭ)

№ п/п	Наименование районов	Дренажно-сбросной сток, млн.м <sup>3</sup>		
		2009	2010	2011
1	Арысский	5,64	4,76	-
2	Байдыбекский	6,42	6,75	6,43
3	Казыгуртский	19,02	44,79	41,44
4	Мақтааральский	235,4	169,51	208,1
5	Ордабасинский	3,69	16,09	20,34
6	Отырарский	2,2	5,93	1,5
7	Сайрамский	22,0	19,7	21,4
8	Сарыагашский	58,98	105,87	84,92
9	Сузакский	1,92	1,30	1,1
10	Толедийский	0,4	0,52	1,98
11	Туркестанский	38,69	45,37	34,94
12	Тюлькубасский	1,4	0,7	0,63
13	Шардаринский	266,79	112,60	269,81
14	Земли г.Шымкента	8,1	5,7	6,2
	ВСЕГО:	670,65	539,59	698,79

дополнительный эффект от наличия в почве кальция:

В зарубежной практике для оценки качества оросительной воды по опасности осолонцевания почв определяют натриевое адсорбционное отношение (SAR) (Якубов и др.1977):

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}; \quad (1)$$

Если SAR < 10 - опасность осолонцевания почв малая; SAR = 10-18 - средняя; SAR = 18-26 - высокая; SAR > 26 - очень высокая.

Для оценки качества воды в США предложено определять натриевое адсорбционное отношение (SAR\*), учитывая

$$SAR^* = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} [1 + (8,4 - pH_c)];$$

(2)

где 8,4 - приблизительный pH безнатриевой почвы в зависимости от содержания карбоната кальция (CaCO<sub>3</sub>);

$$pH_c = (pK_2 - pK_c) + (Ca + Mg) + pAl_k; \quad (3)$$

K<sub>2</sub>, K<sub>c</sub> - вторая константа распада H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> с константой растворимости CaCO<sub>3</sub> соответственно; (Ca+Mg) и (CO<sub>3</sub>+HCO<sub>3</sub>) - грамм-молекулярная концентрация

соответствующих ионов;  $p$  - относится к отрицательному логарифму.

Если  $SAR^* < 6$  - осолонцевания почвы не происходит;  $SAR^* = 6-9$  - возможно накопление катионов натрия в ППК (почвенно-поглощающем комплексе);  $SAR^* > 9$  - происходит осолонцевание.

Опасность содового засоления почв оценивается по содержанию в воде нормальной соды -  $Na_2CO_3$ . Если  $Na_2CO_3 < 0,3$  мг-экв/л - вода безопасна для орошения;  $Na_2CO_3 = 0,3-0,6$  мг-экв/л - пригодна для орошения;  $Na_2CO_3 > 0,6$  мг-экв/л - непригодна для орошения без внесения мелиорантов. Результаты оценки качества коллекторно-дренажных вод обеспечить установить безопасных пределов их использование для орошения сельскохозяйственных культур.

#### **Ресурсосберегающая технология орошения для различных природных зон Казахстана**

Результаты лабораторных и полевых исследований, проведенных КазНИИВХ с 2005 по 2013 годы позволило разработать для различных почвенных зон Казахстана водосберегающую технологию орошения, обеспечивающие повышение экологической устойчивости ирригационных систем. В черноземной и каштановой зоне, с точки зрения предупреждения развития процессов осолонцевания и содообразования, пределы регулирования влажности почв не должны превышать (0,7-0,9) НВ (наименьшая влагоемкость почвы). Это указывает на необходимость применения дождевания и частых поливов малыми нормами - 200-500 м<sup>3</sup>/га. В этой зоне оросительная норма изменяется в пределах 3000-3500 м<sup>3</sup>/га. На юге Казахстана, оросительная норма изменяется в пределах 5000-8500 м<sup>3</sup>/га, а поливы сельскохозяйственных культур проводится нормой 1000-1500 м<sup>3</sup>/га. Это приводит к большим потерям оросительной воды на фильтрацию и сброс. В результате этого происходит подъем уровня залегания грунтовых вод. Снижение объема непроизводительных потерь достигается путем полива через борозду (рисунок 5.11.12). Использование грунтовых вод на субиригацию позволяет снизить объемы водозабора и водоотведения.

**Рисунок 5.11.12 – Полив через борозду и их влияние на влажность почвы (Туркестан, 2012: Фотография, Р. Бекбаев)**



Технология полива через борозду обеспечивает сокращение потерь оросительной воды: на фильтрацию до 2-х раз, на сброс и испарение до 1,5 раза. За счет снижения этих потерь улучшается водообеспеченность орошаемых земель на 20-30%, повышается их плодородие, путем замедления темпов разрушения органики и выноса подвижных форм питательных элементов. Применение водосберегающих технологий орошения (уменьшение длины борозды, расхода воды в борозды) приведет к снижению размеров поливных норм до 30% относительно расчетных значений. Повышение КПД оросительной сети (облицовка или кальматация каналов бентонитовыми глинами) обеспечит (1) сокращение норм водозабора до 1,5 раз, (2) повышение продуктивности орошаемых агроландшафтов, (3) сохранение водных ресурсов и (4) улучшение качества вод поверхностных источников.

#### **Технологии использования коллекторно-дренажных вод на орошение и промывку**

Забор коллекторно-дренажной воды на орошение и промывку засоленных почв

осуществляется в основном механическим способом. В настоящее время для этой цели применяются стационарные насосные станции со сменным технологическим оборудованием или передвижные насосные установки (рисунок 5.11.13).

**Рисунок 5.11.13 – Забор коллекторно-дренажных вод с Арнасайского и Сардобинского коллектора в Махтааральском массиве (Фотограф: Р. Бекбаев)**



Использование подземных вод на орошение осуществляется путем откачки их скважинами вертикального дренажа и разбавления с оросительной водой. Для этого откачиваемая вода непосредственно подается в оросительную сеть (рисунок 5.11.14).

При высокой минерализации коллекторно-дренажные воды разбавляются с оросительной водой. Объем разбавляемой оросительной воды для снижения минерализации коллекторно-дренажной воды можно определять расчетным путем по результатам химических анализов проб воды. Полив сельскохозяйственных культур возвратной водой рекомендуется осуществлять в критические периоды, т.е. при остром дефиците оросительных вод. Применение возвратных вод в такие периоды обеспечивает получение

приемлемых урожаев сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, постоянное применение минерализованных возвратных вод на орошение сельскохозяйственных культур повышает степень засоления почв, снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

**Рисунок 5.11.14 – Использование подземных вод на орошение (Фотограф: Е. Жапаркулова)**



## **Выводы**

В настоящее время 60-70% водных ресурсов Казахстана используются для сельского хозяйства. Тем не менее, низкий технический уровень ирригационных систем и технологий полива способствует увеличению уровня дефицита воды на национальном уровне. В результате, до 70% забираемой воды, для орошения теряется вследствие инфильтрации и сброса. Рост потерь оросительной воды привело к повышению уровня засоления почвы и ошелачивания. В настоящее время около 50% орошаемых земель, за счет этих процессов имеет высокую степень засоления и солонцеватость. Поэтому сочетание деградации почв и нехватка воды снизила урожайность сельскохозяйственных культур на 25-50%. Для увеличения продуктивности орошаемых земель необходимо разработать интегрированных технологий для

управления поверхностными, грунтовыми водами и дренажных вод. Это позволяет снизить объемы водозабора из реки в 1,5-2 раза.

Комплексный подход к управлению водными ресурсами, используемых на ирригационных системах обеспечить снижение загрязнения водных и земельных ресурсов в бассейнах рек. Например, объем отводимых коллекторно-дренажных вод из ирригационных систем Южного Казахстана превышает 1,2 км<sup>3</sup>, а их средняя минерализация составляет 2,5-3 г/л. Использование данной воды на орошение сельскохозяйственных культур, не только увеличивает водообеспеченности ирригационных систем, но и повышает их экологической устойчивости.



## Раздел 6

# **Интегрированное управление водными циклами в Казахстане**

## 6. Интегрированное управление водными циклами в Казахстане

### 6.1 Водная Рамочная Директива Европейского Союза

Лиан Ланди и Бургхард С. Мейер

E-Mail: [L.Lundy@mdx.ac.uk](mailto:L.Lundy@mdx.ac.uk)

#### Введение

Подраздел дает общее представление о ключевых аспектах Водной Рамочной Директивы Европейского Союза (ВРД ЕС), включающих:

- введение в ВРД (почему это необходимо, какова соответствующая политика, управление и планирование деятельностью);
- установленные сроки достижения «хорошего состояния» поверхностных и подземных вод;
- обзор реализации Водной Рамочной Директивы во всех государствах-членах;
- пример реализации ВРД в Германии в контексте достигнутых изменений и параметров развития трансграничных бассейнов.

ВРД была опубликована в 2000 году, явившись конечным результатом пятилетних интенсивных переговоров широкого круга экспертов, заинтересованных сторон и политиков из всех стран ЕС (СНГ, 2003; ВРД ЕС, 2000). ВРД устанавливает рамки для защиты поверхностных, подземных, транзитных и прибрежных вод на всей территории ЕС с общей целью достижения «хорошего состояния воды» во всех водных объектах к 2015 году. Рамки ВРД обеспечивают комплексный подход к защите и улучшению состояния водных ресурсов, способствующих устойчивому использованию вод, сокращению выбросов приоритетных веществ, прекращению выброса особо опасных веществ и смягчению последствий наводнений и засухи. Она включает в себя разработку подхода на основе водосбора, поддерживающего долговременное управление всеми водными ресурсами, основанного на комплексной оценке биологических, химических и гидрогеоморфологических компонентов водного объекта.

## Почему нужна была ВРД?

ВРД была введена под влиянием ряда факторов. Во-первых, перед разработкой ВРД управление водными объектами ЕС было фрагментированным и включало в себя ряд законодательных требований, порой имеющих противоречивый характер (ЕС, 2010). ВРД решила эти проблемы путем объединения мер для защиты всех водных объектов для всех целей в рамках единой системы, подхода, что постепенно привело к замене семи основных директив ЕС (табл. 6.1.1). Во-вторых, ВРД предусматривает необходимость расширения участия общественности (см. подраздел 3.6) в качестве основы для устойчивого управления общими ресурсами (ЕС, 2014). Расширение участия общественности (определяется как участие заинтересованных сторон в процессе принятия решений) рассматривается как механизм, который может повысить приемлемость предлагаемых мер и, следовательно, уровень реализации разработанных планов управления. В ВРД четко говорится, что участие общественности имеет решающее значение для устойчивого управления водными ресурсами, которое требуется выполнить в соответствии со Статьей 14 (ВРД, 2000).

Таблица 6.1.1 Обзор сроков для поэтапного отказа от Директив, замененных через ВРД

Хронология	Замененные Директивы
Заменены к концу 2007	Директива по отводу поверхностных вод – 75/440/ЕЕС
	Обмен информацией по решениям поверхностных вод – 77/795/ЕЕС
	Директива по измерению/анализа отвода поверхностных вод – 79/869/ЕЕС
Заменены к концу 2013	Директива по Качеству Воды для Рыболовства в Пресноводных Водоемах – 78/659/ЕЕС
	Директива по качеству воды для промысла моллюсков – 79/923/ЕЕС
	Директива по Грунтовым Водам – 80/68/ЕЕС
	Директива по Опасным Веществам – 76/464/ЕЕС

Следующим фактором, повлиявшим на модификацию ВРД, является ряд более ранних директив, таких как целевые промышленные выбросы (например, ИРПС, 2008) и муниципальные водоочистные сооружения (например, Директива очистки городских сточных вод – UWWT). Несмотря на относительную эффективность, реализация этих директив значительно сократила выбросы из диффузионных источников. Диффузное загрязнение – это загрязнение, которое не всегда относят к конкретным источникам, например, сброс стоков с городских поверхностей или сельскохозяйственных земель в реки. На необходимость уменьшения стоков указывается в Статье 10 ВРД.

### Как осуществляется ВРД?

Основные направления, которых должны придерживаться Государства – члены Европейского союза (ГЕС), сроки реализации и часть ВРД, требующая выполнения мероприятий, описаны в таблице 6.1.2. Ключевыми инструментами для поддержки реализации ВРД являются планы управления речными бассейнами (ПУРБ) и связанные с ними программы мероприятий (ПМ) (ЕС, 2012). Разработка ПУРБ требует от ГЕС выявления всех районов речного бассейна (РРБ) в рамках своей национальной территории и определения компетентных органов, ответственных за разработку и реализацию связанных с ними планов и требований. После определения каждого РРБ должно полностью описываться проведение анализа давления и воздействий, влияющих на все водные объекты, проводится экономический анализ использования воды и определение охраняемых территорий. Затем всем государствам-членам необходимо совместно с ЕС разработать надежную экологическую систему классификации состояния (участие в разработке стандартов для ряда стандартных параметров качества воды) и впоследствии контролировать и устанавливать статус всех водных объектов в пределах каждого РРБ. Установив их текущий статус, ГЕС требуется разработать цели для каждого водного объекта и опубликовать ПМ, описывая каждый водный объект в пределах каждого РРБ, что является экономически эффективным достижением «хорошего состояния». Использование термина «экономическая эффективность» очень важно, так как ВРД признает, что предпринимаемые

меры не будут экономически эффективными для всех водных объектов в плане достижения их хорошего состояния. Это видно на примере каналов, которые были значительно изменены в целях борьбы с наводнениями. Такие водоемы обозначаются как сильно измененные водные объекты. Вместо достижения хорошего экологического состояния необходимо достичь «хорошего экологического потенциала». Классификация потенциала максимально учитывает качество воды, которое может отмечаться при характере и степени изменения в данном водном объекте (ВРД, Великобритания, ТКГ, 2008), в связи с этим развитие политики цен на воду способствует повышению устойчивости водных ресурсов. Как видно из таблицы 6.1.2, эти мероприятия проводятся в течение 6-летнего цикла (период времени между транспозицией Директивы в 2003 году и сроками для публикации всех ПУРБ в 2009 году). Разработка и реализация ПУРБ и ПМ подлежат постоянному мониторингу и оценке их эффективности в достижении конкретных целей в соответствии с целями ВРД. Полученные в результате этих процессов данные служат для информирования последующих двух циклов управления, которые были отражены с соответствующими задачами на сроки до 2015 (для соответствия экологическим целям ВРД) и 2021 года (окончательный срок для достижения всех требований). Этот подход признает как время, необходимое для реализации ПМ, так и то, что члены ЕС сталкиваются при соблюдении требований ВРД с широким спектром социальных, экономических и экологических проблем.

**Таблица 6.1.2 Сроки реализации требований ВРД (взято с сайта: [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/timetable\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/timetable_en.htm))**

Годы	Мероприятия	Статьи ВРД
2000	Директива вступила в силу	Статья 25
2003	Перенос в национальное законодательство Идентификация районов и властей речных бассейнов	Статьи 23 и 3
2004	Характеристика бассейна реки: нагрузки, воздействия и экономический анализ	Статья 5

2006	Создание сети мониторинга Начало открытых консультаций	Статьи 8 и 14
2008	Разработка проекта плана управления речными бассейнами	Статья 13
2009	Завершение разработки плана управления речными бассейнами (включая программу мероприятий)	Статьи 13 & 11
2010	Введение ценовой политики	Статья 9
2012	Создание оперативной программы мероприятий	Статья 11
2015	Достижение экологических целей. Окончание первого цикла управления. Второй план управления речными бассейнами и первый план управления рисками наводнений	Статья 4
2021	Окончание второго цикла управления	Статьи 4 & 13
2027	Окончание третьего цикла управления, заключительный срок для достижения целей	Статьи 4 & 13

### Как государства-члены ведут реализацию требований ВРД?

Для получения общего представления о ходе реализации ВРД государствами – членами ЕС, для информирования Европейского Парламента, Совета и общественности Комиссия Европейского Союза разделила процесс на определенные промежутки времени (Статья 18, ВРД). Были опубликованы три доклада:

- Первый реализационный отчет о первом этапе реализации программы (22 марта 2007 г.);
- Второй реализационный отчет о сетях мониторинга (1 апреля 2009 г.);
- Третий реализационный отчет о планах управления речными бассейнами (ноябрь 2012 г.).

Третий отчет включал (в числе прочего) обзор прогресса, достигнутого в ходе реализации Директивы, и исследования планов управления речными бассейнами, представленных в соответствии со Статьей

15, включая предложения по улучшению будущих планов (ЕС 2012a). После опубликования отчет об осуществлении ВРД 14/11/2012 был принят. Он состоит из следующих документов:

- Отчет Комиссии по реализации Водной Рамочной Директивы – Планов управления речными бассейнами для Европейского Парламента и Совета (COM (2012) 670 14.11.2012) (доступно на всех языках ЕС; ЕС2012b);
- Европейский обзор – Рабочий документ членов комиссий, сопутствующий доклад в 2-х томах;
- Оценки по конкретным странам для государств – членов ЕС и Норвегии (3-30 тома).

Третий отчет об осуществлении ВРД показывает, что большинство стран – членов ЕС достигли намеченных целей, 23 государства-члена приняли и представили все свои планы управления речными бассейнами. Четыре государства-члена (Бельгия, Греция, Испания и Португалия) либо не приняли планы, либо приняли незадолго до этого и сообщили о них. По плану должно было быть получено 174 ПУРБ. В отчете комиссии в итоге представлено 124 ПУРБ, 75% этих планов относятся к трансграничным речным бассейнам (ЕС2012b).

### О ходе реализации ВРД (на примере Германии)

Реализация ВРД полностью изменила основу административных подходов к организации, мониторингу и принятию решений, касающихся водных объектов Германии: от предыдущего подхода, сосредоточенного вокруг административных округов, – к подходу, который предусматривает разграничение водосборов/бассейнов рек для поддержания управления в масштабе водосбора. Это включает в себя международную перспективу (в трансграничных бассейнах). Так, при использовании бассейна реки Эльба площадь водосбора включает 10 немецких округов (областей) и часть Чешской Республики, Польши и Австрии, а управляется совместно Сообществом Речного Бассейна (СРБ). На международном уровне организация СРБ была создана для координации международного совместного водосбора и трансграничных проблем. СРБ находится под руководством и управлением Чешской

Республики и включает Австрию и Польшу. В Германии структура СРБ разделена на пять национальных совместных водосборов Эльбы как координация направления деятельности управления. (<http://www.fgg-elbe.de/fgg-elbe-en.html>).

«Сообщество Речного Бассейна (СРБ) Эльбы несет ответственность за национальное и международное сотрудничество по управлению водными ресурсами, а также координацию управления рисками наводнений в немецкой части бассейна реки Эльба. СРБ Эльбы берет на себя задачу национального бюро по сотрудничеству в управлении и координации водных ресурсов в соответствии с Водной Рамочной Директивой (ВРД). Кроме того, СРБ Эльбы решает задачу внедрения Директивы по управлению рисками наводнений (FRMD) путем их оценки и управления. Для этого представители Федеральных Германских Штатов, вовлеченные в СРБ органы реки Эльба (конференция на уровне министров по реке Эльба, Совет и Координационный совет по реке Эльба), сотрудничают с федеральными экспертами в различных целевых группах (поверхностные воды, грунтовые воды, база данных, управление рисками наводнений, экономика)». Образец цитирования: <http://www.fggelbe.de/aufgaben-en.html>.

Ступенчатый подход к срокам реализации (табл. 6.1.2) потребовал от СРБ уточнить многие аспекты с точки зрения выборки данных, хранения цифровых данных, уточнения терминов и критических пороговых значений, стандартов и целей качества окружающей среды, технической осуществимости и наложения данных и анализа конфликтов для решения многофункциональных управленческих задач, связанных с комплексным управлением большим трансграничным бассейном. Для содействия этому СРБ составило, проверило с научной точки зрения, обсудило с широким кругом заинтересованных сторон, включая широкую общественность, утвердило ряд отчетов для поддержки инициатив и информирования о них в области управления водными ресурсами. Эти документы имеются в свободном доступе в Интернете, в информационной системе данных реки Эльба, и включают в себя:

- справочные документы, обобщающие основные характеристики бассейна реки Эльба, совместный водосбор и вспомогательную информацию;
- критерии, используемые для оценки значимости любой выявленной нагрузки;
- определения:
  - водные объекты, которые используются для забора питьевой воды (Статья 7, раздел 1, ВРД);
  - питьевая вода охраняемых природных территорий (Статья 7, пункт 3, ВРД);
  - рекреационные водоемы (вода для купания) (Приложение IV III 1 ВРД);
  - Директива ЕС в области птиц и среды обитания (Приложение IV 1 ВРД);
  - рыбохозяйственные водоемы в соответствии с Директивой 78/659/ЕЕС;
- стандарты качества окружающей среды:
  - загрязнители, поддерживающие оценку экологического состояния/потенциала;
  - загрязнители для оценки химического состояния;
  - основные вещества и некоторые другие загрязнители;
- порядок определения экологических целей в немецкой части бассейна реки Эльба;
- перечень экологических целей для поверхностных и подземных вод;
- критерии, которые будут использоваться для оценки (например, природные условия, техническая осуществимость или несоразмерные расходы);
- получение обратной связи, обеспеченной через другие региональные компетентные органы.

### Применение ВРД в Германии

На рисунке 6.1.1 представлен обзор бассейнов рек по отношению к национальной и международной границе Германии. Бассейны рек являются основой для разработки планов управления, совместимых с ВРД. Нумерация предоставляет полную информацию о пространственном контексте каждого бассейна. Выявлены водосборные бассейны внутри Германии и между ее границами, каждый бассейн описывается с точки зрения количества рек, озер, трансграничных и прибрежных водных объектов. Каждый водный объект затем дополнительно характеризуется для определения ключевых факторов, которые влияют на его

экологическое состояние, через СРБ (табл. 6.1.3).



**Figure 1.1:** Map of River Basin District  
 International River Basin Districts (within EU)  
 International River Basin Districts (outside EU)  
 National River Basin Districts (within EU)  
 Countries (outside EU)  
 Coastal Waters  
 Source: WISE, Eurostat (country borders)

**Рисунок 6.1.1** Карта речных бассейновых округов Германии в европейском контексте (ЕС 2012) PL = Польша; CZ = Чехия; AT = Австрия; CH = Швейцария; FRC = Франция; DK = Дания

Кроме этого, экологическое состояние природных поверхностных вод подразделяется на различные классы оценки с использованием данных, полученных в результате применения различных аналитических методов в области загрязнения, диффузного загрязнения, забора воды, регулирования расхода воды и морфологических изменений. Рисунок 6.1.2 наглядно показывает экологическое состояние природных поверхностных водных объектов Германии и подтверждает долгий путь до достижения общей цели хорошего экологического состояния.

Карты на рисунке 6.1.2 прогнозируют экологическое состояние поверхностных вод в Германии, ожидаемое в 2015 году в результате реализации предложенных программных мер. Прогноз представлен в сравнении с экологическим состоянием поверхностных вод в 2009 году (ЕС, 2012). Показано значительное улучшение экологического состояния по прогнозам, особенно в бассейнах рек Рейн и Дунай.

**Таблица 6.1.3** Количество и процент поверхностных водных объектов, подвергающихся значительной нагрузке в Германии (ЕС 2012)

РРБ	Без нагрузки		Источники		Диффузные источники		Забор воды		Регулирование стока воды и морфологические изменения	
	№	%	№	%	№	%	№	%	№	%
DE1000	115	23.1	110	16.39	352	52.46	88	13.11	386	57.53
DE2000	313	13.73	1403	61.56	1456	63.89	50	2.19	1767	77.53
DE3000	27	5.23	180	34.88	452	87.6	0	0	484	93.8
DE4000	88	6.22	296	20.93	1199	84.79	0	0	1303	92.15
DE5000	282	8.99	546	17.4	2385	76	42	1.34	2411	76.83
DE6000	52	10.34	40	7.95	369	73.36	3	0.6	367	72.83
DE7000	22	9.65	181	79.39	140	61.4	0	0	200	87.72
DE9500	7	4.29	0	0	156	95.71	0	0	136	83.44
DE9610	8	2.29	0	0	342	97.71	0	0	274	78.29
DE9650	53	8.82	6	1	518	86.19	0	0	499	83.03
Итого	1007	10.21	2762	28	7369	74.71	183	1.86	7827	79.36

Улучшение экологического состояния признаётся многофакторной и мультиотраслевой проблемой. Программы

разработаны по прикладным мероприятиям водной ценовой политики, связанным с источниками сельского хозяйства и

практикой, гидроморфологией, подземными водами (количественный и химический статус), точечным и диффузным загрязнением, а также, по мере необходимости, с дополнительными мерами в охраняемых районах. В таблице 6.1.4 представлен пример запланированных и ведущихся работ в сфере сельскохозяйственных мероприятий ПУРБ в Германии. Проводимые в речных бассейнах мероприятия ориентированы на различные аспекты, из большого набора отобраны возможные мероприятия, нацеленные на оптимизацию конкретных проблем бассейнов. Следует также отметить, что ряд действенных мер (например, планирование землепользования) не применяется в течение первого периода отчетности в ЕС о прогрессе внедрения ВРД, так как Германия решила в первую очередь использовать технические мероприятия, экономические инструменты и нетехнические мероприятия в первом отчетном периоде.

## Выводы

Пять лет интенсивных переговоров привели к разработке ВРД как амбициозной и перспективной части законодательства. Его поэтапное внедрение в течение 27-летнего периода времени обозначает выявление новых, более значимых, проблем для всех стран на всей территории ЕС.

Ключевые аспекты ВРД:

- требование, предусматривающее, что водные ресурсы должны управляться в масштабах водного бассейна, независимо от национальных границ;
- определение того, что для оценки состояния водного объекта необходим переход от химических стандартов к интегрированным биологическим, химическим и гидрогеоморфологическим подходам;
- указания, необходимые для устранения диффузных источников загрязнения;
- указание на необходимость привлечения заинтересованных сторон.

На сегодняшний день в требуемые сроки в страны ЕС были представлены 124 из 174 ожидаемых ПУРБ. Каждый план разработан на основе обзора и анализа имеющихся данных мониторинга (дополненной комбинации дальнейших кампаний по отбору проб и, при необходимости, использования интеллектуальной модели), существующей политики и экологических, социальных и

экономических последствий текущей практики водопользования.

Таким образом, эти отчеты предоставляют научно обоснованную и прозрачную основу, по которой можно определить ключевые проблемы, связанные с устойчивым использованием водных ресурсов в водосборном бассейне в локальных масштабах, и, учитывая приоритеты, совместно разработать программы мероприятий по борьбе с этими проблемами. Для 75% речных бассейнов ЕС требуются разработка и реализация трансграничных стратегий управления. Мероприятия, проводящиеся в рамках содействия осуществлению ВРД, представляют собой богатый источник данных и материала для тематических исследований интегрированного управления водооборотом в Казахстане.





## 6.2 Управление и планирование в масштабе речного бассейна

**Касым Дускаев, Жанара Жанабаева, Гульдана Минжанова**

**E-mail:** [kduskaev@gmail.com](mailto:kduskaev@gmail.com)

Бассейн – это водная система состоит из серии взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов. Это включает в себя отъем воды и сброс сточных вод сельского хозяйства, промышленности и бытового сектора в принимающие водные объекты. Все это регулируется единой водохозяйственной политикой, разработанной правительством Республики Казахстан..

### **Принцип бассейнового управления является основополагающим в системе ИУВР**

В условиях бассейнового принципа управления работа большинства гидротехнических сооружений, в том числе по регулированию речного стока и территориальному перераспределению водных ресурсов, определяется общими правилами использования водных ресурсов в данном бассейне, независимо от месторасположения конкретных водохозяйственных объектов, водопотребителей и водопользователей. В первую очередь, это относится к водохранилищам, к внутри- и межбассейновым переброскам речного стока, с помощью которых осуществляется его регулирование в бассейне реки. Каждое водохранилище и гидротехнический узел в бассейне, предназначенные для регулирования стока, работают в соответствии с диспетчерскими графиками, рассчитанными исходя из решения задач всего водохозяйственного бассейна. Водохозяйственные системы бассейнов рек любого порядка обладают определенной автономностью в проведении своей внутрибассейновой политики, но все они по отношению к водохозяйственной системе большого порядка являются ее подсистемами, своего рода укрупненными

взаимозависимыми технологическими элементами. В качестве основного технологического звена принимаются водохозяйственные системы бассейнов крупных рек, на базе которых создаются бассейновые водохозяйственные органы управления речными бассейнами. Водохозяйственные системы бассейнов небольших рек, как правило, включаются в зону управления бассейновых водохозяйственных объединений крупных рек. Комитет по водным ресурсам (КВР), государственное учреждение в городе Астана, Казахстан, осуществляет управление использованием водными ресурсами в пределах водных бассейнов в интересах всех отраслей экономики, с учетом экологических требований. Бассейновые водохозяйственные управления (БВУ) или бассейновые инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов, образованные в каждом из 8 основных речных бассейнов, осуществляют регулирование пользования водными ресурсами и их охрану в пределах конкретного речного бассейна. Бассейновые водохозяйственные управления (БВУ) или бассейновые инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов являются территориальными подразделениями (региональные органы КВР) и обеспечивают интегрированное управление водными ресурсами и координацию между субъектами водопользования в водном бассейне. В системе Комитета по водным ресурсам имеются восемь бассейновых водохозяйственных управлений: Балхаш-Алакольское, Жаик-Каспийское, Шу-Таласское, Арало-Сырдарьинское, Нура-Сарыуское, Тобол-Торгайское, Ертисское и Есильское, охватывающих основные речные бассейны.

Задачами региональных органов КВР являются: 1) регулирование использования водного фонда для обеспечения потребностей населения и отраслей экономики, достижение и поддержание экологически безопасного и экономически оптимального уровня водопользования; 2) организация проведения государственного контроля в области использования и охраны водного фонда.

Основные функции региональных органов КВР (Водный Кодекс РК, 2003; Положение о КВР, 2014):

- 1) комплексное управление водными ресурсами гидрографического бассейна на основе бассейнового принципа;
- 2) координация деятельности субъектов водных отношений по использованию водных ресурсов с целью достижения положительного экономического эффекта, разумного, справедливого и экологически устойчивого водопользования;
- 3) подготовка и реализация бассейновых соглашений о восстановлении и охране водных объектов.
- 4) ведение государственного учета, государственного водного кадастра и государственного мониторинга водных объектов по бассейнам;
- 5) выдача, приостановление действия и отзыв разрешения на специальное водопользование в порядке, установленном законодательством;
- 6) определение лимитов водопользования в разрезе водопользователей и по соответствующему бассейну;
- 7) участие в организации и проведении конкурса по предоставлению водных объектов в обособленное или совместное пользование;
- 8) участие в утверждении запасов подземных вод;
- 9) согласование схемы комплексного использования и охраны вод соответствующего бассейна, правил эксплуатации водных объектов и водохозяйственных сооружений;
- 10) организация работы бассейнового совета, проведение консультаций с членами бассейнового совета по вопросам использования и охраны водного фонда на территории бассейна, анализ рекомендаций, подготовленных бассейновым советом, осуществление мер по их реализации, доведение рекомендаций бассейнового совета до заинтересованных государственных органов и водопользователей.

Основой внедрения ИУВР в водохозяйственных бассейнах являются схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейнах (СКИОВР).

#### **Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов (СКИОВР)**

СКИОВР являются информационной основой для выбора актуальных

эффективных решений при разработке, планировании и осуществлении государственных, бассейновых и территориальных программ по использованию, восстановлению и охране водных объектов, а также для установления лимитов по водопотреблению и водоотведению. СКИОВР разрабатываются в целях принятия решений по вопросам интегрированного управления водными ресурсами.

**Таблица 6.2.1 Разработка СКИОВР для водохозяйственных бассейнов Республики Казахстан с 2003года (Петраков И.А.).**

<b>№ п/п</b>	<b>Год публикации - бассейн</b>
1	2003 рек Улкен и Киши Узень
2	2004-2005 реки Ергис
3	2006 – 2007 реки Есиль
4	2006 – 2007 реки Нуры
5	2006 – 2007 реки Сарысу
6	2006 – 2007 реки Тобыл
7	2006 – 2007 рек Торгай-Иргиз
8	2006 – 2007 реки Жаик
9	2007 – 2008 реки Шу
10	2007 – 2008 реки Талас
11	2008 – 2009 реки Сырдарья
12	2008 – 2009 бассейна реки Иле
13	2012 Генеральная СКИОВР (16 томов)

Внедрение ИУВР потребует от Республики Казахстан пересмотра сложившейся структуры управления водными ресурсами и перехода к новой системе управления, характеризующейся гибкостью, динамичностью и открытостью для постоянного совершенствования, а также базирующейся на бассейновом принципе. Эти предпосылки были учтены при разработке и принятии в Казахстане в 2003 году нового Водного Кодекса и были воплощены в целом ряде новых положений, регулирующих вопросы государственного управления водным фондом. При этом, ключевыми среди этих положений следует те, которые посвящены соответственно бассейновым соглашениям по рациональному использованию и охране водных объектов, а также созданию бассейновых советов (Петраков И.А. и др, 2007; Национальный план по ИУВР, 2005; Проект программы ИУВР, 2007).

#### **Бассейновые соглашения**

Бассейновые соглашения о восстановлении и охране водных объектов (далее - бассейновые соглашения) заключаются между бассейновыми управлениями, местными исполнительными органами областей (города республиканского значения, столицы) и другими субъектами, расположенными в пределах бассейна водного объекта, в целях объединения и координации их деятельности, а также реализации мероприятий по восстановлению и охране водных объектов. Бассейновые соглашения содержат обязательства сторон по кооперации сил и средств, необходимых для реализации конкретных водоохранных мероприятий, с указанием сроков их исполнения. Для реализации целей и задач бассейновых соглашений физические и юридические лица могут создавать фонды на условиях и в порядке, установленных законодательством Республики Казахстан, средства которых предназначены для осуществления мероприятий по восстановлению и охране водных объектов.

**Таблица 6.2.2 Количество бассейновых соглашений по бассейнам (Петраков И.А., 2007)**

№ п/п	БВУ	Количество бассейновых соглашений
1.	Арало-Сырдарьинское	2
2.	Балхаш-Алакольское	нет
3.	Иртышское	2
4.	Ишимское	4
5.	Нура-Сарысукское	2
6.	Тобыл-Торгайское	1
7.	Шу-Таласское	4
8.	Жаик-Каспийское	нет

Бассейновое соглашение может носить международный характер (в нем участвует две и более страны) и внутренний характер (в качестве субъектов выступают представители различных структур административных единиц одной страны). Бассейновое соглашение является внутригосударственным (межгосударственным) нормативно-

правовым документом, содержащим взаимные обязательства Сторон в сфере водоохраной и водохозяйственной деятельности. Соглашение между Сторонами заключается на условиях добровольности и равноправия. Необходимым условием подписания соглашения является взаимовыгодное сотрудничество Сторон.

В рамках Бассейнового соглашения предусматривается системное решение следующих вопросов:

- охрана водных объектов от поступления загрязнений, предотвращение переноса загрязнений и восстановление водных объектов до наилучшего достижимого статуса (химического, экологического и др.);
- обеспечение предотвращения и возмещение вреда, нанесенного окружающей природной среде, объектам экономики, имуществу, жизни и здоровью граждан вследствие экологических эксцессов на водных объектах;
- совместная разработка и реализация целевых программ мероприятий по обеспечению охраны водных объектов и рациональному использованию водных ресурсов;
- создание и обеспечение функционирования системы мониторинга водных объектов; осуществление контроля количества и качества воды в граничных створах и регламентированный обмен данными мониторинга.

### **Бассейновые советы**

Создание бассейновых советов в современной международной практике рассматривается в качестве важной составляющей интегрированного подхода к управлению водными ресурсами на бассейновом уровне. Они обеспечивают необходимую институциональную основу для обеспечения координации усилий органов по управлению водными ресурсами, земельными ресурсами, охране окружающей среды, обеспечению качества питьевой воды, различных категорий водопользователей, общественных организаций, занимающихся вопросами качества водных объектов и другими. Следует отметить, что фактический и правовой статус бассейновых советов в рамках зарубежной практики достаточно сильно отличаются в каждой из отдельных стран. В странах Европейского Союза значение бассейновых советов особенно

возросло с принятием Рамочной Водной Директивы 2000 года (2000/60 ЕГ), поскольку они играют активную роль в вовлечении широкого круга заинтересованных лиц в разработку, рассмотрение вопросов выполнения и периодическое обновление планов по управлению водохозяйственным бассейном.

Согласно Водному Кодексу РК, бассейновый совет является консультативно-совещательным органом, создаваемым в рамках бассейнового соглашения. Это означает, что он не обладает какими-либо властно-распорядительными полномочиями, например, не может утверждать нормативные правовые документы или общеобязательные нормативы, выдавать какие-либо разрешения (лицензии), осуществлять контрольно-инспекционную деятельность, распоряжаться государственным имуществом. Данный орган, прежде всего, призван вырабатывать и принимать рекомендации для участников бассейнового соглашения. Бассейновый совет в Казахстане, возглавляемый руководителем соответствующего бассейнового управления, состоит из руководителей местных представительных и исполнительных органов областей (городов республиканского значения, столицы), руководителей территориальных органов государственных органов и представителей водопользователей. В состав бассейнового совета могут также входить представители общественных объединений. Организация работы бассейнового совета возлагается на бассейновое управление (Методическое пособие, ПРООН, 2005). В настоящее время в Республике Казахстан в рамках внедрения ИУВР созданы и функционируют 8 бассейновых советов, т.е. в каждом водохозяйственном бассейне создан свой бассейновый совет.

### **Бассейновые планы внедрения ИУВР в Казахстане**

В Балкаш-Алакольского бассейне Региональным Экологическим Центром в ЦА была реализована первая программа планирования ИУВР на бассейновом уровне в Республике Казахстан. «Бассейновый план интегрированного управления водными ресурсами и водосбережения Балкаш-Алакольского бассейна» разработан в рамках проекта «Трансграничный диалог и

сотрудничество в бассейне реки Иле-Балкаш» являющимся национальным компонентом регионального проекта «Содействие интегрированному управлению водными ресурсами и трансграничному диалогу в ЦА, финансировался Европейским Союзом, Правительством Финляндии и Программой развития ООН.

Краткий обзор выполнения программы «Обеспечение устойчивого развития Балкаш - Алакольского бассейна на 2007 -2009 годы» (Гос. программа по УВР Казахстана, 2014). В Программе проведен анализ существующих тенденций в природопользовании и экологических проблем Балкаш-Алакольского бассейна и предложены меры по рациональному использованию водных ресурсов, сохранению экосистем, экологическому оздоровлению и развитию данного региона. Подготовлены научные обоснования и предложения по созданию условий для сохранения экосистем Балкаш-Алакольского бассейна; достижению стабилизации гидрологических режимов и уровня воды озера Балкаш, повышению эффективности использования водных ресурсов; улучшению социально-демографической ситуации в регионе; созданию экосистемных зон Казахстана по бассейновому принципу. Все запланированные к реализации в рамках Программы 39 мероприятий выполнены, том числе по 9 научно-исследовательским работам. Проведена оценка эффективности пространственно-временного перераспределения водных ресурсов в бассейне с учетом экологических и социальных приоритетов. Даны рекомендации по совершенствованию бассейновой системы регулирования и распределения речного стока.

Проведен анализ производственных предприятий бассейна, дан анализ промышленности Алакольского района. Выявлены основные источники загрязнения, дана оценка качественного состояния воздушно-водной и почвенной среды бассейна. Проведена оценка влияния антропогенных факторов на тенденцию ухудшения здоровья населения в Балкаш-Алакольском бассейне. Сформирована база данных основных демографических показателей и общей заболеваемости населения, проживающего в регионе Балкаш-Алакольского водного бассейна, за

последние 10-15 лет. Дана оценка состояния здоровья населения региона. Сформирована база данных по основным санитарно-гигиеническим и экологическим показателям в регионе за последние 10-15 лет, дана оценка роли производственно-хозяйственной деятельности человека. Создана картографическая и гидрологическая информационная база по современной гидрографической сети. Проанализированы закономерности взаимоотношений компонентов экосистем и современное состояние биогеоценозов с учетом влияния антропогенных факторов на бассейновые территории приуроченных к озеру Балкаш и Алаколь-Сасыккольской озерной системе. Сформирована геоинформационная система питания впадающих рек с контурами водоразделов с учетом типов питания рек.

Выполнен прогноз изменения водных ресурсов Алакольского бассейна как основы устойчивости развития природно-хозяйственных систем региона. Составлены карты фактического материала с нанесением опорных ключевых точек, заложенных геоботанических трансект и почвенных шурфов. Изучена динамика экосистем региона на основе полевых маршрутных, экспедиционных исследований и материалов мониторинга ключевых участков на период обследования. Дан анализ современного состояния экосистем на основе кадастровых характеристик и картографического материала, созданного на основе полевых и экспедиционных исследований, а также космоснимков. Выполнен анализ хозяйственного использования водных ресурсов в бассейнах р. Иле, оз. Балкаш и Алакольской системе озер. Построена карта-схема гидроэкологической ситуации бассейна оз. Алаколь на основе экспедиционных данных. Дан вероятностный прогноз изменения водных ресурсов Балкаш-Алакольского бассейна как основы устойчивости развития природно-хозяйственных систем региона. Проведен сбор данных по гидрологическому режиму рек, наличию и использованию водных ресурсов в Балкаш-Алакольском бассейне. Дан анализ водопотребления различных отраслей экономики, проведена оценка непроизводительных потерь и потерь при транспортировке водных ресурсов к потребителям. Дана оценка состояния оросительных систем региона на данном этапе с целью создания научной основы для

разработки карт природно-ресурсного потенциала и экологического состояния территории Балкаш-Алакольского бассейна. Полный обзор результатов всех вышеупомянутых исследований доступен в отчетах. В 2010 году реализация Программы завершена. В ходе реализации Программы освоено 58, 6 млн. тенге.(около 400 тыс. долл. США).

## **Вывод**

Использование принципов бассейнового подхода является в настоящее время основой управления водными ресурсами в Республике Казахстан. В соответствии с требованиями ИУВР, в каждом из 8 водных бассейнов в Казахстане созданы бассейновые советы (органы, по содействию управлению водными ресурсами и координации между заинтересованными сторонами). Бассейновыми управлениями подписаны или подготовлены для подписания бассейновые соглашения в целях эффективного управления водными ресурсами.

## **6.3 Системы сельского водоснабжения - как основа местного управления водными ресурсами в Центральной Азии и Республике Казахстан**

**Касым Дускаев, Турсынкуль Базарбаева, Гульдана Минжанова**

**E-mail: [kduskaev@gmail.com](mailto:kduskaev@gmail.com)**

## **Введение**

Системы водоснабжения в сельской местности являются крайне важными для всех стран Центральной Азии, экономика которых основана на сельском хозяйстве. В бывшем Советском Союзе такие централизованные системы были хорошо разработаны. В качестве примера можно привести тот факт, что в Кыргызстане в 1990 г. 75 % населения в сельской местности пользовалось такими системами. Что касается централизованных систем канализации, то они были менее развиты, и только 8 % населения в сельской местности пользовалось услугами канализации.

## **Водоснабжение в сельской местности Казахстана**

Системы водоснабжения в сельской

местности обеспечивали водой не только населенные пункты, но также совхозы и колхозы, которые потребляли воду для нужд животноводства и для различной деятельности по переработке сельскохозяйственной продукции. Реструктуризация сельскохозяйственного сектора в 90-х гг. привела к серьезным изменениям в системе сельского водоснабжения. Государственная техническая и финансовая поддержка колхозов и совхозов прекратилась, а поселковые советы, чьи финансовые ресурсы уменьшились, не имеют ни технических средств, ни необходимых навыков, чтобы управлять данными системами и поддерживать их в рабочем состоянии.

Все это привело к отрицательным последствиям не только в отношении условий жизни населения, но также ощутимо сказывается на состоянии его здоровья. Большинство населения сельской местности страдает от различных болезней, вызванных неудовлетворительным состоянием воды, таких как диарея, тиф, дизентерия. В тех районах сельской местности, где система водоснабжения больше не работает, население не имеет доступа к безопасной воде. В большинстве населенных пунктов нет индивидуальных колодцев или ручных насосов, а в тех местах, где такие колодцы существуют, они недостаточно глубоки и часто загрязнены. Многие населенные пункты добывают воду посредством электрических насосов, но частые сбои в поставке электроэнергии приводят к тому, что электрические насосы ломаются и население находится без воды в течение нескольких дней.

Положение с водоснабжением сельского населения в Казахстане также остается крайне неудовлетворительным. С перебоями осуществляется водоподача от головных сооружений групповых водопроводов северных областей Казахстана, вследствие чего многие сельские населенные пункты на длительное время остаются без качественной питьевой воды, используя при этом любые другие источники воды, даже тающий снег. Многие водопроводы демонтированы и бездействуют и количество водопроводов, находящихся в таком состоянии, увеличивается. Например, в Костанайской области по сравнению с 1998 годом количество водопроводов уменьшилось на 18, а в Кызылординской - на 32 (Водные

ресурсы, Казахстана, ПРООН, 2004). Так, по данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (2010) доступность в сельских населенных пунктах (далее - СНП) к централизованному водоснабжению выросла лишь на 12% и составила 41 %. Кроме того, по данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан из общего количества СНП - 7 002 к необеспеченным питьевой водой (проблемным) отнесены 3 849 СНП с численностью около 3 миллионов человек или 40% от всего сельского населения (табл. 6.3.1) (Петраков И.А. и др, 2007; Национальный план по ИУВР, 2005; Проект программы ИУВР, 2007; Гос. программа УВР Казахстана, 2014).

**Таблица 6.3.1 Категории сельских населенных пунктов (СНП) Республики Казахстан**

№ п/п	Категории СНП	Количество СНП	Удельный вес, %
1.	Пользующиеся привозной водой	143	4
2.	Требующие подключения к групповым водопроводам	386	10
3.	Групповые водопроводы (реконструкция и строительство)	114	3
4.	С децентрализованной системой водоснабжения	3 206	83
	Всего	3 849	100

Проблема водообеспечения в сельской местности обусловлена и тем, что в большинстве случаев в решение этого вопроса внутри самих государств Центральной Азии отсутствует четкое распределение обязанностей между министерствами различных направлений. В результате, поселковые комитеты большей частью предоставлены самим себе в вопросах разрешения проблемы с водой и чаще всего решение в большей степени находится за пределами их возможностей и компетенции.

**Роль женщин, НПО и общинных групп в водоснабжении и управлении водой**

В то время, как вода представляет собой потенциальную угрозу для конфликтов, проблемы водообеспечения и водodelения в Центральной Азии далеки от решения, более того, в последние годы наблюдается их обострение. История показала, что в регионе уже имели место межнациональные столкновения, в том числе и вооруженные столкновения. Раздел земли, распределение воды, а также экономические трудности увеличивают вероятность возникновения таких конфликтов в будущем. В этом отношении нарождающиеся новые гражданские институты в регионе могут сыграть очень важную потенциальную роль в разрешении таких критических проблем, как безработица, в создании социальной гармонии, мобилизации сообществ и построение доверия. Гражданские институты находятся в настоящее время на стадии формирования и большей частью сконцентрированы в столичных городах, там, где в основном и осуществляется донорская деятельность. Большинство из них являются либо продолжением тех организаций, которые были созданы в советское время или же их создание было инициировано элитными семьями с узкими полномочиями и географическими рамками сферы действия. Принимая во внимание то, что концепция гражданского общества является новой для региона, этим организациям не хватает опыта и подготовки, наряду с недостатком финансовых средств для того, чтобы мобилизовать сообщества и найти решения в разрешении местных проблем. Так, из неправительственных организаций (НПО) в странах Центральной Азии особое внимание заслуживают женские НПО. Женские НПО обладают потенциалом выступить в качестве серьезной альтернативы социальным службам, находящимся на государственном обеспечении, включая проблемы, связанные с водой, здоровьем и санитарным сектором.

Вовлеченность женщин в деятельность, связанную с обеспечением населения общин водой происходит из их традиционной роли. Чаще всего именно женщины являются пользователями, поставщиками и управляющими водой в домашнем хозяйстве. Они также являются первичным звеном в обеспечении гигиены домашнего хозяйства. Женщины в Центральной Азии, также как и в меньшей степени дети, как правило, являются теми, кто добывает воду для дома,

доставляет ее, хранит, а затем использует в различных домашних целях. Документальным фактом является то, что женщины, живущие в регионе, где существуют острые проблемы с водой, тратят от одного до двух часов ежедневно для того, чтобы собрать воду, которая представляет угрозу для их здоровья, а также приводит к серьезным социально-экономическим последствиям для домашнего хозяйства и всего сообщества в целом. Поскольку женщины испытывают на себе последствия кризиса с водой, они являются естественными агентами для того, чтобы изменить к лучшему ситуацию с обеспечением водой, а также санитарную ситуацию в их сообществах. Активное вовлечение женских НПО в управление водными ресурсами соответствует требованиям практической реализации одного из основных Дублинских принципов ИУВР (1992г) – «женщины играют центральную роль в обеспечении, управлении и охране воды». Таким образом, возникла необходимость углубить знания и опыт, развить систему обмена информацией между практиками из институтов гражданского общества, правительственных организаций, а также внешних донорских организаций в Центральной Азии по вопросам концепции и внедрения общинного управления водой.

В этом отношении весьма полезным может быть опыт реализации проекта Международного Секретариата по Водным Проблемам (МСВ) под названием "Управление Водой на уровне общины в Ферганской Долине Кыргызстана и Узбекистана: Усиление роли женщин". По этому проекту были образованы комитеты по водным проблемам на уровне населенных пунктов с целью улучшения водоснабжения, состояния здоровья и условий гигиены, выданы кредиты на производство и переработку продуктов питания в пяти населенных пунктах долины. Одним из этих населенных пунктов является пос. Мангыт Араванского района Ошской области Кыргызстана, где проживает 380 семей и население которого составляет 1600 человек. Раньше, при бывшем Союзе, в этом поселке был водопровод, протяженность труб составляла 7 км. С распадом Союза водопровод вышел из строя и не работает, в результате чего в поселке резко увеличилась заболеваемость вирусным гепатитом и брюшным тифом.

На средства проекта в поселке организованы ассоциации водопользователей и установлены колонки, обеспечивающие поселок водой. В образованной ассоциации водопользователей 95% работы выполняется женщинами, также активное участие принимает школа. Плата за воду установлена в зависимости от количества детей в семье и удаленности от водоколонки. Ремонт колонок производится за счет тарифов на воду. За счет средств проекта члены ассоциации прошли специальные курсы изучения механической части насосов и обучения правилам их эксплуатации. Среди членов ассоциации работает волонтер по санитарной гигиене. Местной СЭС регулярно проводится анализ качества воды. По обмену опытом участия в работе ассоциации водопользователей организована поездка учеников школы пос. Мангыт в Иорданию и Францию. Эффективная и успешная работа подобных НПО зависит прежде всего от решения вопросов обеспечения экономической и правовой основы функционирования этих водных комитетов. Кроме того, как показывает опыт реализации проекта в Ферганской долине, при организации общинного управления водными ресурсами, необходимо обратить внимание на следующие аспекты этой проблемы (Водные ресурсы Казахстана, 2004).

1. Институциональные аспекты: как осуществить децентрализацию управления водными ресурсами на уровне общины:

- необходимость четкого распределения обязанностей и задач между министерствами, отвечающими за водные ресурсы, техническими агентствами, муниципалитетами и сообществами, организованными в водные комитеты;
- создание поселковых водных комитетов: цели, деятельность, устав и юридическая регистрация; необходимость наращивания технического потенциала;
- механизм предотвращения конфликтов: различные типы конфликтов в регионе; механизм предотвращения конфликтов на уровне бассейна и на поселковом уровне; применение традиционных и новых форм разрешения конфликта, таких как поселковые круглые столы, советы аксакалов;

2. Социальные аспекты: как усилить

организации гражданского общества на поселковом уровне:

- создание и организация НПО и Общинных Групп (ОГ): существующие проблемы и потенциал;
- роль женщины в обществе и в управлении водными ресурсами: важность усиления этой роли;
- важность социальной поддержки в отношении расширения семейной сети.

3. Экономические аспекты: как добиться, чтобы пользователи платили за воду:

- цена на воду: существующая ситуация и установление новой структуры платы за воду; необходимость участия водопользователей в принятии решений; установление вклада водопользователей в инвестиционные затраты наряду с затратами, связанными с деятельностью и содержанием объектов;
- необходимость в усилении деятельности, приносящей доход в сфере управления водными ресурсами;
- права собственности на систему водоснабжения;
- трудности с банковской системой.

4. Роль внешних донорских организаций: какого типа требуется помощь:

- необходимость поддержки организаций гражданского общества на поселковом уровне и проекты управления водными ресурсами на поселковом уровне;
- развитие человеческого фактора для создания проектов и управления ими, а также по обеспечению и содержанию водных систем, постепенное вовлечение общины в этот процесс и воспитание доверия;
- продолжающийся процесс проверки местных партнеров, занятых внедрением.

5. Региональная сеть практиков: оценка потребностей и интересов участников:

- обмен опытом и информацией по различным аспектам управления водными ресурсами на уровне общины;
- организация регулярных встреч и командировок на места (один или два раза в год);
- интерес в развитии дискуссий по выработке политики в отношении управления водными ресурсами на уровне общины.

**Водоснабжение в городских районах Казахстана: сравнение**



На сегодняшний день в стране существует серьезная проблема с обеспечением питьевой водой и в городах республики. По данным Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства по состоянию на 1 июля 2010 года обеспеченность городского населения централизованным водоснабжением составляет - 72%. По уровню доступа населения к системам централизованного водоснабжения Республика Казахстан уступает развитым странам, в которых этот показатель составляет 90-95%. Общая протяженность водопроводных сетей в городах по республике составляет 27 000,3 км, из них разводящих водопроводных сетей - 18 173,7 км, при этом, в настоящее время по республике насчитывается 2 188 км брошенных сетей. По данным Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства большинство водопроводных сетей находятся в неудовлетворительном состоянии, исходя из нормированного срока надежной эксплуатации в 25 лет, в рабочем состоянии находятся 36 % сетей водоснабжения, около 64% сетей требуют капитального ремонта или их полной замены.

В основном водопроводные сети введены в эксплуатацию 25 - 40 лет назад и имеют незащищенную внутреннюю поверхность (в основном стальные трубы). Поэтому из-за происходящей коррозии водоводы и водопроводные сети подвергаются быстрому износу и разрушению, что приводит к снижению пропускной способности водопроводов, росту аварий, потерям воды и ухудшению качества питьевой воды. Как следствие, зафиксировано ежегодное увеличение количества потерь в сетях водоснабжения. Так, в 2009 году по сравнению с 2004 годом количество потерь увеличилось на 10,9%. В результате использования выделенных бюджетных средств доступность к услугам водоснабжения по республике увеличилась на 5,3 %, число аварий на сетях водоснабжения в целом по республике по сравнению с 2004 годом снизилось на 15,8%. В настоящее время отсутствие полноценной и достоверной информации о текущем состоянии городских систем водоснабжения не позволяет реально оценить объем требуемых работ по реконструкции и модернизации сетей водоснабжения в городской местности (Петраков И.А. и др,

2007; Национальный план по ИУВР, 2005; Проект программы ИУВР, 2007; Гос. программа УВР Казахстана, 2014).

### **Тарифная политика в системе водоснабжения**

Для водохозяйственного сектора стран Центральной Азии и Республики Казахстан характерен высокий уровень износа сетей водоснабжения и нормативных технических потерь, свидетельствующий о недостаточном инвестировании в модернизацию и обновление активов предприятий водохозяйственного сектора. В этой связи, особого внимания заслуживают вопросы, связанные с тарифообразованием на услуги субъектов естественных монополий в сфере водоснабжения. Уровень тарифов на услуги водоснабжения в предшествующие годы не позволял субъектам водохозяйственной сферы в полной мере выполнять программы по ремонту и реконструкции, что привело, в конечном счете, к увеличению износа основных фондов, росту непроизводительных потерь и снижению качества воды. В настоящее время у многих предприятий водоснабжения отсутствуют программы развития, направленные на проведение мероприятий по реконструкции и модернизации основных средств и снижению потерь в сетях, не обновляется оборудование спецтехника и технологии, ухудшаются производственные показатели, увеличиваются затраты на оказываемые услуги. Положение в сфере водоснабжения усугубляется также проблемой нерационального водопользования. Поэтому на сегодняшний день наряду со стимулированием поставщиков услуг водоснабжения остро стоит и вопрос стимулирования потребителей к более рациональному потреблению воды, в том числе, посредством установления потребителями приборов учета воды, снижения норм удельного водопотребления, введения дифференцированных тарифов по группам потребителей и в зависимости от объемов потребленной воды. По состоянию на 1 июля 2010 года по данным Агентства Республики Казахстан по регулированию естественных монополий охват приборами учета воды в городах составил в среднем по республике 76%. В сельских населенных пунктах охват приборами учета питьевой воды не достигает и 40%.

В целом, при реализации государством

мероприятий, направленных на обеспечение населения питьевой водой в предыдущем периоде, были отмечены следующие недостатки:

- отсутствие системного подхода и должного взаимодействия центральных и местных исполнительных органов при планировании работ по модернизации и развитию систем водоснабжения;
- отсутствие комплексного подхода к решению вопроса водоподготовки и водоотведения, в связи с ограниченностью водных ресурсов (открытые водоемы);
- отсутствие мониторинга хода реализации проектов водоснабжения;
- низкий уровень разработки ПСД проектов водоснабжения; реализация проектов водоснабжения без подтверждения запасов подземных вод;
- неполный учет подаваемой воды потребителям;
- недостаточность инвестиционных ресурсов предприятий на модернизацию и реконструкцию систем водоснабжения;
- отсутствие требуемого уровня технической эксплуатации действующих систем водоснабжения.

В качестве одного из значимых достижений в деятельности по управлению водными ресурсами на местном уровне, как в целом в регионе Центральной Азии, так и в Республике Казахстан, следует отметить повышение роли широкой общественности в решении водно-экологических проблем. Активизация гражданского общества в Казахстане началась с ратификацией Орхусской конвенции о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию в вопросах, касающихся окружающей среды. Появилось большое число экологических неправительственных организаций, деятельность которых связана с решением водных проблем. Они занимаются и водными экосистемами, и просвещением общественности, и взаимодействуют с правительственными организациями по вопросам управления и регулирования использования водных ресурсов и т. д., то есть становятся реальной силой, которая может повлиять на регулирование водных отношений на уровне территорий, бассейнов рек и регионов (Петраков И.А. и др, 2007).

## Выводы

В настоящее время эта работа в Казахстане заметно оживилась и стала охватывать широкий спектр вопросов – от вовлечения НПО, движений и партии с различными базовыми платформами в процесс улучшения экологической ситуации в регионах республики, до расширения полномочий Ассоциаций водопользователей, Бассейновых советов и других общественных образований. Неправительственные организации систематически проводят семинары и конференций, выступают в СМИ и организуют общественные слушания, практические акции по озеленению территорий, расчистке русел рек и каналов, водоохраных зон и полос водных объектов. С созданием Регионального экологического центра Центральной Азии (РЭЦ ЦА) достигнуты определенные успехи в создании условий для объединения усилий НПО стран региона в улучшении экологического состояния бассейна Аральского моря. Представители НПО Казахстана входят в состав Глобального водного партнерства Центральной Азии и Кавказа (GWP SACENA) и принимают активное участие в программах по вовлечению общественности в процесс интегрированного управления водными ресурсами этих регионов.

## 6.4 Административный обзор и государственное управление в Казахстане в области ИУВ

**Касым Дускаев, Гульдана Минжанова, Жанна Торегожина**

**E-mail:** kduskaev@gmail.com

Государственное управление водохозяйственным комплексом в Республике Казахстан осуществляют Правительство, уполномоченный государственный орган управления использованием и охраной водного фонда (далее - Уполномоченный орган), местные представительные и исполнительные органы (маслихаты, акимы областей, городов, районов, аулов (сел), а также иные государственные органы в пределах своей компетенции. Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан является ведомством и уполномоченным органом в пределах компетенции Министерства сельского

хозяйства (МСХ) Республики Казахстан, осуществляющим реализационные и контрольные функции в области использования и охраны водного фонда, возложенные на него Конституцией, законами, иными нормативными правовыми актами Республики Казахстан (Водный Кодекс, РК, 2003; Положение о КВР, 2014). Следует отметить, что в настоящее время в Казахстане активно осуществляются реформы в сфере управления водными ресурсами. Указом Президента РК № 1413 от 27 декабря 2013 года Комитет по водным ресурсам Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан был переименован в Комитет по водным ресурсам при Министерстве охраны окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстана. В связи с этим, основные документы, касающиеся полномочий, задач и функций Комитета по водным ресурсам и его структурных подразделений были пересмотрены.

Содержание данного раздела подготовлено по действующим до настоящего времени положениям и документам в сфере управления водными ресурсами в Республике Казахстан.

### Обзор истории Комитета по водным ресурсам.

Комитет по водным ресурсам только за последние двенадцать лет подвергался шестикратной реорганизации, причем структурные изменения негативно сказались на кадровом и научном потенциале, сохранности архивно-материальной базы. Состав центрального аппарата Комитета был сокращен в несколько раз и до последней реорганизации составлял 36 человек, численность работников БВУ уменьшена более чем в два раза, что не позволяет им решать поставленные задачи в полном объеме. Между тем, количество проблем и сложность задач управления водным фондом в последние годы многократно возросли.

Существовавшая организационная структура управления водным хозяйством практически не решала проблем сохранения водных источников, рационального использования и воспроизводства водных ресурсов, что вело к ускорению их истощения, обострению экологической обстановки не только в пределах бассейнов, но и на всей территории страны (Петраков И.А. и др, 2007).

### Организация управления водными ресурсами и ее уровни в Казахстане

Государственное управление использованием и охраной водного фонда на республиканском уровне осуществляет уполномоченный орган - Комитет по водным ресурсам Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан и его бассейновые водохозяйственные управления. Основными задачами Комитета по водным ресурсам являются:

- обеспечение реализации государственной политики в области использования и охраны водного фонда, программ развития водного сектора экономики;
- организация проведения государственного контроля в области использования и охраны водного фонда;
- регулирование использования водного фонда для обеспечения потребностей населения и отраслей экономики, достижение и поддержание экологически безопасного и экономически оптимального уровня водопользования.

Таблица 6.4.1. Динамика исторического состояния центрального аппарата управления водными ресурсами в Казахстане (1958 – 2014 гг.) (Петраков И.А., 2014)

Годы	Изменения в организационной структуре	Число сотрудников в центральном аппарате
1958	Главное управление водного хозяйства (Главводхоз) Казахской ССР	Нет сведений
1960	Министерство водного хозяйства Казахской ССР	Нет сведений
1965	Министерство мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР	179
1991	Государственный Комитет по водным ресурсам Республики Казахстан	80
1994	Комитет по водным ресурсам	78

	Министерства Сельского хозяйства Республики Казахстан	
1997	Комитет по водным ресурсам Министерства природы и охраны окружающей среды Республики Казахстан	31
2002	Комитет по водным ресурсам Министерства Сельского хозяйства Республики Казахстан	34
2013	Комитет по водным ресурсам Министерства охраны окружающей среды	36
2013	Комитет по водным ресурсам Министерства окружающей среды и водных ресурсов	Нет сведений
2014	Комитет по водным ресурсам Министерства Сельского хозяйства Республики Казахстан	Нет сведений

После реорганизации в 2014 году, в структуре Комитета по водным ресурсам произошли изменения и Центральный аппарат Комитета в настоящее время представляют:

- Управление регулирования использования и охраны водных ресурсов;
- Управление по мелиорации, эксплуатации и развитию гидротехнических сооружений;
- Контроль над трубопроводами и питьевой водой;
- Управление организационно-правовой работой;
- Финансовый менеджмент, государственные закупки и суммарный анализ.

Комитет имеет региональные органы — бассейновые инспекции по регулированию

использования и охраны водных ресурсов в городах Алматы, Астане, Атырау, Караганде, Кызылорде, Костанай, Семей, Таразе. Также, в ведении Комитета находится Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственной деятельности «Казводхоз» с областными филиалами и Жамбылское республиканское государственное предприятие по водному хозяйству «Жамбылводхоз».

Местные представительные (маслихаты) и исполнительные (акиматы) органы осуществляют управление водными отношениями на региональном уровне в пределах предоставленных им полномочий. В частности:

*Маслихаты:*

- устанавливают правила общего водопользования на основе утвержденных уполномоченным органом типовых правил;
- утверждают региональные программы по рациональному использованию и охране водных объектов и контролируют их исполнение;
- устанавливают порядок предоставления в пользование и изъятия водохозяйственных сооружений, находящихся в коммунальной собственности.

*Акиматы:*

- создают водохозяйственные организации по управлению и эксплуатации водохозяйственных сооружений, находящихся в коммунальной собственности;
- устанавливают водоохранные зоны, полосы и зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения по согласованию с бассейновыми водохозяйственными объединениями, территориальными органами геологии и охраны недр и санитарно-эпидемиологического надзора;
- предоставляют водные объекты в обособленное и совместное пользование по согласованию с уполномоченным органом;
- разрабатывают и реализуют региональные программы по рациональному использованию и охране водных объектов;
- согласовывают размещение и ввод в эксплуатацию предприятий и сооружений, влияющих на состояние

вод, а также условий производства работ на водоемах и в водоохраных зонах и полосах, вводят ограничения на пользование водными объектами;

- информируют население о состоянии водных объектов.

Компетенции и основные функции бассейновых водохозяйственных управлений описаны в разделе 6.2. Отношения, возникающие между государственными органами управления в части рационального использования и охраны вод, регулируются законодательством Республики Казахстан. В Казахстане сформирована многоуровневая система управления водохозяйственным комплексом: 1) межгосударственный; 2) государственный; 3) бассейновый; 4) территориальный; 4) уровень водопользователей (Проект программы ИУВР, 2007; Водные ресурсы Казахстана, ПРООН, 2004; Гос. программа УВР Казахстана, 2014; Совр. тенденц. в соверш. управ. ВР, 2013). Эти уровни взаимосвязаны и выполняют следующие задачи:

*На межгосударственном уровне* управления водными ресурсами достигается сотрудничество по вопросам совместного использования и охраны трансграничных водных ресурсов. На этом уровне с учетом сложившейся международной практики должны рассматриваться вопросы:

- управления водными ресурсами, снижение или предотвращение отрицательных воздействий;
- предотвращение потерь воды в верховьях и замыкающих створах бассейнов путем снижения потерь на испарение с водной поверхности и с поверхности суши, где выпадают осадки;
- сотрудничества в области охраны качества вод.

*На государственном (национальном), и бассейновом уровнях* управления осуществляются водохозяйственные проекты национального или регионального значения. Примеры водохозяйственных мероприятий на этом уровне: сооружение плотин, водохранилищ, дамб, централизованных водозаборов подземных вод, насосных станций, регулирование стока рек и режимов работы крупных водохранилищ, выявление альтернативных источников пресной воды, а также максимальное снижение потерь при

подаче и распределении воды. Планы управления на этих уровнях должны исходить, главным образом, из действительных потребностей и учитывать существующие социальные и экономические условия в бассейне рек. Планы управления низового уровня должны соответствовать общим планам управления, а общая водохозяйственная политика должна быть ориентирована на все уровни управления. Необходим оптимальный компромисс (в техническом, экономическом и социальном отношении) между дальностью транспортировки воды потребителям и приближением потребителей к источникам воды.

#### *Бассейн*

На территориальном уровне управления осуществляется эксплуатация и содержание в исправности всех водохозяйственных сетей и сооружений, принадлежащих государству. Работа на этом уровне обычно направлена на снижение потерь воды при транспортировке и распределении, на обеспечение доставки воды соответствующего качества и количества в различные пункты в требуемое время и на налаживание прямых эффективных связей между центральными и местными организациями, ведающими водными ресурсами различных районов. Кроме перечисленных мероприятий, организуется работа по повышению эффективности использования воды соответствующими методами и средствами, созданию кооперативов и ассоциаций водопользователей, по взаимодействию между водопользователями и территориальными органами, обладающими правом распределения водных ресурсов, что обеспечивает справедливое распределение воды и минимальные ее потери.

#### *Водопользователь*

*На уровне водопользователей* основными объектами являются: внутрихозяйственные оросительные и коллекторно-дренажные сети с сооружениями, системы, водохозяйственные сооружения промышленных предприятий (Проект программы ИУВР, 2007; Водные ресурсы Казахстана, ПРООН, 2004; Гос. программа УВР Казахстана, 2014; Совр. тенденц. в соверш. управ. ВР, 2013).

### **Совершенствование системы управления и внедрение ИУВР в РК**

Особая роль водных ресурсов в экономике страны, их специфичность и крайняя ограниченность обусловили необходимость осуществления структурного реформирования водохозяйственного сектора экономики, направленного на обеспечение интегрированного подхода к управлению водными ресурсами, решение экологических проблем. Для реализации этих задач создается адекватная структура водного хозяйства, соответствующая каждому уровню управления. Республика Казахстан, являясь полноправным участником мирового сообщества, приняла на себя обязательства по выполнению задач, поставленных в Повестке дня на XXI век (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) и декларациях Саммита тысячелетия (Нью-Йорк, 2000 г.) и Всемирного саммита по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002 г.) и Рио +20 (Рио де Жанейро, 2012). Республикой Казахстан принят ряд мер в направлении достижения устойчивого развития. Казахстан является членом и активным участником Комиссии по устойчивому развитию ООН, процессов «Окружающая среда для Европы» и «Окружающая среда и устойчивое развитие для Азии», региональной евразийской сети Всемирного совета предпринимателей для устойчивого развития. Приняты Стратегия развития Казахстана до 2050 года, Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан до 2015 года, Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы, Стратегия территориального развития Республики Казахстан до 2015 года, созданы Совет по устойчивому развитию Республики Казахстан и АО «Фонд устойчивого развития «Қазына»».

**Таблица 6.4.2. Основные функции Комитета (Водный Кодекс, РК, 2003)**

Функции	Основные функции Комитета
1	участвует в реализации государственной политики в области использования и охраны водного фонда
2	подготавливает и реализует инвестиционные проекты водохозяйственных объектов за счет средств государственного бюджета, а также средств займов и грантов международных финансовых

	организаций
3	является рабочим органом по разработке нормативных правовых актов, согласовывает проекты нормативных правовых актов в регулируемых сферах, а также участвует в прохождении согласовании (регистрации) нормативных правовых актов в государственных органах
4	осуществляет контроль за выполнением условий и требований международных соглашений о трансграничных водах
5	осуществляет государственный учет вод и их использования, ведения государственного водного кадастра и государственного мониторинга водных объектов
6	создает информационную базу данных водных объектов и обеспечение доступа к ней всех заинтересованных лиц
7	организует эксплуатацию водных объектов, водохозяйственных сооружений, находящихся в республиканской собственности, в том числе проектирование, капитальный ремонт, реконструкцию, строительство и содержание, а также обеспечение их безопасности
8	согласовывает на предмет допустимого уровня использования водных ресурсов, прогнозов использования и охраны водных ресурсов в составе схем развития и размещения производительных сил и отраслей экономики, разработанные центральными исполнительными органами
9	устанавливает по бассейнам водных объектов объемы природоохранных и санитарно-эпидемиологических попусков
10	создает республиканскую информационно-аналитическую систему использования водных ресурсов
11	разрабатывает

	водохозяйственные балансы
12	принимает меры по предупреждению, выявлению и устранению нарушений водного законодательства Республики Казахстан и привлечению виновных к ответственности
13	организует проведение государственного контроля в области использования и охраны водного фонда

Данные таблицы 6.4.3 (Петраков И.А. и др, 2007) свидетельствуют о том, что идет интенсивное совершенствование нормативной правовой базы связанной с Национальным водным правом. В первую очередь это связано с тем, что государство относит водные ресурсы к разряду стратегических и, во-вторых, с разработкой и реализацией программ и планов по переходу Республики Казахстан к устойчивому развитию.

**Таблица 6.4.3. Развитие национального водного права Республики Казахстан**

Наименование	На 1 мая 2006 год	На 1 мая 2009 год	Количественный рост
Конституция Республики Казахстан			
Кодексы Республики Казахстан	8	10	2
Законы Республики Казахстан	29	32	5(утратили силу 2)
Указы и обращения Президента Республики Казахстан	10	15	5
Постановления Правительства	78	93	15
Приказы министерств	36	63	27
Международная деятельность	10	26	16

Основы новой системы управления и регулирования водных отношений в Республике Казахстан были заложены в Водном кодексе (2003 года). Практический переход на новую систему управления и регулирования водных отношений в республике начался в 2005 году и завершился в начале 2007 года с внедрением элементов ИУВР во все уровни управления. Осуществляемая организационно - структурная реорганизация системы водного хозяйства направлена на четкое разделение ответственности на национальном и местных уровнях и вместе с тем на интегрированное управление водными ресурсами. При этом основным принципом является создание условий для реализации общенациональной политики в воспроизводстве и рациональном использовании водных ресурсов. Интегрированное управление водными ресурсами является в настоящее время наиболее прогрессивной системой управления и входит в число приоритетов Международного десятилетия действий «Вода для жизни» на 2005-2015 годы.

#### Вывод

Помимо вышеупомянутых мероприятий, наиболее важные результаты внедрения ИУВР в Казахстане включают следующее: (1) разработка и реализация Национального плана по интегрированному управлению водными ресурсами и водосбережению РК (Anonymous 2005); (2) Программа РК интегрированного управления водными ресурсами и водосбережения Казахстана до 2025 года и (3) разработка и принятие Государственной программы по управлению водными ресурсами в Казахстане на 2014-2020гг.

**Таблица 6.4.4 Основы существующей схемы управления и регулирования водных отношений в РК с элементами ИУВР**

№ элемента	Элементы существующей схемы управления
1	управление происходит по бассейновому принципу
2	использование водных ресурсов и земельных ресурсов за счет совместного планирования и управления
3	социальные, экономические и экологические факторы интегрированы в рамках планирования и управления

	водными ресурсами
4	поверхностные и подземные воды и экосистемы, через которые они протекают, интегрированы в рамках планирования и управления водными ресурсами
5	участие населения необходимо для эффективного принятия решений по вопросам водных ресурсов через эффективную деятельность бассейновых советов
6	прозрачность и подотчетность при принятии решений по вопросам управления водными ресурсами являются необходимыми условиями хорошего планирования и управления водными ресурсами



## Раздел 7

# **Трансграничные бассейны и интегрированное управление ими в будущем**

## 7. Трансграничные бассейны и интегрированное управление ими в будущем

### 7.1 Трансграничные горные экосистемы

Рустам Арстанов, Искандар Абдуллаев, Симон Шарре

Адрес эл. почты: [IAbdullaev@carececo.org](mailto:IAbdullaev@carececo.org)

#### Введение

Благодаря наличию экосистем человек получает широкий спектр жизненно важных для него услуг, включая регулирующие (секвестрация углерода и регулирование климата, разложение отходов, очистка воды и воздуха, опыление растений, борьба с заболеваниями), обеспечивающие (зерновые культуры и продовольствие, вода, энергия, в том числе гидроэлектроэнергия и растительное топливо) и поддерживающие (рассеивание и циклическое распространение питательных веществ, рассеивание семян, первичное производство) (Оценка состояния экосистем на рубеже тысячелетий, 2005). В настоящем подразделе описываются основные трансграничные экосистемы Центральной Азии (ЦА), их ценность с точки зрения экономической стабильности и экологической устойчивости региона, а также проблемы деградации, которые они испытывают в настоящее время.

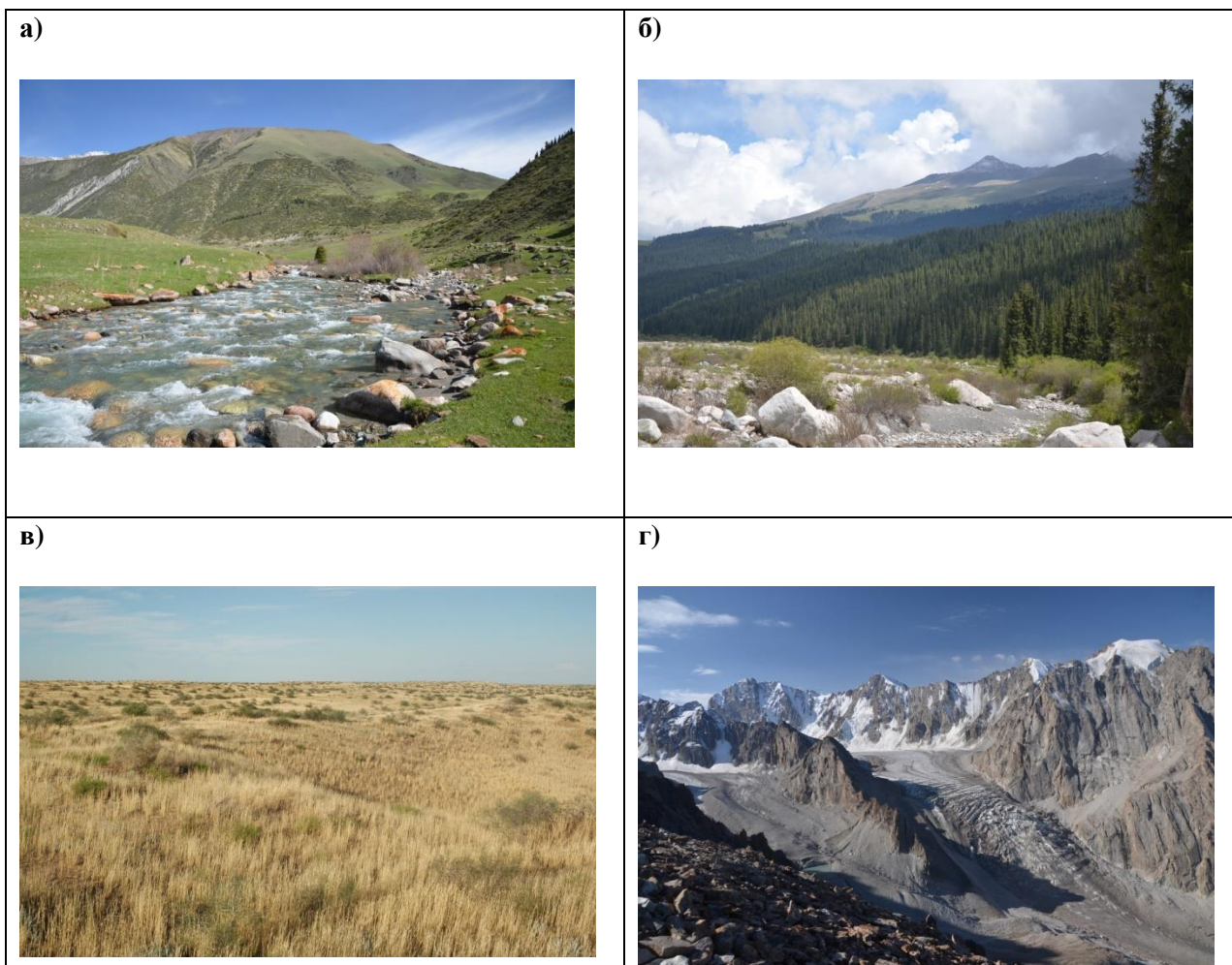
Критически важные водные экосистемы в центральноазиатском регионе (ЦАР), такие как горы, реки и озера, имеют естественные границы, не соответствующие политическому делению региона. Таким образом, политика и практики, применяемые в отдельных государствах, могут влиять на регулирующие, обеспечивающие и поддерживающие функции водных экосистем в масштабе всего ЦАР, в том числе, ухудшение качества воды и здравоохранения, снижение производительности земель, распространение бедности, а также рост количества и качества естественных рисков, миграции и потенциала региональных конфликтов.

Горные экосистемы ЦА являются уникальным источником пресной воды. Управление стоком большинства главных рек осуществляется через каскад водохранилищ, используемых как для ирригации, так и для производства электроэнергии. Многие малые реки формируются в предгорьях в результате выброса подземного стока, вода которого используется для полива пахотных земель в предгорных долинах. Сток таких больших рек как Или, Чу, Талас, Сырдарья, Амударья, Зеравшан, Атрек, Каратал, Аксу и Лепсы формируется на большой высоте, главным образом в Кыргызстане и Таджикистане. Другие страны рассматриваются в качестве экспортеров пресной воды.

Другим интересным примером важных трансграничных горных экосистем ЦАР являются леса. Лесные экосистемы центральноазиатского региона занимают достаточно ограниченную территорию ввиду жестких климатических условий и интенсивной вырубке в прошлом. Сохранившиеся до сих пор леса, главным образом, сконцентрированы в горных районах. Они характеризуются ограниченной экономической ценностью и составляют малую долю в ВВП стран Центральной Азии. Так, например, доля лесного хозяйства в национальной экономике Кыргызской Республики – общий объем лесной и промышленной животной продукции – составляет 97,6 млн кыргызских сомов (прибл. 2 млн дол. США) или примерно 0,1% ВВП (ФАО, 2010). Вместе с тем, горные леса ЦА представляют большой биологический и генетический интерес. Так, в Тянь-Шаньских горах размещается пояс уникальных хвойных деревьев, состоящий из нескольких разновидностей реликтовой тянь-шаньской ели (Рис. 7.1.1. (б)). Западная часть пояса знаменита зарослями зеравшанского можжевельника. Полоса диких плодовых деревьев, простирающаяся у горных подножий, является хранилищем уникального генетического фонда культурных сортов яблони, груши, граната, абрикоса и др. Кроме этого, горные леса – это важный источник древесины и растительного топлива, фруктов, ягод и лекарственных растений, обеспечивающий сельское население средствами к существованию, но, не учитываемый в экономической статистике. Важная роль регулирующих экосистемных услуг,

обеспечиваемых горными лесами, заключается в предотвращении эрозии почвы и защите сел, располагающихся вниз по течению рек, от наводнений, оползней и других стихийных бедствий. И, наконец,

именно леса являются редким типом экосистем региона, обеспечивающих среду обитания для большого количества диких животных, а также исчезающих видов флоры и фауны.



**Рисунок 7.1.1** Различные типы экосистем: а) горная река; б) горные можжевеловые заросли; в) полусаванна; г) высокогорье

### **Классификация горных экосистем Центральной Азии**

В прошлом было предпринято несколько попыток классификации экосистем на основе всемирно признанных стандартов (ГС США, 1997) и ее применения на субрегиональном уровне. В Таблице 7.1.1 представлена классификация горных экосистем, разработанная специалистами Регионального экологического центра Центральной Азии (РЭЦЦА, 2004).

### **Дегградация экосистем в Центральной Азии**

Косвенное и прямое воздействие деятельности человека, а также изменение

климата ведут к разрушению природных экосистем Центральной Азии. Биоразнообразие и объем биомассы сокращаются ввиду вырубki леса, сбора урожая лекарственных трав и эстетически привлекательных растений, охоты, рыбалки, выпаса скота и заготовки сена. Косвенно к сокращению объема естественной биомассы также ведут загрязнение окружающей среды, разрушение ареалов обитания диких животных, строительство дорог и поселений, горнодобывающих предприятий, водохранилищ и других объектов. В результате фрагментации и сокращения площади ареалов обитания большинство видов флоры и фауны находятся под угрозой исчезновения. Ряд видов центральноазиатских животных и растений

уже исчезли, такие как дикий гранат, туранский тигр, красный волк и др. (ПРООН, 2006). В результате трансформации и прямой эксплуатации водных и связанных с водой экосистем более 50 видов рыб, около 40 видов птиц, 20 видов млекопитающих, 4 вида амфибий включены в Список исчезающих видов МСОП.

Сокращение объема водных ресурсов и ухудшение качества воды может отрицательно сказаться на сельскохозяйственном производстве и нанести вред продовольственной безопасности региона. Так, например, злоупотребление поливной водой в комплексе с ненадлежащим состоянием дренажных систем уже вызвало крупномасштабную деградацию земель в районах, в основном питаемых водой и расположенных вниз по течению рек Амударья и Сырдарья. Недавние исследования говорят о том, что более 50% орошаемых земель в ЦАР засолены (Хадыр и др., 2009). Использование высокоминерализованной воды без соответствующей очистки может привести к накоплению солей в корневой зоне растений, что негативно сказывается на производительности культур. Население засушливых районов, расположенных вниз по течению рек, может пострадать от голода, распространения пандемических заболеваний и, даже, может быть вынуждено переселиться.

### Причины деградации экосистем

В доступной литературе указываются следующие причины деградации экосистем в ЦА, связанные с экологической политикой и управлением окружающей средой:

- Управление экосистемами часто осуществляется на основании рыночных механизмов, сосредоточенных на получении краткосрочных преимуществ и пренебрегающих долгосрочными последствиями;
- Отсутствие четкого определения прав собственности в отношении ряда экосистем и природных ресурсов, наличие которых они обеспечивают;
- Недостаточное количество интегрированных региональных проектов/программ по развитию;
- Ненадлежащее исполнение национальных природоохранных норм и много- и двусторонних экологических соглашений (МОС);
- Ограниченный финансовый и институциональный потенциал профильных государственных организаций и государственный контроль над защищенными территориями (напр., зарплата сотрудников таких ведомств настолько мала, что они сами участвуют в незаконной вырубке леса);
- Низкий уровень экологической осведомленности, что приводит к ситуации приоритетности защиты прав потребителей по отношению к защите дикой природы. В системе советского образования отсутствовали специальные предметы, посвященные экологическим вопросам и защите природы. Тарифы на основные коммунальные услуги традиционно были низкими ввиду государственного субсидирования. Таким образом, население не имело представления о реальной ценности (стоимости) естественных ресурсов и связанных с ними услуг;
- Ограниченные возможности гражданского общества и НПО по внедрению общественных интересов в программы развития;
- Природные биоресурсы являются главным источником благосостояния населения, проживающего в удаленных районах. Например, в Кыргызстане 60% населения – это фермеры, доходы которых в значительной степени зависят от использования пастбищ;
- Отсутствие эффективных механизмов по урегулированию трансграничных споров между различными пользователями природных ресурсов;
- Тарифная политика основана на государственном субсидировании услуг, связанных с водой и электроэнергией, что приводит к низкой заинтересованности в экономии воды и энергии среди пользователей;
- Отсутствие в центральноазиатских странах методологий национальной и трансграничной эколого-экономической оценки экосистем;
- Слабость национальных систем мониторинга состояния экосистем и природных ресурсов (ГВП, РЭЦЦА, 2006), (РЭЦЦА, 2004).

Таблица 7.1.1 Классификация горных экосистем Центральной Азии

Типы экосистем	Подтипы экосистем
<b>1. Пустынная экосистема</b>	1.1. Предгорная пустынная экосистема (Северный Тянь-Шань); 1.2. Высокогорная пустынная экосистема (Восточный Памир).
<b>2. Полупустынная экосистема</b>	2.1. Предгорная полусаванная экосистема с низкотравьем, эфемерной и эфемероидной растительностью (Западный Тянь-Шань) (Рисунок 7.1.1 (в)); 2.2. Предгорная и низкогорная экосистема с полукустарниками, высокотравьем, эфемерной и эфемероидной растительностью (Западный Тянь-Шань, Копетдаг); 2.3. Средневысокогорная экосистема с эфемероидно-полынной растительностью (Западный Памир, Бадахшан).
<b>3. Степная экосистема</b>	3.1. Низкогорная степная экосистема (Северный Тянь-Шань); 3.2. Средневысокогорная степная экосистема (Северный и Центральный Тянь-Шань); 3.3. Ксерофито-степная экосистема среднего горного пояса (Западный Памир, Бадахшан, Копетдаг); 3.4. Высокогорная степная экосистема (Центральный Тянь-Шань, сырты Внутреннего Тянь-Шаня и Восточного Памира).
<b>4. Лесная экосистема</b>	4.1. Предгорная и низкогорная ксерофито-лесная открытая лесная экосистема (Западный Тянь-Шань, Копетдаг, Западный Памир); 4.2. Экосистема с дикими фруктовыми (яблоня, абрикос) рощами и кустарниками (Северный и Западный Тянь-Шань); 4.3. Открытая лесная экосистема с кустарниками боярышника и фисташки (Западный Тянь-Шань); 4.4. Экосистема с мелколиственными (береза, осина) деревьями (Северный Тянь-Шань); 4.5. Экосистема с кленовыми деревьями (Западный Тянь-Шань); 4.6. Экосистема с деревьями грецкого ореха (Западный Тянь-Шань); 4.7. Еловая лесная экосистема (Северный Тянь-Шань) (Рис. 7.1.1 (б)); 4.8. Можжевельниковая и открытая лесная экосистема (Западный Тянь-Шань, Копетдаг, Западный Памир); 4.9. Тугайная лесная экосистема (долины рек).
<b>5. Луговая экосистема</b>	5.1. Луговая экосистема с средне- и высокотравьем среднего горного пояса (Северный и Западный Тянь-Шань); 5.2. Субальпийская луговая экосистема с можжевельником (Северный и Западный Тянь-Шань); 5.3. Альпийская луговая экосистема с низкотравьем и кобрезией (семейство осоковых) (Северный, Западный и Центральный Тянь-Шань) и осоково-луговая экосистема (Северный Тянь-Шань).
<b>6. Высокогорный подушечник</b>	6.1. Континентальная зимняя экосистема (Западный Памир, Бадахшан, Центральный Тянь-Шань); 6.2. Ультра-континентальная летняя экосистема (Восточный Памир).
<b>7. Нивальная экосистема</b>	7.1. Моренная экосистема; 7.2. Экосистема вечной мерзлоты; 7.3. Ледниковая экосистема (Рис. 7.1.1 (в)).
<b>8. Водная экосистема</b>	8.1. Речная экосистема (Рис. 7.1.1 (а)); 8.2. Экосистема средневысотного горного озера; 8.3. Экосистема высокогорного озера; 8.4. Экосистема искусственного водоема.
<b>9. Агрэкосистема</b>	9.1. Экосистема сельскохозяйственного объекта; 9.2. Экосистема дачного участка.
<b>10. Городская экосистема</b>	10.1. Экосистема горного поселения до 500 жителей; 10.2. Экосистема горного поселения более 500 жителей; 10.3. Городская экосистема (большие и малые города); 10.4. Экосистема туристических и санаторных объектов (санатории, гостевые дома и т.д.).

#### Меры по усовершенствованию

С целью улучшения состояния экосистем правительства стран ЦАР должны внедрить следующий ряд национальных и региональных мер:

- ◆ Разработка региональных планов действий по трансграничному управлению экосистемами;

- ◆ Внедрение ресурсосберегающих технологий и достижение минимального уровня потерь ресурсов;
- ◆ Измерение минимального и максимального уровня водостока, необходимого для обеспечения экологической устойчивости рек, и определение мер по улучшению состояния водных экосистем;
- ◆ Внедрение мер контроля за трансграничным загрязнением окружающей среды и связанных с ним бедствиями;
- ◆ Осуществление мер по оценке, воспроизводству и увеличению биоресурсов;
- ◆ Реабилитация растительного покрова в зонах формирования и потребления стока;
- ◆ Усовершенствование систем экологического мониторинга и контроля за выбросом загрязнителей в окружающую среду;
- ◆ Разработка методов оценки стоимости экосистемных услуг;
- ◆ Расширение экологической осведомленности среди населения и вовлечение населения в мероприятия по защите природы.

## Заключение

Принимая во внимание требования международных конвенций, нормативно-правовые системы центральноазиатских государств должны быть согласованы на уровне региональных соглашений и меморандумов. Все бассейновые соглашения, связанные с водой и другими ресурсами, должны быть направлены на сохранение и защиту экосистем и интегрированное управление водными ресурсами. Данные соглашения должны определять процедуры проведения консультаций и эффективные механизмы уведомления, контроля и смягчения трансграничных воздействий, включая

обнаружение очагов и измерение объемов загрязнения, определение его источников и общий мониторинг состояния окружающей среды на трансграничном уровне.

## 7.2 Современное положение и перспективы развития биоресурсов трансграничных рек Или и Иртыш в Казахстане

**Асылбекова Сауле, Шалгимбаева Гульмира, Исбеков Куаныш**

E-mail: [assylbekova@mail.ru](mailto:assylbekova@mail.ru)

### Введение

Хозяйственная политика сопредельных в бассейне государств (например, Китайская народная республика) в пределах трансграничных рек Или и Иртыш оказывает огромное воздействие на величину и качество биоресурсов Казахстана (таких как рыболовство). Ухудшение водного режима (например, снижение потоков) и снижение биопродуктивности рыбохозяйственных водоемов может быть вызвано реализацией сопредельными государствами своих водохозяйственных программ. К примеру, существует угроза, что планируемое Китаем увеличение забора воды в верхних течениях рек Или – до 4,0 км<sup>3</sup>/год и Черный Иртыш – до 5 км<sup>3</sup>/год, значительно снизит объем трансграничного стока и ухудшит условия воспроизводства ценных видов рыб (каarp, судак) в водоемах Или-Балхашского и Зайсан-Иртышского бассейнов (КазНИИРХ, 2010). Схема Зайсан-Иртышского водного бассейна представлена на рисунке 7.2.1. Река Иртыш также берет начало на территории Китайской Народной Республики и носит название Черный Иртыш.



Рисунок 7.2.1 Схема Зайсан-Иртышского водного бассейна (Википедия, без даты)

Черный Иртыш впадает в озерную часть Бухтарминского водохранилища – Зайсан. Водоохранилище и, особенно, его озерная часть – самый крупный рыбопромысловый водоем на востоке страны, здесь ежегодно добывается 8-10 тыс. тонн рыбы. Водность

трансграничному мониторингу окружающей среды в Казахстане и Китае), что привело к сокращению загрязнения. В отличие от р. Иртыш, 76% стока р. Иле формируется на территории Китая. Поэтому зависимость экологии бассейна р. Иле от



Рисунок 7.2.2 Схема расположения озера Балхаш, реки Иле (Википедия, без даты)

бассейна в последние годы снижается, увеличивается повторяемость маловодных лет, что отрицательно сказывается на объеме вылова рыбы. По данным исследований Куликова (2003), в маловодный год при отъеме воды  $3 \text{ км}^3$  – Бухтарминское водохранилище разбивается на два водоема, что имеет катастрофические последствия для биоценозов. Снижение водности за счет искусственного уменьшения стока реки Черный Иртыш приводит к исчезновению богатейших нерестилищ в дельте реки. Общая площадь дельты, по нашей оценке, составляет  $625 \text{ км}^2$ . Приблизительно,  $415 \text{ км}^2$  общей площади дельты составляют нерестилища. При заборе КНР дополнительно  $2,1 \text{ км}^3$ , потери нерестилищ составят около  $120-150 \text{ км}^2$  (30-35 % площади нерестилищ в дельте). В связи с поступлением в реку Черный Иртыш с территории сопредельных государств тяжелых металлов, в реке периодически создаются тяжелые условия для жизнедеятельности водных организмов (Куликова и Куликов, без даты). Этот вопрос был решен. Например, с Китаем были подписаны соглашения о мониторинге загрязнения реки Черного Иртыша (в том числе реализация программы по

водохозяйственной ориентации КНР куда более «теснее», чем в Иртышском. И от ее водохозяйственной политики полностью зависит судьба бассейна р. Иле, включая оз. Балхаш. Река Или является основной водной артерией бассейна оз. Балхаш. Или-Балхашский регион, таким образом, как единый водный бассейн расположен на территории Казахстана и Китайской Народной Республики. В верхнем течении р. Или на территории СУАР КНР сооружены и строятся крупные гидротехнические сооружения для нужд ирригации и энергетики.

Водохозяйственная система китайской части бассейна р. Или состоит из 14 русловых водохранилищ, 58 ГЭС (деривационных и приплотинных). В 2000 году исследования, связанные с оценкой качества поступающего в Казахстан трансграничного стока и влияния роста водозабора на территории КНР на экологию и рыбные ресурсы Или-Балхашского бассейна начаты КазНИИ рыбного хозяйства. Среди загрязняющих веществ значительную опасность для водной биоты представляют ионы тяжелых металлов, концентрация которых в последние

многоводные годы снизилась до безопасных пределов.

При заборе 40 % стока р. Или уровень воды в Балхаше составит 341,93 м БС, в средневодный – 340,24 м БС, а в маловодный год озеро разделится на две половины (западную и восточную). Уровень воды в Западном Балхаше составит 338,4, а в Восточном – 332,2 м БС (Кенжебеков, 2013).

### Вывод

Исследования, представленные здесь, ясно показывают масштаб проблем и влияние обмена водами через национальные границы, сильно подчеркивая необходимость управления водными ресурсами на основе водосборной площади (в отличие от государственной границы). Увеличение забора из реки в маловодные годы превратит оз.Балхаш в разрозненные плесы. Восточная часть озера практически

потеряет рыбохозяйственное значение из-за высокой солености, в Западном Балхаше увеличение минерализации воды также приведет к сокращению рыбных запасов. Эти негативные экологические последствия приводят к серьезным социальным и экономическим последствиям как местным, так и региональным. Следует отметить, что в настоящее время нет уточненных данных об объемах забора воды из рек Иртыша и Или на территории КНР. Пока же, руководствуясь имеющимися в разных публикациях сведениями, объемы забора воды в верховьях рек Или и Иртыша ориентировочно оцениваются до 4 и 5 км<sup>3</sup> в год соответственно. Эти же объемы принимаются во внимание при составлении предварительных прогнозных расчетов о влиянии сокращения стока рек на экологическое состояние водоемов нашей Республики и экономику страны.

Таблица 7.2.1 - Содержание тяжелых металлов в р. Иле, 2013 г. (верхнее течение) (в мг/л).

Cd, мкг/л		Cu, мкг/л		Pb, мкг/л		Zn, мкг/л		Ni, мкг/л	
Факт.	ПДК	Факт.	ПДК	Факт.	ПДК	Факт.	ПДК	Факт.	ПДК
0,0	5,0	2,0	10,0	0,8	10,0	2,4	10,0	1,9	10,0

## 7.3 Проблемы трансграничного сотрудничества

Искандар Абдуллаев

Адрес электронной почты:  
[IAbdullaev@carececo.org](mailto:IAbdullaev@carececo.org)

### Современные проблемы

С момента обретения независимости страны Центральной Азии переживают политические, экономические и социальные преобразования. Эти преобразования оказывают долгосрочное воздействие на водохозяйственный сектор, который когда-то был вторым крупнейшим пользователем государственных средств в советское время (Абдуллаев и Атабаева, 2012). Усиливающийся экономический кризис и ограниченные возможности финансирования национальных государств после обретения независимости привели к снижению притока

финансовых ресурсов в водохозяйственный сектор, в результате чего снизилось влияние и роль чиновников из этого сектора в государственном строительстве. Реформы в сельском хозяйстве и других отраслях экономики привели к серьезным изменениям в водохозяйственном секторе. В двух из пяти стран Министерство водных ресурсов, по-прежнему, является отдельным учреждением; в одной стране оно было объединено с Департаментом сельского хозяйства, при этом сохранив свою сферу ответственности; в оставшихся двух странах Департаменты управления водными ресурсами вошли в состав Агентства окружающей среды. Хотя эти изменения в секторе водных ресурсов произошли на национальном уровне, они имеют широкие последствия на региональном уровне. В последние годы водохозяйственные вопросы в Центральной Азии стали политическими вопросами: роль технократа – управляющего водными ресурсами была ограничена, превратив его из активного субъекта, определяющего повестку, в наблюдателя (Духовный и др. 2008). В настоящем документе подчеркивается важность



комплексного подхода к реформам в водохозяйственном секторе, что повысит эффективность управления водными ресурсами и увеличит вероятность сотрудничества между странами региона в сфере управления этими ресурсами.

Центральная Азия является домом для 60 миллионов людей, а также одной из политических, социальных и экономических «горячих точек» мира. Водные ресурсы – это важнейший элемент для будущей устойчивости региона; это важный фактор для производства продовольственных товаров и энергоресурсов, а также обеспечения экологической устойчивости. Многочисленные вопросы управления водными ресурсами в странах Центральной Азии взаимосвязаны. Социально-политические и экономические преобразования за последние два десятилетия во многом способствовали изменениям в водохозяйственном секторе (Абдуллаев и Рахматуллаев, 2003). Ограниченные возможности учреждений, занимающихся водохозяйственными вопросами, неэффективное управление водными ресурсами и недостаточная координация привели к конкуренции и борьбе за эти ресурсы на всех уровнях. Новая сельскохозяйственная политика, экономический рост в других отраслях в каждой стране способствуют формированию новой водохозяйственной политики, однако эта политика является результатом общей национальной политики каждого индивидуального государства. С учетом такой несогласованности политик различных государств для улучшения управления водными ресурсами в регионе необходимо более комплексное, трансграничное сотрудничество.

## Изменения на различных уровнях (преобразования)

Для развития собственной государственности после обретения независимости страны Центральной Азии прошли через политические, экономические и социальные преобразования. В разных государствах учреждения, созданные в советское время, были либо закрыты или преобразованы в другие организации. Реформы в водохозяйственном секторе в странах Центральной Азии осуществлялись медленно из-за внезапного распада институциональной и финансовой инфраструктуры данного сектора. Проблема еще более усугубилась из-за распада сети научных исследований и практической работы, а также провала «шаблонных» подходов, применявшихся в рамках недавних реформ в водохозяйственном секторе (Духовный и др., 2008). Кроме того, функционирование огромной и неэффективной инфраструктуры требовало от специалистов данного сектора акцентироваться на представлении практических решений, а не на институциональном строительстве. Экологические реформы в других отраслях, особенно в сельском хозяйстве, также усугубили проблему, усиливая борьбу и конкуренцию за водные ресурсы на местном уровне. Управление водными ресурсами на уровне бассейна стало хаотичным и непостоянным; национальным водохозяйственным системам не хватало последовательности и преемственности; а сотрудничество на региональном (трансграничном) уровне больше не следует изначально предусмотренным целям и стало политической площадкой для отстаивания различающихся интересов прибрежных государств (Рис 7.3.1).

Изменения в водохозяйственном секторе очевидны на местном уровне, где численность водопользователей многократно возросла из-за реформ в сельском хозяйстве. Коллективное ведение хозяйства было упразднено; и основной формой сельскохозяйственного производства стали индивидуальные и частные фермерские хозяйства. Конкуренция и борьба стали обычным явлением повседневной водохозяйственной деятельности. Новые национальные государства приняли новую политику, предусматривающую социально-экономический контроль со стороны государственных учреждений, который сменил сосредоточенную в руках государства закрытую и авторитарную систему. Таким образом, различающиеся режимы управления водными ресурсами играют важную роль в формировании национальной водохозяйственной политики. Региональная

водохозяйственная политика, которая когда-то была внутренним вопросом при советском режиме, теперь стала полем битвы для отстаивания интересов прибрежных государств. На этом уровне регулярно происходят столкновения между интересами стран, расположенными в верхних и нижних районах, а также между интересами отраслей энергетики и ирригации, что приводит к напряженности между государствами Центральной Азии из-за водных ресурсов.

Хотя эти три вида политики (повседневную, национальную и региональную) можно рассматривать в качестве отдельных аспектов управления водными ресурсами, в действительности, они взаимозависимы и связаны друг с другом.

Последовательные решения проблемы, связанной с повседневной



**Рисунок 7.3.1** Изменения в трех уровнях управления водными ресурсами (Абдуллаев и Атабаева, 2012)

водохозяйственной деятельностью, могут снизить конкуренцию за водные ресурсы в разных районах и уменьшить давление на национальную водохозяйственную систему. Это обеспечило бы временем и ресурсами на разработку эффективной национальной водохозяйственной политики. В настоящее время давление, оказываемое повседневной водохозяйственной деятельностью, приводит к задержке с серьезными реформами в этом секторе. Национальные водохозяйственные системы, в основном, концентрируются на удовлетворении срочных каждодневных потребностей в воде. Отсутствие продуманной, систематической национальной политики в этой сфере привели к конфликту интересов на региональном (трансграничном) уровне.

### Усилия, направленные на государственное строительство (внутренние и внешние)

С момента обретения независимости в 1990-е годы страны Центральной Азии стали создавать национальные институты, такие как правовая система, государственные структуры, вооруженные силы и правоохранительные органы. Внезапный распад советской системы привел к возникновению сложностей, требовавших срочного внимания. Непосредственные внутренние и внешние угрозы требовали большей части ресурсов новых государств, так как государственное строительство стало наиболее важной задачей для всех уровней государственной власти. Первоначально государственное строительство было, в основном, связано с внутренними аспектами процесса, такими как создание государственного аппарата и разработка законодательства. С начала 2000-х годов, страны региона начали больше приводить в порядок внешние аспекты государственного строительства: границы, общую инфраструктуру и ресурсы (водные ресурсы).

Поскольку внешние аспекты государственного строительства являются более щепетильными с политической точки зрения, они имеют более широкие последствия для трансграничного управления водными ресурсами. Создав большую часть атрибутов государственности, страны региона чувствуют себя более уверенно, защищая свои интересы открыто, когда речь идет об

общих ресурсах, в том числе водных ресурсов.

### Различающиеся водохозяйственные системы (управление)

С 1990-х годов государства Центральной Азии создают различные режимы управления; в каждой стране свой уникальный политический и экономический строй, несмотря на их общую историю – в советское время до обретения независимости они являлись частью одного и того же государства с аналогичной социально-политической и экономической системой.

Введя в курс проблем, связанных с управлением водными ресурсами в Центральной Азии, важно понять, как происходили преобразования в водохозяйственных секторах стран Центральной Азии. С 1990-х годов водохозяйственные секторы стран региона были преобразованы из финансируемых и управляемых государством в различного рода водохозяйственные системы (Таблица 7.3.1).

Таблица 7.3.1 Водохозяйственные системы (Абдуллаев, 2013)

Водохозяйственные системы управления (управление)	Компоненты водохозяйственной системы
Управляемая и контролируемая государством (сосредоточенная в руках государства):	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ слабые организации пользователей (Ассоциации водопользователей - АВП)</li> <li>✓ финансируемые и контролируемые государством водохозяйственные организации (ВХО)</li> <li>✓ территориальное управление водных ресурсов с некоторыми элементами управления бассейнами</li> <li>✓ Водные ресурсы</li> </ul>

	– это вопрос безопасности
Децентрализованное управление водными ресурсами:	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Новые жизнеспособные АВП</li> <li>✓ Ограниченная государственная поддержка</li> <li>✓ Управление бассейном</li> </ul>
Дерегулируемое управление водными ресурсами:	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Местное управление водными ресурсами</li> <li>✓ ВХО не способны проводить водохозяйственную политику</li> <li>✓ Национальная политика оторвана от реалий на местах</li> </ul>

Различия в водохозяйственных системах приписывались различающейся национальной политике управления водными ресурсами государств Центральной Азии. Несмотря на соблюдение здравых международных принципов (например, интегрированного управления водными ресурсами, ИУВР), водохозяйственная политика является результатом разработки своеобразной политики в каждой стране. Таким образом, в странах Центральной Азии существуют различные водохозяйственные системы на национальном уровне.

Управляемые и контролируемые государством водохозяйственные системы характерны для стран с сильным государственным аппаратом и с высокой долей государственного финансирования водохозяйственного сектора. В этой системе государство присутствует в водохозяйственном секторе во всем и на протяжении всего периода государственного строительства и переходного периода. Государство определяет водохозяйственную политику и практику, как на национальном, так и на местном уровнях. Водные ресурсы являются вопросом национальной безопасности, и решения принимаются на политическом уровне, при этом государственные водохозяйственные организации являются лишь только исполнительными органами. Подавляющий

государственный контроль над управлением водными ресурсами привел к слабости организаций водопользователей и отсутствию пространства для участия частного сектора (Аминова и Абдуллаев, 2009).

Децентрализованные водохозяйственные системы возникли в странах с развивающейся относительно неоднородной экономической системой и приватизированным сельскохозяйственным производством. В этой системе государство играет роль разработчика политики; а внедрение политики возлагается на широкий круг субъектов: государственные водохозяйственные организации, частных операторов, а также частных водопользователей и группы водопользователей.

Дерегулируемое управление водными ресурсами характерно для слабых государств. Ограниченные финансовые и экономические средства привели к отходу от управления водными ресурсами. Отсутствие жизнеспособных организаций водопользователей и серьезной заинтересованности частного сектора привело к анархии в сфере управления водными ресурсами. Управление водными ресурсами стало площадкой для различных фракций, чтобы контролировать электорат во время различных выборов. Роль государственных водохозяйственных организаций часто ограничивается сбором платежей за эксплуатацию оросительных систем.

### *Экономический рост*

В середине 2000-х годов после декады стагнации и экономического спада, государства Центральной Азии начали неуклонно развиваться. Экономический рост варьируется с 11% в Туркменистане до 5-6% в Кыргызстане. Этот рост можно отнести к высоким ценам на нефть, газ и другие природные ресурсы, а также к структурным изменениям в экономике. Государства Центральной Азии преобразовали свою экономику из централизованной и плановой в движимую больше рынком. Два государства Центральной Азии являются членами Всемирной торговой организации (ВТО), а еще одно находится в процессе присоединения к ВТО. Практически во всех странах параллельно государственной

экономике, присутствует динамичный и конкурентоспособный частный сектор. Частные интересы также надежно защищены при обеспечении водой.

Изменения в экономике в определенной степени отразились и на формировании водохозяйственной политики. Все государства региона ввели оплату за водопользование для различных секторов. Частный сектор лоббируют изменения в законодательство и практику управления водными ресурсами в целях обеспечения доступа к водным ресурсам. Наметившейся тенденцией являются частные инвестиции в инфраструктуру водохозяйственного сектора. Частные интересы надлежащим образом представлены при обсуждении вопроса о совместном использовании водных ресурсов на региональном уровне. Национальные и транснациональные энергетические компании, общины, занимающиеся орошаемым земледелием, и промышленные группы принимают косвенное участие в обсуждении вопроса о совместном использовании водных ресурсов прибрежными государствами. Кроме того, дальнейший экономический рост будет подпитывать потребность в энергоресурсах, продуктах питания и, следовательно, усилит конкуренцию за водные ресурсы.

#### *Социальные изменения*

Недавние политические и экономические реформы привели к упразднению «уровниловки» в государствах Центральной Азии. В различных сферах жизни все больше преобладают частные интересы, поскольку усиливается власть денег и ресурсов. Кроме того, социальная инфраструктура советской эпохи, которая обеспечивала определенную степень социальной защищенности для большинства населения, уступила место более прагматичной политике с экономической движущей силой. Различные группы населения, особенно в сельских районах, оказались социально незащищенными и зависят от натурального хозяйства. Эта ситуация усугубляется

недавними сельскохозяйственными реформами, в результате которых сейчас сельскохозяйственное производство является индивидуальной ответственностью фермеров (Рисунок 7.3.2).

Водохозяйственная система, имевшая дело с коллективным хозяйством при повседневном управлении водными ресурсами, не способна справиться с системой индивидуального и неоднородного производства. Таким образом, бедные люди испытывают сложности с доступом к водным ресурсам. Без надлежащих местных организаций водопользователей социальное расслоение и различия в уровне власти станут основным препятствием для устойчивого управления водными ресурсами в регионе. В последние годы социальные протесты, связанные с доступом к водным ресурсам, стали обычным явлением в сельских районах Центральной Азии. Опасность заключается в том, что эти связанные с доступом к водным ресурсам социальные протесты чреваты социальными волнениями, подстрекаемыми как внутренними, так и внешними силами, чуждыми нынешним правительствам.

#### **Современные тенденции**

##### *Реформы водохозяйственного сектора, интегрированное управление водными ресурсами*

В последнее время страны региона начали предпринимать серьезные попытки реформирования своих водохозяйственных секторов. Движущими факторами реформ водохозяйственного сектора/ИУВР в Центральной Азии стали: (1) общие реформы государственного аппарата, процесс государственного строительства; (2) сокращение бюджетных ассигнований водохозяйственному сектору; и (3) проблемы с управлением водными ресурсами: огромная и неэффективная водохозяйственная система и, конечно, давление со стороны международных донорских организаций, а также нехватка возможностей для получения международного финансирования.

С точки зрения прогресса в реализации ИУВР наиболее продвинутой страной является Казахстан, где создана правовая и институциональная среда для ИУВР. Довольно ощутимый прогресс был также

Базы данных, разработанные за этот период, охватывают различные уровни, аспекты и регионы водохозяйственной деятельности в Центральной Азии. Исходные данные собираются и хранятся на самых низких



Рисунок 7.3.2 Влияние социально-экономических изменений на управление водными ресурсами на местном уровне (Абдуллаев и др., 2009)

достигнут в Узбекистане, где для управления водными ресурсами для орошения создаются бассейновые организации. С проведением недавних реформ в водохозяйственном секторе в Таджикистане, эта страна также держит курс на ИУВР. Кыргызстану, несмотря на созданные надлежащие правовые и институциональные условия, все еще не хватает систематической политической поддержки процессу. В Туркменистане недавно были предприняты шаги к созданию платформы для обсуждения реформ в водохозяйственном секторе (Абдуллаев, 2013).

#### Обмен данными и информацией

Требования к сбору данных и отчетности в водохозяйственном секторе стран Центральной Азии практически не изменились с советских времен. За последнее десятилетие или около того региональными организациями (такими как Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК), Исполнительный комитет Международного фонда спасения Арала (ИК МФСА) и т.д.), были предприняты огромные усилия по систематизации данных о водных ресурсах.

уровнях управления водными ресурсами, при этом доступ к ним для представителей высшего уровня водохозяйственной иерархии и общественности ограничен или закрыт вообще (Абдуллаев и др., 2012). Тем не менее, были предприняты усилия для создания региональных и национальных систем информации о водных ресурсах; это привело к принятию роли этих систем в совершенствовании управления водными ресурсами.

#### Региональные институты и платформы

Сразу после распада Советского Союза страны Центральной Азии создали региональные организации сотрудничества по управлению водными ресурсами. Страны региона создали институты для эффективного решения проблем, связанных с распадом совместных водохозяйственных организаций советской эпохи.

В 1980-х годах были созданы две бассейновые организации по Сырдарье и Амударье, существующие по сей день. Затем в 1992 году после распада Советского Союза 5 государств Центральной Азии создали Межгосударственную координационную водохозяйственную комиссию (Межгосударственную комиссию по

управлению водными ресурсами) (МКВК), которая отвечает за водохозяйственные вопросы. В настоящее время региональные институты организованы под эгидой Международного фонда спасения Арала (МФСА), созданного в 1994 году. В 1997 году Межгосударственная комиссия по устойчивому развитию (МКУР) была основана для сотрудничества по вопросам устойчивого развития, Региональный экологический центр Центральной Азии (РЭЦА) был создан в 2001 году в качестве платформы для сотрудничества между государством, гражданским обществом и частным сектором по проблемам экологии.

Соглашения, касающиеся водных ресурсов и подписанные в советское время, использовались в качестве основы для дальнейшего совместного использования водных ресурсов странами Центральной Азии. Участие президентов всех стран в наиболее важных мероприятиях региональных организаций обеспечили сильную политическую поддержку этим региональным институтам. Региональные институты являются местными инициативами с ограниченной поддержкой со стороны международных донорских организаций. В региональных институтах представлены все страны равным числом представителей, а решения принимаются на основе консенсуса.

В настоящее время региональные институты сталкиваются с рядом сложностей, связанных с новыми политическими, экономическими и социальными условиями в партнерских странах. Во-первых, национальные интересы стран региона определены вразрез с договоренностями, достигнутыми в советское время. Во-вторых, эти региональные институты должны получать значительную поддержку от учредителей для организации своей работы. Это обеспечит причастность стран Центральной Азии, как к региональным процессам, так и институтам. В-третьих, роль региональных организаций в разработке водохозяйственной политики больше декоративна и ограничена. Кроме того, за последние несколько лет доверие к региональным организациям резко снизилось, также как и их мандат. Таким образом, может оказаться полезной перезагрузка, чтобы заверить как национальных, так и международных игроков в отношении роли региональных

институтов в улучшении управления водными ресурсами.

## Заключение

Национальные водохозяйственные системы акцентировались на удовлетворении неотложных повседневных потребностей в воде. Отсутствие хорошо продуманных и систематических национальных политик в водохозяйственной сфере привели к конфликту интересов на региональном (трансграничном) уровне. Кроме того, подавляющий государственный контроль над управлением водными ресурсами привел к слабости организаций водопользователей, оставив мало пространства для участия частного сектора. В отличие от этого, в странах, где государство не играет значимой роли в управлении водными ресурсами, эти ресурсы использовались различными фракциями в качестве инструмента, чтобы получить контроль над электоратом. Дальнейший экономический рост будет подпитывать потребность во все больших объемах энергоресурсов и продовольствия и, следовательно, усилит конкуренцию за водные ресурсы. Важно отметить, что в последние годы социальные протесты, связанные с доступом к водным ресурсам, стали обычным явлением в сельской местности Центральной Азии.

Внешние аспекты государственного строительства являются более щепетильными с политической точки зрения и будут иметь более широкие последствия для трансграничного управления водными ресурсами. Сейчас вновь образованные государства чувствуют себя более уверенно, защищая свои интересы, касающиеся ресурсов, в том числе водных ресурсов.

Основными препятствиями для успешной реформы водохозяйственного сектора являются общие политические системы тех стран Центральной Азии, которые все еще централизованы и авторитарны. В водохозяйственном секторе наблюдаются проблемы с потенциалом, и нехватка преданных делу и опытных специалистов. Возглавляемые международными донорскими организациями инициативы по реформированию не уделяют должного внимания или не учитывают местные знания и политическую повестку. Партнеры из национальных водохозяйственных организаций пытаются направить

финансирование на дальнейшее совершенствование технического обеспечения. Что, не смотря на свою значимость, не является важнейшей составляющей управления водными ресурсами.

Принятие обоснованных решений по вопросам управления водными ресурсами зависит от наличия данных на операционных уровнях. Совершенствование мер по управлению данными является частью общего решения водохозяйственных проблем. Таким образом, повышение прозрачности системы управления с помощью инструментов данных может привести к более устойчивому управлению водными ресурсами.

## 7.4 Применение подхода Водной Рамочной Директивы в Казахстане

Лиан Ланди, Бургхард Мейер

E-mail: [L.Lundy@mdx.ac.uk](mailto:L.Lundy@mdx.ac.uk)

### Вступление

Водная Рамочная Директива (ВРД) (EUWFD, 2000) – это законодательная структура, целью которой является достижение хорошего экологического статуса всех поверхностных, подземных и прибрежных вод Европейского Союза к 2027 году (подраздел 6.1). Два главных требования данного документа таковы:

- водными ресурсами необходимо управлять на уровне речного бассейна, а не на национальном или административном уровне;
- планы по управлению речными бассейнами должны разрабатываться совместно всеми пользователями воды и теми, на кого напрямую влияют решения по управлению водными ресурсами (заинтересованные стороны).

Другими словами, ВРД обязывает всех членов ЕС к применению подхода интегрированного управления водооборотом (далее ИУВР) и предоставляет пошаговую программу решения данной задачи (EU WFD, 2000). ВРД применяется в течение трех управленческих циклов, первый из

которых заканчивается в 2015 году. К этому времени страны – члены ЕС обязаны:

- классифицировать экологический, химический и гидрогеоморфологический статус всех своих водных объектов, а также сформировать трансграничные инициативы для облегчения управления водами, пересекающими национальные границы;
- определить исходные условия для «естественных» водных объектов в качестве стандарта, определяющего хороший экологический статус;
- дать права и содействовать лицам, связанным с водосбором (компании водоснабжения, индустрия, регулирующие органы местного самоуправления, сельскохозяйственный сектор, общественность, НПО и т.д.) для совместного партнерства в сфере разработки и применения «программ мерок», то есть серии действий, которые позволят всем водным объектам достичь «исходных условий».

### Проблемы интегрированного управления водооборотом в Казахстане

В Казахстане Комитет по водным ресурсам занимается вопросами использования и охраны воды на национальном уровне и наблюдает за деятельностью региональных и местных органов по управлению водными ресурсами (подраздел 6.4). Со времени своего основания (в начале 90-х годов) Комитет по водным ресурсам занимается рядом вопросов, начиная с разработки и применения стратегий по использованию и охране водных ресурсов и заканчивая применением стандартов по использованию воды и сотрудничеству с соседними странами по вопросам воды (FAO, 2013). Комитет по водным ресурсам создал бассейновые управления для каждого из восьми речных бассейнов страны. Эти подразделения Комитета ответственны за проведение ряда мероприятий по интегрированному водопользованию на уровне водосбора, включая сотрудничество между пользователями вод бассейна, охрану водных ресурсов и соответствие водному законодательству. Поэтому значимость подхода интегрированного управления водооборотом, включающего стратегическое управление на региональном уровне и



консультацию с рядом заинтересованных лиц, была признана в Европе, Казахстане и Центральной Азии. Для поддержки этих достижений разработаны законодательные акты (подразделы 7.1 и 7.3).

Последующие секции рассматривают действующие подходы к управлению водным циклом (ИУВР) в Казахстане и ЕС, включая обзор проблем, с которыми сталкиваются управляющие водными ресурсами, и их эффект в данных условиях. В качестве вклада в поддержку обоих регионов в их движении к установленным целям и переходу к интегрированному подходу в управлении ограниченными водными ресурсами также подчеркивается необходимость разработки ИУВР-стратегий, способных к адаптации к меняющемуся климату (UNECE, 2009). В таблице 7.4.1 приводится обзор аспектов, которые необходимо рассмотреть в рамках двойной программы ИУВР по изменению климата. Более подробная информация о каждом из этих вопросов представлена в предыдущих разделах данной монографии.

**Таблица 7.4.1 Ключевые аспекты, посредством которых IWSM стратегии могут воздействовать на изменение климата (UNECE, 2009)**

<b>Ключевые аспекты</b>	
💧	Ключевые принципы и подходы
💧	Международные обязательства
💧	Политические, законодательные, и институциональные положения
💧	Информационные и мониторинговые инструменты для дизайна и выполнения стратегий
💧	Сценарии и модели для оценки воздействия и управления водными ресурсами
💧	Оценка управления водными ресурсами
💧	Адаптационные стратегии и их выполнение
💧	Финансовые вопросы
💧	Оценка

В числе таких негативных процессов – дренаж и чрезмерный водозабор для удовлетворения сельскохозяйственных потребностей, которые уменьшают объем поверхностных и подземных вод, а также загрязнения от коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, негативно

влияющие на качество вод и, как результат, ухудшающие их экологический статус. Яркие примеры данной тенденции – потеря большей части Аральского моря после 60-х годов 20 в. (диаграмма 7.4.1) и провозглашение в 50-е годы этого же века реки Темза как биологически мертвой (диаграмма 7.4.2)

Охрана и улучшение статуса водных ресурсов является центральным компонентом в нашем продвижении к устойчивой экономике. ИУВР-подход считается главным механизмом в достижении данной цели. Глобальное партнерство по водным ресурсам (GWP, 2000) определяет ИУВР как процесс максимизирующий «экономическое и социальное благополучие объективным образом, не подвергая риску устойчивость жизненных экосистем». Как и у любого метода, у IWSM есть свои критики. К примеру, Молл (2008) описывает его как смутное и громоздкое понятие, которое может легко обрушиться в результате политических изменений. В то же время такие специалисты, как Баттерворт и др. (2008), придерживаясь схожих взглядов, считают, что как философия (а не ряд методов и решений) этот подход имеет значительную ценность. В своем эссе Баттерворт и соавторы (2008) предлагают различные пути использования данного «разноинтерпретируемого понятия», включающие в себя развитие и поддержку существующих механизмов участия всех заинтересованных лиц и планирование водоуправления на местном уровне, в противовес попыткам провести массовые изменения с нуля.

### Движущие силы перемен

Водоемы, в том числе реки и озера, подземные и береговые воды, являются необходимыми ресурсами, от которых зависят все формы жизни (JNCC, 2010). Продукты экосистемы, которыми они нас снабжают, включают в себя воду для питья, стирки и мытья, купания, сельского хозяйства и промышленности. Водоемы являются важным местом обитания многих земных и водных биологических видов (в том числе генетические ресурсы), предоставляют возможности для отдыха. Кроме того, водоемы приносят ряд косвенных выгод, начиная со смягчения

эффекта «городского острова тепла» и городского затопления, заканчивая обеспечением углеродными воронками.

Тем не менее, по всему миру, включая многие регионы Центральной Азии и Европы, многочисленные водные ресурсы серьезно пострадали из-за деятельности человека (МЕА, 2005).



**Рисунок 7.4.1 Аральское море: Аральское море – сегодня пустыня**



**Рисунок 7.4.2 Загрязнение реки Темза в 1952 году (Фото: А. Харрисон, 1952)**

## **Казахстан и Европейский Союз: сходство и различия**

Количество и качество поверхностных и подземных вод в Казахстане и ЕС сильно ухудшилось в результате человеческой активности, связанной с различными физическими и временными факторами. Как и в других регионах мира, распределение и гидрология водных ресурсов связаны с природными, а не с политическими границами. В связи с этим

политика и законы одной страны могут влиять на количество и качество воды в другой, особенно это актуально и важно для пользователей в нижнем течении водообъекта, поэтому изменения на государственном уровне могут иметь большие последствия на уровне региональном.

Облегчение управления водными ресурсами на трансграничном уровне является важным вопросом для всей Центральной Азии, и в особенности для Казахстана, где семь из восьми речных бассейнов расположены ниже по течению. Развитие системы трансграничного управления также является важной проблемой и для Европы, где 75% речных бассейнов – трансграничные (ЕС, 2012), что создаёт благоприятные условия для обмена опытом между регионами. К примеру, любые увеличения в водосборе из рек Обь и Черный Иртыш могут иметь серьезные последствия для дальнейшей жизнеспособности казахстанских рыбных ресурсов из-за появления зон низкого уровня воды, уменьшенной связи между водоемами и потери нерестилищ (подраздел 7.2). В ЕС после серии крупных наводнений 2002 и 2013 годов многие из сегодняшних вопросов, связанных с управлением трансграничными водами, фокусируются на управлении паводковым стоком и на том, как типы и местоположение средств защиты от наводнений в одном месте могут повлиять на уровень паводка в нижнем течении (De Rooetal., 2003). Обсуждая контрастные аспекты управления водными ресурсами, нельзя забывать и о важности трансграничного диалога и совместного управления данными ресурсами, вне зависимости от государственных границ, различных приоритетов, проблем и институциональных устройств.

С распространением мировых путешествий ни одна страна не ограждена от неумышленного генерирования или получения неродных видов. Многие неродные виды не представляют опасности, так как их присутствие не имеет заметного негативного влияния на родные виды, здоровье или экономику страны (NNSS, 2014). Тем не менее, как в Казахстане, так и в ЕС было зарегистрировано присутствие нескольких

неродных видов, способных к распространению и причинению вреда. Виды, относящиеся к последней категории, называются инвазивными, или неродными, видами, а водные пути и связанная с ними водная деятельность признаны одним из главных путей, через которые могут распространяться как инвазивные растения, так и животные организмы.

К примеру, недавнее британское исследование оценило ежегодную стоимость инвазивных растений и животных для экономики Великобритании в 1.8 мил. евро, с ущербом водным путям (включая лодочный спорт, отлов рыбы и управление водными путями) – в размере около 57 мил. евро (Kelly и др., 2014). Несмотря на сильно различающиеся географические и климатические условия, ЕС и Казахстан имеют общие инвазивные виды, такие как американская норка (*Mustelavison*) и карп (*Cyprinus carpio*) (NNSS, 2014; GISD, undated).

Отдавая предпочтение подходу ИУВР, необходимо помнить о важных различиях между ЕС и Казахстаном. Многие страны ЕС имеют длительную историю сотрудничества в сфере управления водными ресурсами (в основном, в экономических целях), с двусторонними соглашениями, существующими десятки лет и касающимися главных рек и озер, пересекающих государственные границы (UN ECE, 2011). Многолетнее существование таких конвенций утвердило доверие между партнерами, что, в свою очередь, привело к расширению территорий, охваченных соглашениями, и содействию в применении подхода ИУВР. В отличие от ЕС, Казахстан – относительно новый политический «игрок», возрастом чуть более 20-ти лет, который с увеличением стабильности и становлением государственности начинает все больше фокусироваться на развитии трансграничных отношений. Влияние такой разницы во временных рамках (в течение которых европейские и центрально-азиатские страны имели возможность развить отношения в области ИУВР) особенно заметно при сравнении трансграничных соглашений, охватывающих все общие воды в ЕС, с подобными соглашениями по центрально-

азиатским странам (диаграммы 7.4.3 и 7.4.4).

Несмотря на сравнительно меньшее число заключенных двусторонних договоров, охватывающих все общие воды в центрально-азиатском регионе, уже заметны успехи в этой области, а с развитием трансграничных отношений ожидается принятие дальнейших соглашений.

### **Преимущества использования подхода Водной Рамочной Директивы в Казахстане и Центральной Азии**

Несмотря на то, что ЕС и Казахстан переходят к применению подхода ИУВР, запуск и постепенное применение ВРД заметно ускорило продвижение к его полному применению по всей Европе. В качестве отдельной части законодательства, которую должны применить страны-члены, он требует сбора данных, участия всех заинтересованных лиц и разработки и применения научно обоснованных программ и мер посредством общепринятых методологий и процессов. Вся собранная информация находится в свободном доступе при использовании общепринятых методов. Такой прозрачный подход облегчает трансграничный диалог и разработку общих целей, языка и методов, необходимых для успешного межрегионального сотрудничества.

Хотя принятие такого законопроекта, как Казахское водное законодательство, показывает признание и приоритетность ИУВР внутри Казахстана, ни одна страна, разделяющая трансграничные воды, не способна полностью самостоятельно его применить. Не являясь краткосрочной целью, Центрально-Азиатская Водная Рамочная Директива, которая будет координировать и согласовывать всю деятельность в регионе, нуждается в признании ее приоритетной целью. Разработка всеохватывающей директивы, аспекты которой указаны в диаграмме 7.4.1, может считаться начальной темой для обсуждения в диалоге об усилении партнерства между бизнесом и регулирующими и академическими секторами на национальном и международном уровне. Такой подход необходим для понимания общей

необходимости трудоемких методов управления водными ресурсами в преддверии климатических изменений.

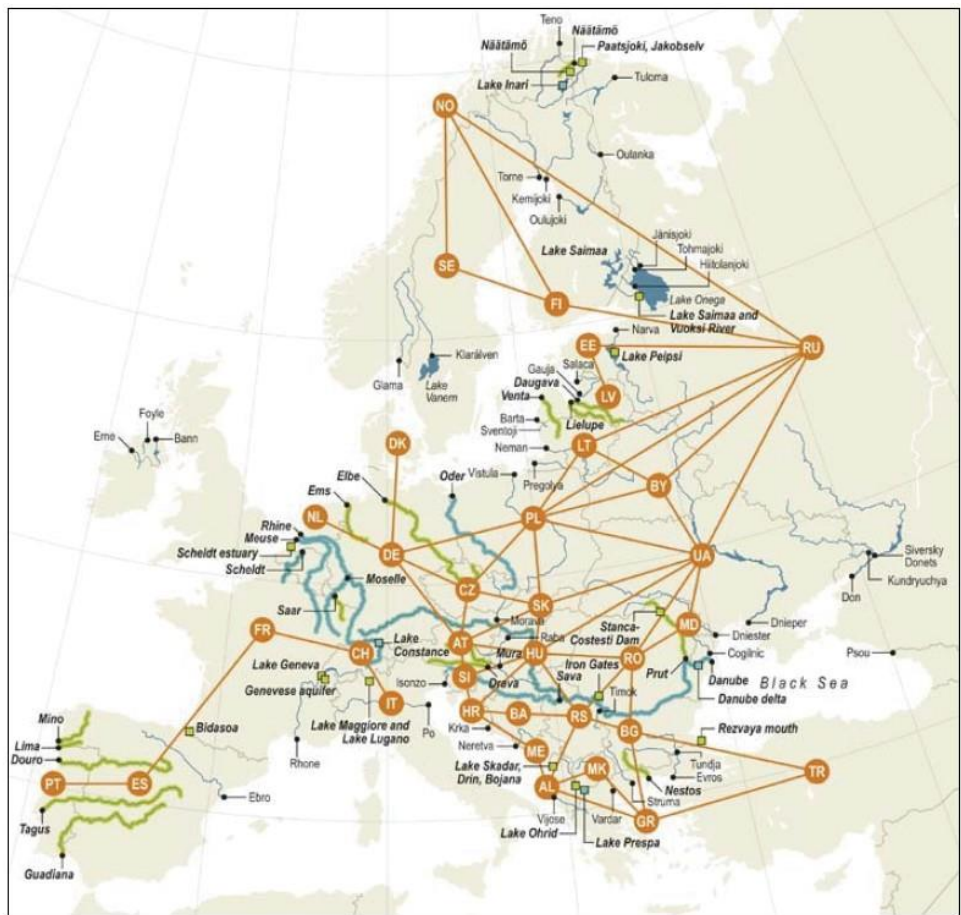
## Заключение

Разрабатывая и применяя методы, необходимые в работе по сохранению водных ресурсов для нынешнего и будущих поколений, Европа и Казахстан сталкиваются со многими общими проблемами. Здесь подчеркнута возможность более близкого сотрудничества между регионами как в отношении необходимости разработки регионального подхода к методу ИУВР, так и в определении роли отдельных стран в содействии его созданию. В связи с разработкой подхода IWCM внутри Центральной Азии были выявлены следующие проблемы:

- убеждение стран-соседей, находящихся в верхнем течении, в том, что работа в области дренажа ведётся в их же интересах;
- развитие более тесного сотрудничества в противовес конкуренции в плане использования водных ресурсов в области дренажа;
- соответствие нормам государственного законодательного контроля для облегчения участия заинтересованных лиц;
- обзор и разработка Центрально-Азиатской Водной Рамочной Директивы;
- определение того, чему можно научиться на примере опыта и ошибок других стран;
- создание учреждений, способных успешно разработать и применить подход ИУВР, способный справиться с проблемами изменяющегося климата.

Оставляя приоритет за подходом ИУВР и инвестируя в развитие системы образования, Казахстан готов к роли лидера в превращении Центральной Азии в регион с сильной экономикой, основанной на устойчивом управлении своими ресурсами. Для достижения данной цели требуется участие большого количества людей с опытом работы в различных областях, владеющих различными методами и концепциями, необходимыми для применения подхода ИУВР в разработке законодательства, на практике и в вопросах сохранения


окружающей среды. Авторы данной монографии в качестве вклада в работу по достижению заявленной цели предлагают краткое ознакомление с главными областями знаний: основные концепции подхода ИУВР и наиболее яркие примеры его эффективного использования (раздел 1); методология и связанные руководства по ИУВР (раздел 2); управленческие навыки для разработки подхода (раздел 3); лучшие примеры по управлению водными ресурсами (раздел 4); управление и устойчивое использование водных ресурсов, основанное на географических характеристиках (раздел 5); ИУВР в Казахстане, а также практика трансграничного дренажа и будущего комплексного управления (раздел 7).



Сотрудничество, связанное с реками

-  Двухстороннее сотрудничество
-  Многостороннее сотрудничество

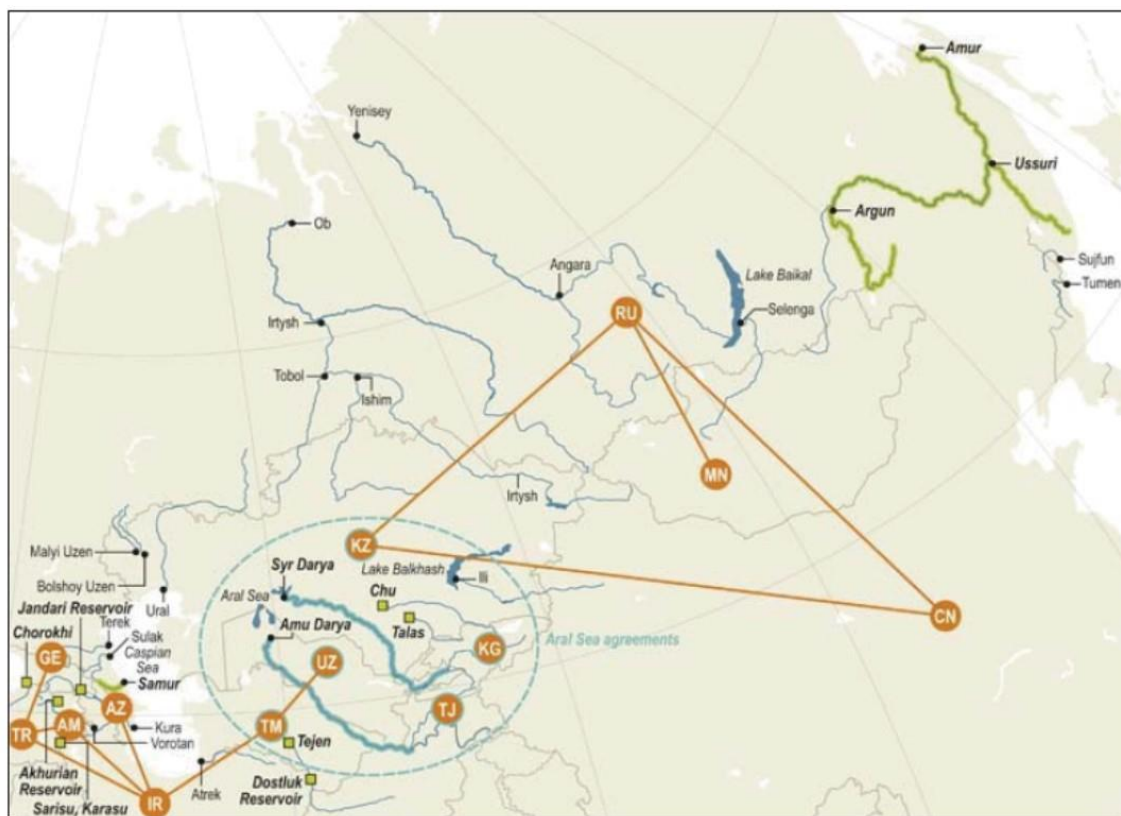
Сотрудничество по озерам или отдельным

-  Двухстороннее сотрудничество
-  Многостороннее сотрудничество

Страны

 —  Двухстороннее сотрудничество

Рисунок 7.4.3 Обзор сотрудничества в сфере трансграничных вод в ЕС (из UN ECE, 2011)



Сотрудничество, связанное с реками

- Двухстороннее сотрудничество
- Многостороннее сотрудничество

Сотрудничество по озерам или отдельным

- Двухстороннее сотрудничество
- Многостороннее сотрудничество

Страны



Двухстороннее сотрудничество

Рисунок 7.4.4 Обзор сотрудничества в сфере трансграничных вод в Азии (из UNECE, 2011)

# Справочные материалы

## Введение в управление водными ресурсами в Казахстане в контексте комплексного управления рисками

- Бантинг, С. (2009). Введение в структуру Управления Рисками МСУР, МКУР, Женева. Стр. 24.
- МСУР (2005). Белая Книга Управления Рисками: В направлении интеграционной концепции, МСУР, Женева. Стр. 156.
- Ренн, О. (2008). Управление Рисками: Преодоление неопределенностей в непростом мире. Earthscan, Лондон, стр. 455.
- Ренн, О. и Уокер К. (2008). Управление глобальными рисками. Концепция и практика использования концепции МКУР, Спрингер, Дордрехт, Недерланды. Стр. 367.

## Раздел 1 – Ключевые понятия ИУВР

### 1.1 Водные объекты как источники экосистемных услуг, благ и выгод

- Апосталаки С. (Без даты) SR 622: Оценка социального влияния Устойчивых Дренажных Систем в Великобритании. [www.ciria.org/suds/pdf/social\\_impact\\_summary.pdf](http://www.ciria.org/suds/pdf/social_impact_summary.pdf). Утверждено 20 Января 2011 года.
- Кук, БР и Спрэй, СиДжей (2012 год) Экосистемные услуги и комплексное управление водными ресурсами: разные пути к одной цели? Журнал экологического менеджмента 109, стр. 93-100.
- ЕА (2002) Восстановление рек: ступень на пути к городской регенерации, демонстрация возможностей в Южном Лондоне. Агентство по окружающей среде Англии. Уэльс, Чтение, Великобритания. ISBN: 1 85 7059042.
- Филд С.Б., Бехренфилд Эм Джей, Рандерсон, Джей Ти и Фальковский Р. (1998) Первичное производство биосферы:

Интеграция Наземных и Океанических компонентов. Наука 281; 5374, 237-240.

- Ланди Л. и Уэйд, Р. (2011). Интеграция науки для поддержания городских экосистемных услуг. Прогресс в области физической географии. 35 (5), 653-669.
- МЕА (2005) Глава 2: Экосистемы и их услуги. В: Экосистемы и благополучие человека, основа для оценки. <http://www.maweb.org/en/Framework.aspx>. Утверждено 31 января 2011.
- Мора С, Титтенсор, Д.П., Адл С., Симпсон, АГБ и Уорм Б. (2011) Сколько видов на земле и в океане? ПНБ Биология 9; 8, e1001127. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001127.
- Накова Е., Линнебанк, Ф.Е., Бредвег, Б., Саль, П. и Узунов, И. (2009) Исследование ситуации реки Места: качественная модель кислорода, растворенного в водных экосистемах. Экологическая Информатика 4, 5-6, 339-357.
- Пиенак, З., Федерико Перес-Куэто Ф., Вим Вербеке, В. (2009) Ассоциация избыточного веса и ожирения с интересом в здоровом питании, субъективном здоровье и предполагаемом риске хронических заболеваний в трех европейских странах. Аппетит 53: 3, 399-406.
- Сен-Лоран, Д., Сен-Лоран, Ж., Лавуа, Л. и Галеб, Б. (2008) Использование геопочвоведческих методов для оценки скорости седиментации в поймах рек, на юге Квебека, Канада. КАТЕНА 73: 3, 321-337.
- Великобритания НОЭ (2011) Оценка национальной экосистемы, Великобритания; Синтез основных выводов. ЮНЕП-ВЦМООС, Кембридж.
- Геологическая служба США (2010) Использование воды ГЭС. <http://ga.water.usgs.gov/edu/wuhy.html>. Утверждено 31 января 2011.
- ФАО ООН (без даты) Рыбные хозяйства и продовольственная безопасность. Доступно в:

<http://www.fao.org/FOCUS/E/fisheries/intro.htm>

Уорд Томпсон, С. (2010) Связь между ландшафтом и здоровьем: повторяющаяся тема. Ландшафт и Городское Планирование 99: 3-4, 187-195.

Уйат, М., Смит А., Хамфрес К., Паль, С., Снеллинг Д., Депледж, М. (2010) Синее пространство: Важность воды для предпочтения, аффекта, и восстановительных рейтингов естественных и построенных сцен. Журнал экологической психологии 30; 4, 482-493.

### *Дальнейшее чтение*

Руководство по отчетам оценки экосистем на пороге тысячелетия (на английском и русском языках по адресу: <http://www.unep.org/maweb/en/Index.aspx>)

ЭЭБР (без даты) Экономика экосистем и биоразнообразия; отчеты ЭЭБР об исследованиях, <http://www.teebweb.org/our-publications/>

## **1.2 Микробное загрязнение воды**

Абукамов В., Талаева Ю. (1998). Глава 10. микробное загрязнение, стр. 267-285. В: Оценка качества воды бывшего Советского Союза, Кимстачу В., Мейбек М., Барауди Е. (ред), Е. и Ф.Н. Спон, Лондон и Нью-Йорк.

Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. (2006). Доступ к питьевой воде и санитарии в Республике Казахстан. Совместный Национальный Проект Развития. [www.caresd.net/iwrm/new/en/doc/report\\_eng.pdf](http://www.caresd.net/iwrm/new/en/doc/report_eng.pdf)

ЕС (2003). Директива по использованию питьевой воды (80/778 / ЕЕС) и ее пересмотр (98/83 / ЕС)

Фичем Р.Г., Брэдли, Д.Ж., Гарелик, Х., и Мара, Д.Д. (1983). Санитария и Болезни: Аспекты здоровья в управлении отбросами и сточными водами; Джин Уилей и Сыновья

Джумагулов А.А., Николаенко А.Ю., Мирхашимов И.Х. (2009). Стандарты качества воды и нормы в Республике Казахстан. Алматы, [http://www.carecnet.org/assets/images/Kazakhstan\\_angl.pdf](http://www.carecnet.org/assets/images/Kazakhstan_angl.pdf)

МакКи М., Балабанова Д., Акингбаде К., Пмерлео Ж., Стиклей А., Роуз Р.; Херпфер Ц. (2006). Доступ к воде в странах бывшего Советского Союза. Здравоохранение, 120 (4) 364-372. DOI 10.1016 / j.puhe.2005.05.013

Нурғалиева З., Малати Х., Грэм Д., Алмучамбетова Р., Махмудова А., Капсултанова Д., Осато М., Холлингер Ф., Джангабылов А. (2002). Инфекция *Helicobacter Pylori* в Казахстане: влияние источника воды и бытовой гигиены. Ам. Ж. Тром. Мед. Гиг. 67 (2): 201-206.

Пелетз Р., Рахман З., Бонэм М., Алеру Л. (2013). Мониторинг безопасной питьевой воды: Анализ тестов качества воды на микробов по всей Африке. Вода 21, октябрь, 35-36.

Райли М., Герба С., Элимелех М. (2011). Биологические подходы к решению главного препятствия по обеспечению доступа к чистой питьевой воде. Ж. Биол. Англ. 5: 2-10

Робертс Б., Стикли А., Гаспаришвили А., Хепфер Ц., Макки М. (2012). Изменения в доступе к воде домохозяйств в странах бывшего Советского Союза. Ж. Общественного Здравоохранения, 34 (3), 352-359. DOI 10,1093 /PubMed/ fdr115

Шиотани А., Нурғалиева З., Грэм Д. (2000). *Helicobacter Pylori*. Мед. Клини. Северная. Ам. 84: 1125-1136.

ПРООН в Казахстане. (2013). Цели развития тысячелетия в Казахстане - Обеспечение экологической устойчивости.

## **1.3 Городское водоснабжение**

ЮНЕСКО (2012). Управление водными ресурсами в условиях неопределенности и риска - Доклад



Организации Объединенных Наций по Водным Ресурсам Мира 4. Том 1-3.

Всемирная организация здравоохранения (2008). Руководство по контролю качества питьевой воды [Электронный ресурс], включающий 1-е и 2-е дополнения, Том 1, рекомендации. - 3-е изд. ISBN 978 92 4 154 761 1 (WEB-версия).

#### *Дальнейшее чтение*

Эльзвальд, Ж. (2011). Качество воды и обработка: Руководство по питьевой воде. Американская ассоциация водопроводных сооружений. ISBN: 9780071630115.

Цезарио, Л. (1995). Моделирование, анализ и дизайн систем водоснабжения. Американская ассоциация водопроводных сооружений. ISBN 0898677580.

ЮНЕП-МЦПТ (2008). Каждая капля важна. Экологически безопасные технологии для эффективного использования городских и бытовых сточных вод. ISBN: 978-92-807-2861-3

### **1.4 Городские сточные воды**

Директива 91/271/ЕЕС. Директива Совета 91/271/ЕЕС в отношении очистки городских сточных вод. От 21 мая 1991

Меткалф и Эдди Инк., Джордж Тчобаноглаус, Франклин Л. Бертон, Риуджиро Тсучихаши и Х. Давид Стенсель. (2013) Инженеринг сточных вод: Обработка и восстановление ресурсов. 5-е изд. ISBN-10: 0073401188.

#### *Дальнейшее чтение*

Роземарин, А., Н. Экан, И. Колдуэлл, Е. Кварнстром, Ж. МакКонвилл, С. Рубен и М. Фодж (2008). Пути для устойчивой санитарии. Достижение Целей развития тысячелетия. Программа EcoSanRes, Стокгольмский институт окружающей среды. ISBN: 9781843391968

Чапра, С.Т. (1997). Моделирование качества поверхностных вод. МакГро Хилл. Нью-Йорк

М. Хенце, М. С. М. ван Лосдрехт, Г.А. Экама и Д. Брджанович (редакторы) (2008). Биологическая очистка сточных вод, принципы, моделирование и дизайн. МВА Публикации. ISBN: 9781843391883

ЮНЕП-ОТПЭ-МЦЭТ. Экологически безопасные технологии очистки сточных вод, для осуществления Глобальной программы действий ЮНЕП (ГПД). "Руководство по городским сточным водам". [http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Freshwater/SB\\_summary/index.asp](http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Freshwater/SB_summary/index.asp). (07 / апрель / 2014)

### **1.5 Наилучшие технологии управления городскими ливневыми стоками**

Баун А., Эрикссон, Е., Ледин, А., Миккельсен, П.С. (2006). Методика ранжирования и определения опасностей ксенибиотических соединений ливневых стоков в городских ливневых стоках Наука Общей Окружающей Среды370 (1): 29-38.

ВРД ЕС (2000). ВРД ЕС Директива 2000 2000/60 / ЕС Европейского парламента и Совета от 23 октября 2000 года, устанавливающая основы для деятельности Сообщества в области водной политики Водной Рамочной Директивы. Доступно в: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:EN:HTML>

Хит, Р.С. (2004). Круговорот воды. Доступно на: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrologic\\_cycle.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrologic_cycle.png)

МГЭИК (2007). МГЭИК. Четвертый оценочный доклад: Изменение климата 2007: Рабочая группа I: Физическая научная основа. Доступно на: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch10s10-3-6-1.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch10s10-3-6-1.html)

Ланди, Л., Эллис, Ж.Б., Ревитт, Д.М. (2011). Приоритезация рисков источников ливневых загрязняющих веществ, Исследование воды 46 (20): 6589-6600.

Скоулз, Л., Ревитт, Д.М., Эллис, Ж.Б. (2007). Системный подход для сравнительной оценки потенциалов удаления ливневых загрязняющих веществ. Журнал экологического менеджмента 88 (3): 467-478.

Томас, Г.Б., Кроуфорд, Д. (2010). Лондонские Приливные Тоннели: London Tideway Tunnels: решение проблемы Лондонского Викторианского Наследия переполнения объединенной системы канализации. Водная Наука и Технология 63 (1): 80-87.

ООН (2012). Перспективы мирового народонаселения Организации Объединенных Наций: пересмотр 2012 года. Доступно на: <http://esa.un.org/wpp/>

#### *Дальнейшее чтение*

CIRIA (2007). Руководство УГДС. Доступно на: <http://www.susdrain.org/resources/ciria-guidance.html>

Тевено, Д. (2008). Дневная Вода: Адаптивная система поддержки принятия решений по комплексному контролю городских ливневых стоков. IWA Пресс; Лондон. ISBN 1843391600.

Великобритания НЕА (2011). Глава 10 Город, Оценка Британских Национальных Экосистем. Доступно на: <http://uknea.unep-wcmc.org/Resources/tabid/82/Default.aspx>

### **1.6 Минимальные экологические стоки и уровни**

Дэвис Р.М., Найман Р.Ж., Варф Д.М., Петит Н.Е., Артингтон А.Х., и С.Е. Банн (2013). Отношения потоковой-экологии: замыкая круг на эффективных экологических потоках. Исследование Моря и Пресной Воды - <http://dx.doi.org/10.1071/MF13110>

Рихтер Б.Д., Уорнер А.Т., Мейер, Ж. Л. и К. Лутц (2006). Процесс сотрудничества и адаптации разработок рекомендаций для экологических потоков. Исследование Рек и Заявления 22: 297-318.

#### *Дальнейшее чтение*

МОС (Министерство окружающей среды Новой Зеландии) (2008а). Приложение 4: Исполнительное резюме и рекомендации от: Проекта руководящих принципов отбора методов определения экологического потока и уровня воды (БЕКА 2008) <http://www.mfe.govt.nz/publications/water/proposed-nes-ecological-flows-water-levels-mar08/html/index.html>

МОС (Министерство окружающей среды Новой Зеландии) (2008). Обсуждение документа: предлагаемый Национальный экологический стандарт по экологическим потокам и уровням воды. стр 71. <http://www.mfe.govt.nz/publications/water/proposed-nes-ecological-flows-water-levels-mar08/proposed-nes-ecological-flows-water-levels-mar08.pdf>

### **1.7 Свойства почвы как индикаторы процессов деградации, вызванных стоками**

Фридрих, Т., Дерпш, Р., Кассам, А. (2012). "Обзор глобального распространения ресурсосберегающего сельского хозяйства" Отчеты Прикладной Науки [онлайн], Специальный выпуск 6, 1-8.

Хикманн, С. (2006). «Сохранение сельского хозяйства в Северном Казахстане и Монголии», Рабочие Документы Сельскохозяйственных и Пищевых Производств: 4, ФАО - Продовольственная и Сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций, Рим.

Хагетт, Р. (1998). "Сочетание почв по возрасту, развитие почвы и эволюция почв: критический обзор", Катена 32, 155-172.

Рабочая группа МОПС МБС, изд. (2007). "Мировая база ссылок для почвенных ресурсов 2006 - основа для международной классификации, корреляции и связи", ФАО - Продовольственная и Сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций, Рим.

Мартц, Л. В. (1992). "Изменение размываемости почв в зависимости от положения на склоне в обрабатываемой канадской прерии», поверхностные процессы Земли и формы рельефа 17, 543-556.

Сулейменов, М., Сапаров., Акшалов К. и Каскарбаев З. (2012). "Деградации земель в Казахстане и меры по их устранению: исследования и адаптация", почвовед 2, 373-381.

## **Раздел 2 – Базовые принципы и вспомогательные средства ИУВР**

### **2.1 Стратегическое управление рисками**

Бантинг (2007). Введение в основы управления рисками КСИР, КСИР, Женева. 24 стр.

КСИР (2005). Белая книга по управлению рисками: на пути к интегративной рамке, КСИР, Женева. 156 стр.

Мильстоун, Е., ван Званенберг П., Маррис, С, Левидов Л., Торгерсен, Н. (2004). Наука в трудовых спорах, связанных с потенциальными рисками: сравнительное исследование случаев. Объединенный исследовательский центр ЕС, Институт перспективных технологических исследований, Севилья, 54 стр.

Национальный исследовательский совет, Комитет институциональных средств для оценки рисков для здоровья населения. (1983). Оценка риска в федеральном правительстве; Понимание процесса. Издательство Национальной Академии, Вашингтон, округ Колумбия. 250 стр.

Национальный исследовательский совет. (2003). Понимание риска - информирование о решении в демократическом обществе. Издательство Национальной Академии, Вашингтон, округ Колумбия.

Ренн, О. (2008). Управление рисками: Как справиться с неопределенностью в сложном мире. Earthscan, Лондон 455 стр.

## **2.2 Методы оценки риска при помощи простых прогностических моделей для оптимизации землепользования**

Александр Дж (1988). Das Zusammenwirken radiometrischer, anemometrischer und topologischer Faktoren im Geländeklima des Weinbaugebietes an der Mittelmosel. Forschungen zur deutschen Landeskunde 230, Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Trier.

Альтманн, Р., Шрибер, К.-Ф., и Толе, Р. (1992). Filter-, Puffer- und Transformationsfunktion, in: R.Marks, M. J. Müller, H., Leser & H.-J. Klink (Hrsg.), Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BA LVL), Forschungen zur deutschen Landeskunde 229, Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Trier, pp. 65–74.

Фреде, Х.-Г. и Дабберт, С. (Эдс) (1999). Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft (Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft, 2. Aufl.).

Грабаум, Р. & Б.С. Мэйер (2002). Оценка пригодности среды обитания для зайца. Внутренний отчет, Лейпциг (не опубликовано).

Хоббс, Р. (1997). Будущие пейзажи и будущее ландшафтной экологии, Ландшафт. Городской план, 37, стр. 1-9.

Маркс, Р., Мюллер, М. Ж., Лесер, Х. и Клинк, Х.-Ж. (Hrsg.) (1992). Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BALVL), Forschungen zur deutschen Landeskunde 229, 2. Aufl. Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Trier.

Мейер, Р. Х. и Р. Грабаум (2008). MULBO – Модельная основа для мультикритериальной оценки ландшафта и оптимизации – Система поддержки принятия решения пространственного использования земли. В: Исследование Ландшафта 33№ 2: 155-179.

- Мейер, Р. Х., Леско, Ж.-М. и Р. Лаплана (2009). Сравнение двух методов пространственной оптимизации - основа для решения многих проблем объективного распределения землепользования. Экологический менеджмент 43, номер 2: 264-281.
- Мейер, В. С., Маммен, К. и Грабаум, Р. (2007). Пространственно явная модель для интеграции оценки видов, в ландшафтном планировании на примере кукурузы (*Emberiza Calandra*), журнал по охране природы, 15, стр. 94-108.
- Мейер Р. Х., Вольф, Т. и Р. Грабаум (2011). Многофункциональный метод оценки компромиссной оптимизации линейных элементов ландшафта. Экологические показатели 22, 53-63.
- Ренгер, М. и Штребель, О. (1980). Jährliche Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Bodennutzung und Bodeneigenschaften, *Wasser und Boden*, 32, pp. 362-366.
- Схеффер, Ф. и Шахтшабель, Р. (1994). *Lehrbuch der Bodenkunde* (Stuttgart: 13. Aufl.).
- Штерманн, У. Фогль, В. и Каинз, М. (1990). *Bodenerosion durch Wasser, Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen*, 2. Aufl (Stuttgart: Ulmer).
- Смит, Ю.А., Лион, Д.Ж., Дики, Е.С. и Рики, Р. (1992). Контроль аварийной ветровой эрозии, НебГайд Публикация G75-282-Института сельского хозяйства и природных ресурсов, Университет штата Небраска, Линкольн.
- Ву, Ж. и Р. Хоббс (2002). Основные проблемы и приоритетные направления научных исследований в ландшафтной экологии: своеобразный синтез, *Земля. Экол*, 17, стр. 355-365.
- Зепп, Х.(1989). Grundwasserschutzfunktion, in: R. Marks, M. J. Müller, H. Leser & H.-J. Klink (Eds) *Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BALVL)*, *Forschungen zur deutschen Landeskunde* 229, *Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Trier*, pp. 75-78.
- ### 2.3 Модели и методы имитации в ИУВР
- Андреу, Ж., Капелла, Ж., и Санчис, Е. (1996). АКВАИНСТРУМЕНТ: опорная система обобщенного решения для планирования использования водных ресурсов и оперативного управления. *Журнал гидрологии*, 177, 269-291.
- Андреу, Ж., Солера А., Паредес, Ж., Перес, М.А. и Пулидо, М. (2008) Средства поддержки Решений для выработки политики. Европейский день водных исследований (Сарагоса), Европейские сообщества, стр. 31-36.
- Берхе, Ф.Т., Мелессе, А.М., Хайлу, Д. и Силеши Ю. (2013). МОДСИМ-ориентированное моделирование распределения воды бассейна реки Аваша, Эфиопия, *CATENA*, том 109, страницы 118-128, ISSN 0341-8162.
- Феррер, Ж., Перес-Мартин, М.А., Хименес, С., Эстрела. Т. и Андреу, Ж. (2012). Модели ГИС по количеству воды и оценки качества в бассейне реки Хукар, Испания, в том числе последствий изменения климата. *Наука о всеобщей окружающей среде* 440, 42-59 ..
- Фрэнсис Ф., Велес, Ж.М. и Велес, Джей-Джей (2007). Структура Сплит-параметра для автоматической калибровки распределенных гидрологических моделей, *Журнал гидрологии*, том 332, Издания 1-2, Страницы 226-240, ISSN 0022-1694.
- Халватара, Д. и Нажим, М.М.М. (2013). Применение модели HEC-HMS для моделирования стока в тропическом бассейне, моделирование окружающей среды и программное обеспечение, том 46, страницы 155-162, ISSN 1364-8152.
- Харбо, А.В. (2005). MODFLOW-2005, Геологическая служба США модель модульных грунтовых вод - процесс потока грунтовых вод: Методы и техника Геологической службы США 6-A16.

Паредес-Аркиола, Ж., Андреу-Альварес, Ж., Мартин-Монеррис М., Солера, А. (2010). Модели количества и качества воды применительно к бассейну реки Хукар, Испания. Управление водными ресурсами, том 24, выпуск 11. Страницы 2759-2779.

#### *Дальнейшее чтение*

Лукс, Д.П. и ван Бик, Е. (2005). Планирование и управление системами водных ресурсов: Введение в методы, модели и приложения. Издание ЮНЕСКО.

Мейс, Л. (1996). Руководство по водным ресурсам. Редактор МакГро-Хилл. ISBN 10: 0070411506.

Вурбс, Р. (1993). Система гидродинамического моделирования и оптимизационные модели. Журнал планирования и управления водными ресурсами, 119 (4), 455-472.

#### **2.4 Оптимизация водоресурсных систем**

Андреу Ж. (1992). Modelo OPTIGES de Optimización de la Gestión de Esquemas de Recursos Hídricos. Manual del usuario. Versión 2.0. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia

Андреу, Ж., Капелла, Ж., и Санчис, Е. (1996). АКВАИНСТРУМЕНТ: опорная система обобщенного решения для планирования использования водных ресурсов и оперативного управления. Журнал гидрологии, 177, 269-291.

Фредерикс Ж., Лабади Ж., Алтенхофен, Ж. (1998). Система поддержки принятия решений для совместного управления потоком водоносного горизонта. Журнал Управление Водными Ресурсами 124 (2), 69-78

Харо Д., Паредес Дж, Солера, Андреу Дж (2012). Модель для решения задачи оптимального перераспределения воды в бассейнах рек с программированием сетевого потока при введении нелинейности. Управление водными ресурсами 26, 4059-4071

Лабади Дж., Балдо М., Ларсон Р. (2000). ModSim: Система поддержки принятия

решений для управления речными бассейнами. Документация и руководство пользователя. Отдел гражданского строительства, ХСС, Форт-Коллинз

Лабади Дж. (2004). Оптимальная работа мультирезервуарных систем: состояние, аналитический обзор. Журнал Управление Планированием Воды 130, 93-111.

Лерма Н., Паредес-Аркиола Дж., Андреу Дж., Солера (2013а). Разработка правил эксплуатации для комплексной многорезервуарной системы путем связывания генетических алгоритмов и оптимизации сети. Журнал Гидрологической Науки, 58 (4), 797-812.

Лерма Н., Паредес-Аркиола Дж., Молина Ж.Л., Андреу Дж. (2013b). Эволюционные модели сетевого потока для получения правил эксплуатации в многорезервуарных системах. Журнал Hydroinform, в прессе, DOI: 10.2166 / hydro.2013.151

Лукс, С.П., Э. ван Бик (2005). Планирование и управление системами водных ресурсов. Введение в методы, модели и приложения. Издание ЮНЕСКО.

Рани Д., Морейра М. (2010). Модель Имитации-Оптимизации: Исследование и возможное применение в работе резервуарных систем. Упр. Вод. Ресурс 24, 1107-1138

Вурбс, Р. (1993). Система гидродинамического моделирования и оптимизационные модели. Журнал планирования и управления водными ресурсами, 119, 455-472.

#### *Дальнейшее чтение*

Ахуджа Р.К., Магнанти Т.Л., Орлин Ж. Б. (1993). Сетевые потоки. Теория, алгоритмы и приложения. Прентис Холл, Нью-Джерси, США

Джейн, С.К., Сингх, В.П. (2003). Планирование и управление водными ресурсами. События в науке о воде 51, Эльсевиер, Амстердам, Нидерланды

## 2.5 Системы поддержки принятия решений для интегрированного планирования и управления водными ресурсами: качество воды и состояние окружающей среды

- Андреу, Ж., Капелла, Ж., и Санчес, Е. (1996). АКВАИНСТРУМЕНТ: опорная система обобщенного решения для планирования использования водных ресурсов и оперативного управления. Журнал гидрологии, 177, 269-291.
- Андреу, Ж., Солера, А., Капелла, Ж. и Феррер Ж., (2007). Modelo SIMGES para simulación de cuencas. Manual de usuario. Universitat Politècnica de València, Spain.
- Андреу, Ж., Солера А., Паредес, Ж., Перес, М.А. и Пулидо, М. (2008) Средства поддержки решений для выработки политики. Европейский день водных исследований (Сарагоса), Европейские сообщества, стр. 31-36.
- Бови, К.Д., Лэмб, Дж.М., Бартлоу, С.Б., Сталнакер, Дж., Тейлор, Дж и Хенриксен, Дж (1998). Анализ потоковой среды обитания с использованием добавочной методологии русла потока. В: Геологическое Исследование США (ред.) биологические ресурсы Отдел информации и технологии отчетов.
- ЕП (Европейский парламент), (2000). Директива 2000/60 / ЕС Европейского парламента и Совета от 23 октября 2000 года, устанавливающая основы для деятельности Сообщества в области водной политики. Официальный журнал Европейской Комиссии.
- Паредес-Аркиолла, Дж., Андреу-Альварес, Дж., Мартин-Монеррис, М., Солера, А. (2010). Модель количества и качества воды применительно к бассейну реки Хукар, Испания. Управление водными ресурсами, том 24, выпуск 11. Страницы 2759-2779.
- Паредес-Аркиолла, Дж., Мартинес-Капель, Ф., Солера, А. и Ашуилелла В. (2011). Внедрение экологических потоков в

сложных системах водных ресурсов - Анализ ситуации: бассейн реки Дуэро, Испания. Исследование Реки и Заявления, 29 (4): 451-468.

- Паредес-Аркиола, Дж., Солера, А. Мартинес-Капель, Ф., Момблан, А. и Андреу, Дж (2013). Интеграция управления водными ресурсами, оценка моделирования среды обитания и качества воды в масштабах бассейна и экологического стока: тематическое исследование реки Тормес, Испания. Журнал Гидрологической Науки, 59 (3): 1-12.

### *Дальнейшее чтение*

- Дэвис, Е.Г.Р. и Симонович, С.П. (2011). Глобальное моделирование водных ресурсов с интегрированной моделью социально-экономико-экологической системы. Достижения в области водных ресурсов, 34: 684-700.
- Ланиак, Г.Ф., Олчин Г., Гудолл, Г., Воинов, А., Хилл, М., Глинн, Р., Уилан, Г., Геллер, Г., Куинн, Н., Блайнд, М., Пекхам С., Реней С., Габер, Н., Кеннеди, Р., Хьюз, А., (2013). Комплексное экологическое моделирование: видение и план на будущее. Экологическое Моделирование и программное обеспечение, 39: 3-23.
- Турман Д. А., Коуэлл, А. Дж., Тайра, Р. Я., Фродж, Дж. (2004). Проектирование условий совместного решения задач для моделирования комплексных водных ресурсов. В: Уилан, Г. (ред.), Браунфилдс: Мультимедийное моделирование и оценка. ВИТПресс, Саутгемптон, Великобритания.

## 2.6 Системы поддержки принятия решений для интегрированного планирования и управления водными ресурсами: количество воды, разрешение конфликтов и оценка рисков засухи

- Андреу, Ж., Капелла, Ж., и Санчес, Е. (1996). АКВАИНСТРУМЕНТ: опорная система обобщенного решения для планирования использования водных ресурсов и оперативного управления. Журнал гидрологии, 177, 269-291.

- Андреу, Дж., М. А. Перес, Дж Паредес, А. Солера (2009). Совместный анализ водного конфликта в Джукар-Виналопо (Испания) с помощью Системы Поддержки Принятия Решений. 18-й Всемирный IMACS/ModSim Конгресс, Кэрнс, Австралия 13-17 июля 2009 года.
- Андреу, Дж., Феррер-Поло, Дж., Перес-Мартин, М.А., Солера, А. и Паредес-Аркиола, Дж. (2013). Планирование и управление во время засухи в бассейне реки Хукар, Испания. Засуха в засушливых и полузасушливых регионах. Спрингер Наука + Бизнес Медиа Дордрехт. DOI: 10.1007 / 978-94-007-6636-5\_13.
- Датский гидравлический институт (ДГИ) (1997) "МИКЕ-БАССЕИН", инструкция по эксплуатации, Датский институт, Хёрсхольм, Дания.
- Дельфт Гидравлика (DHL) (2002). "РИБАСИМ", руководство по эксплуатации, Делфт Гидравлика, Делфт, Нидерланды.
- Экологическое программное обеспечение и услуги (ESS) (1995). Онлайн руководство Уотреуэр. <http://www.ess.co.at/MANUALS/WATERWARE/webwrm.html> Последний просмотр на 25 февраля 2014.
- Гиуппони, Ц., А.Дж. Джейкмен, Д. Карссенберг, М. П. Хэр, (2006). Устойчивое управление водными ресурсами: комплексный подход. Эдвард Элгар Паблишинг, ISBN 1845427459.
- Лабади, Дж. и Р. Ларсон (2007). МодСим: система поддержки принятия решений для управления речными бассейнами, руководство пользователя, Департамент строительства, Университет штата Колорадо, вкл Коллинз, ЦО, Локс, Д.П., и да Коста, Дж.Р. 1991. Системы поддержки принятия решений. планирование водных ресурсов. Спрингер-Верлаг, Берлин, 574.
- Лукас Д.П., Френч П.Н, Тейлор М.Р. (1995). ИРАС - Интерактивное моделирование водоносного горизонта реки: Описание программы и работа. Планирование ресурсов Ассошиэтед, Инкорпорэтед, Итака, штат Нью-Йорк, США. МакКинней, Д.Ц.,
- Х. Цай, М.В. Розгрант, С. Ринглер и С.А. Скотт (1999). Моделирование управления водными ресурсами на уровне бассейнов: Обзор и будущие направления. СВИМ документ 6, ИВМИ, Шри-Ланка.
- ММММ (2000). Белая книга по водным ресурсам в Испании, Мадрид. Ministerio de Medio Ambiente.
- ММА (2007). Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo, por la que se aprueban los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en los ámbitos de los planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Spain.
- Паланиаппан, М. М. Ланг, и П.Х. Глейк (2008). Обзор средств поддержки принятия решений в области водоснабжения, санитарии и гигиены. Тихоокеанский институт, Окленд, штат Калифорния.
- Университет Виктория (1997). Модель распределение ресурсов (REALM). Руководство пользователя. Университет Виктории и Департамент устойчивого развития и охраны окружающей среды. Последний просмотр на 25 февраля 2014.
- Рейтсма, Р.Ф, Загона, Е.А., Чапра, С.Ц., и Штрезепек, К.М. (1996). "Системы поддержки принятия решений (СППР) для управления водными ресурсами", в Руководстве по водным ресурсам, под редакцией Л.В. Мейс. МакГро-Хилл, Нью-Йорк., 33.1-33.35.
- Йейтс Д., Зибер Дж, Пуркей Д, Хуберт-Ли (2005). ВЕАП21 - Модель планирования водных ресурсов на основе запросов, приоритетов и выбора. Часть 1: Характеристики модели. Вода Инт 30, 487-500

*Дальнейшее чтение*

Лукс, Д. Р., и др. (2005). Системы планирования и управления водными ресурсами. ISBN 92-3-103998-9 - ЮНЕСКО

НИС (Национальный Исследовательский Совет) (2000). Новые стратегии для водоразделов Америки. Национальная Академическая Пресса. Вашингтон, 311 стр.

Журнал Исследований Водных Ресурсов

Журнал Экологического моделирования и программного обеспечения

## 2.7 Стратегии пробоотбора

Эгли, Н., Дассенакис, М., Гарелик, Х. ван Грикен Р., Пейжненбург, В.Дж.Г.М., Класинк, Л., Кордел, В., Прист Н., Таварес, Т. (2003). Минимальные требования к отчетности аналитических данных для проб окружающей среды (Технический отчет IUPAC). Пюр Эппл Хим. 75: 1097-1106, доступно по адресу: <http://media.iupac.org/publications/pac/2003/pdf/7508x1097.pdf>

ХМСО. Микробиология воды (1994). Часть 1. Питьевая вода. Отчет о здравоохранении и медицинским темам (Доклад 71).

ISO 8466 (1990). Качество воды - калибровка и оценка аналитических методов, и оценка эксплуатационных характеристик, Часть 1: Статистическая оценка линейной функции калибровки.

ISO 8466 (2001). Качество воды - калибровка и оценка аналитических методов и оценка эксплуатационных характеристик, часть 2: стратегия калибровки для нелинейных функций калибровки второго порядка.

ISO/TR 13843 (2000). Качество воды - Руководство для проверки микробиологических методов.

Орт, С., М.Г. Лоуренс, Дж. Рунгоат и Дж.Ф. Мюллер (2010). Отбор проб для PPCPs в системах сточных вод: сравнение различных режимов отбора проб и

оптимизация стратегий. Экол. Наук. Технол., 2010, 44 (16), стр 6289-6296.

ЮНЭП/МАГАТЭ/МОК. (1991). Стандартные химические методы для мониторинга морской окружающей среды, эталонные методы для исследований загрязнения морской среды 50, ЮНЕП, Найроби.

ЮСПХА (1995). Стандартные методы исследования воды и сточных вод, 19-е изд. Подготовлено и опубликовано совместно с: Американская ассоциация общественного здравоохранения, Американская ассоциация водопроводных сооружений, Федерация водной окружающей среды; Совместная Редакционная комиссия: Арнольд Э. Гринберг, Эндрю Д. Итон, Ленор С. Клессери, Американская ассоциация общественного здравоохранения, Вашингтон, округ Колумбия.

### *Дальнейшее чтение*

ISO 5667 (1980/2001). Качество воды - выборка - части 1-18: Руководство для различных вод и осадков.

Райан Т.П. (2013). Определение размера выборки и мощности. Уилей, Лондон.

## 2.8 Мониторинг качества воды и уровней содержания загрязняющих веществ

Эгли, Н., Дассенакис, М., Гарелик, Х. ван Грикен Р., Пейжненбург, В.Дж.Г.М., Класинк, Л., Кордел, В., Прист Н., Таварес, Т. (2003). Минимальные требования к отчетности аналитических данных для проб окружающей среды (Технический отчет IUPAC). Пюр Эппл Хим. 75: 1097-1106, доступно по адресу: <http://media.iupac.org/publications/pac/2003/pdf/7508x1097.pdf>

### *Дальнейшее чтение*

АРНА, АВВА, ВЭФ (2012). Стандартные методы экспертизы, воды и сточных вод. 22-е изд. Вашингтон: Американская ассоциация общественного здравоохранения. ISBN



978-087553-013-0.  
<http://www.standardmethods.org/>.

управления водными ресурсами,  
Коломбо, Шри-Ланка.

Агентство окружающей среды (2010). Микробиология питьевой воды - Часть 4 - Методы выделения и подсчета колиформных бактерий и *Escherichiacoli* (в том числе кишечной палочки O157: H7), доступно на: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140328084622/http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/MoDWPpart4-223MAUh.pdf>.

Чой, Дж.И., Энгель, А.Б. и Фарнсворт, Л.Р. (2005). Веб-ГИС и Пространственная система поддержки принятия решений для управления ресурсами водосборного бассейна. Журнал по гидроинформатике 7 (3), 165-174.

ЮСЕПА (2014). Коллекция методов испытания.  
<http://www.epa.gov/fem/methcollectns.htm>

ГВП и МСБО (2009) Руководство по интегрированному управлению водными ресурсами в бассейнах. Доклад Глобального водного партнерства и Международной сети бассейновых организаций. Издательство Эландерс, Швеция.

### Раздел 3 - Навыки управления по повышению способности, квалификации и влияния

ПРООН (2008) Организации Объединенных Наций Электронное правительство Обзор 2008: От Эл.-правительства к Объединенному управлению. Доклад Программы развития Организации Объединенных Наций. Издательская секция ООН, Нью-Йорк, США.

#### 3.1 Поиск и обзор литературы

#### 3.3 Географические информационные системы в управлении водными ресурсами

Белл, Дж. (2010). Делая свой исследовательский проект: руководство для начинающих исследователей в области образования, здравоохранения и социальной науки. Пятое издание. Оупен Университи Пресс, Беркшир, Великобритания, стр. 267.

Дейл, Вирджиния Х. и Р. Мэри (1999). Инструменты для помощи принятия решений по окружающей среде. Спрингер-Ферлаг, Нью-Йорк

#### 3.2 Управление Данными

Лоуренс, П. Л. (2013). Геопространственные инструменты для городских водных ресурсов. Дордрехт; Геотехнология и окружающая среда, стр.7. Нью-Йорк: Спрингер.

Абдуллаев И., и Рахматуллаев Ш. (2013). Трансформация управления водными ресурсами в Центральной Азии: от государственно-ориентированной, Гидравлические Миссии к социально-политическому контролю. Энвирон Земля Наук. Doi: 10.1007 / s12665-013-2879-9.

Шуман, А. Х. (2011). Оценка риска наводнений и управление: Как задать гидрологические нагрузки, их последствия и неопределенности. Нью-Йорк, Спрингер.

Абдуллаев И., Рахматуллаев Ш., С. Платонов, А. и Сорокин, Д. (2012). Улучшение управления водными ресурсами в Центральной Азии посредством применения средств управления данными. Международный журнал исследований окружающей среды 69 (1), 151-168.

Ван Дижек, Дж. и др. (2012). ГИС и техники дистанционного зондирования в управлении земле- и водопользования. Дордрехт; Академические Издатели Клувер.

Бастиаансен, В.Г.М. (1998). Дистанционное зондирование в области управления водными ресурсами: современное состояние. Международный институт

Вьё, Б.Е. (2005). Распределенное гидрологическое моделирование с использованием ГИС Воды Научно-техническая библиотека 48. Спрингер Нью-Йорк [и т.д.].

Используйте WorldCat для дальнейшего исследования <http://www.worldcat.org/>

### 3.4 Мета-анализ и его применение в управлении водными ресурсами

Боренштейн, М., Хедж Л.В., Хиггинс, Дж. и Ротштейн Н. (2009). Введение в Мета-Анализ. М., Чичестер.

Хэктон, Ти Джей, Скотт С. Финдли (2008). Мета-анализ воздействия водного хозяйства на водные сообщества. Канадский журнал рыбного хозяйства и водных наук 65 (3) 437-447.

Саттон А.Дж., Дюваль С.Ж., Твиди Р.Л., Абрамс К.Р., Джонс Д.Р. (2000). Эмпирическая оценка эффекта смещения публикации на мета-анализ БМЖ 320 (7249): 1574-7.

### 3.5 Бассейновое планирование

РЭЦА (2013). Руководство по планированию бассейнов. Алматы, Казахстан.

ГВП и МСБО (2009). Пособие для Интегрированного управления водными ресурсами в бассейнах. Доклад Глобального водного партнерства и Международной сети бассейновых организаций. Издательство Эландерс, Швеция.

ГВП и МСБО (2012). Пособие для интегрированного управления водными ресурсами в трансграничных бассейнах рек, озер и водных тел. Издательство Эландерс, Швеция.

Хупер, В. (2006). Ключевые показатели эффективности управления речными бассейнами. Александрия, Вирджиния: Институт водных ресурсов, США Инженерный корпус армии.

Филлипс, Д.Дж.Х., Аллан, Дж.А., Клаасен, М., Гранит, Дж., Джагерског А., Кистин Е., Патрик М., Тертон А. (2008). Два варианта анализа: введение в методологию анализа возможностей трансграничных вод. Отчет 23. Стокгольмский международный институт воды (СМИВ): Стокгольм, Швеция.

Всемирный банк (2009). Стратегическая экологическая оценка – Улучшение

управления водными ресурсами и принятия решений: Тематические исследования, документ № 116, Вашингтон, округ Колумбия, США (СЭА - Стратегическая экологическая оценка).

### 3.6 Работа в партнерстве

Бачелор, С., Баттерворта, Дж. (2008). Построение сценария. Информационная записка 11 обучающего альянса СВИТЧ. Доступно на: <http://www.switchurbanwater.eu>

Бенсон Д., Джордан, А., Кук, А. и Смит Л. (2013). Совместное экологическое руководство: Плавают или тонут водораздельные партнерства? Политика Землепользования 30 748-757.

Карнуэлл, Р. и Карсон, А. (2005). Понимание партнерства и сотрудничества. Каруэлл, Р и Бюканнан, Дж. (ред) Эффективная практика в области здравоохранения и социального обеспечения: партнерский подход. Мэйдэн Хэд; Оупэн Университи Пресс.

СНГ (2003). Общая стратегия реализации Рамочной Водной Директивы (2000/60/ЕС) Руководящий документ №8 Участие общественности в связи с Рамочной Водной Директивой. Доступно на: [https://circabc.europa.eu/sd/a/0fc804ff-5fe6-4874-8e0d-de3e47637a63/Guidance%20No%208%20-%20Public%20participation%20\(WG%202.9\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/0fc804ff-5fe6-4874-8e0d-de3e47637a63/Guidance%20No%208%20-%20Public%20participation%20(WG%202.9).pdf)

Директива ЕС по наводнениям (2007). Директива 2007/60 / ЕС по оценке и управлению рисками наводнений, доступно на: [http://ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/index.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm)

ВРД ЕС (2000). Директива 2000/60 / ЕС Европейского парламента и Совета о создании основы для деятельности Сообщества в области водной политики доступно по адресу: <http://eur-lex.europa.eu/legal->

content/EN/TXT/? URI = CELEX:  
32000L0060

Франзескаки, Е., Уитмайер, Дж., и Лурбах, Д. (2013). Роль партнерства в реализации устойчивого развития городов в районе Роттердамских городских портов, Нидерланды. Журнал чистого производства (в печати).

Генч, Н. и Ойкулийгун, Н. (2011). Роль организационного обучения и передачи знаний в создании стратегических альянсов: Анализ Ситауции. Социальная и поведенческая наука Проседии 24, 1124-1133

МКЗР (2008) Директива 2008/1/ЕС Европейского парламента и Совета от 15 января 2008 года, о комплексном предотвращении и контроле загрязнения окружающей среды. Доступно на: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/waste\\_management/128045\\_en.html](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/128045_en.html)

Моррис, М. (2006). Информационная записка №1 Обучающего Альянса: Введение в учебные союзы. Доступно на: [http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/WP6-2\\_BRN\\_1\\_Intro\\_to\\_LAs.pdf](http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/WP6-2_BRN_1_Intro_to_LAs.pdf)

Паль-Уостл, К., М. Крепс, А. Девульф, Е. Мостерт, Д. Табэрэ, Т. Тайллие. (2007). Социальное обучение и управление водными ресурсами. Экология и общество 12 (2): 5. [онлайн] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art5/>

Рид, М.С. (2008). Участие заинтересованных сторон в области природопользования: обзор литературы. Биологическая Сохранность 141, 2417 - 2431.

Ракетостроение (2006). Улучшение работы партнерства услуг. Доступно на: [www.improvementservice.org.uk/](http://www.improvementservice.org.uk/)

СЭО (2001). Директива по стратегической оценке воздействия на окружающую среду (Директива 2001/42 / ЕС) по адресу: <http://ec.europa.eu/environment/eia/sea-legalcontext.htm>

Слейтер Р., Фредриксон, С., Томас С., Уилд, Д. и Поттер, С. (2007). Критическая оценка партнерства в управлении муниципальными отходами в Англии. Ресурсы, сохранение и переработка 51, 643-664.

ЕЭК ООН (1998). Конвенция о доступе к информации и участия общественности в процессе принятия решений и доступе к экологическим вопросам. Доступно по адресу: [//www.unep.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43e.pdf](http://www.unep.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43e.pdf)

Ван Хэрк С., Зевенберген, С., Эшли, Р. и Рийке, Дж. (2011). Альянсы обучения и действия для интеграции управления рисками наводнений в области городского планирования: новые рамки с эмпирическими доказательствами из Нидерландов. Наука об окружающей среде и политике 14, 543-554.

Всемирный банк (без даты). Консультации с заинтересованными сторонами и участие в УТБО планировании [http://www.worldbank.org/urban/solid\\_wm/erm/Annexes/US%20Sizes/Annex%201.1.pdf](http://www.worldbank.org/urban/solid_wm/erm/Annexes/US%20Sizes/Annex%201.1.pdf)

#### *Дальнейшее чтение*

Верхаген, Дж. (2006). Информационная записка №2 Альянса Обучения: Анализ заинтересованных сторон. Доступно на: [http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/WP6-2\\_BRN\\_2\\_Stakeholder\\_analysis.pdf](http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/WP6-2_BRN_2_Stakeholder_analysis.pdf)

Пелс, Дж. и Бёри, П.Дж. (2008) Информационная записка №5 Альянса Обучения: Содействие сети. Доступно на: [http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/WP6-2\\_BRN\\_5\\_Facilitating\\_networks.pdf](http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/WP6-2_BRN_5_Facilitating_networks.pdf)

СВИТЧ (без даты). Привлечение заинтересованных сторон: с участием всех игроков. Доступно на: <http://www.switchurbanwater.eu/research/22.php>

### **3.7 Навыки проектирования и управления**

Эйвард, Х. (2010). Делая обзор литературы в области здравоохранения и социальной помощи. Практическое руководство. Мйденхэд: Мак Гро-Хилл Оупэн Университи Пресс.

Кобби, М. и Мур, П. (1998). Введение в экологическую статистику. Пернитис Холл.

Кулидж, Ф.Л. (2000). Статистика мягкого введения. Лондон. СауздОакс, Калифорния: Издательство Сейдж

Робсон, С. (2011). Реальный мир исследований. Издательство Блэкуэл Инк.

Уигг, К, Де Хоог Р, Ван Дер Спек, Р. (1997). Поддержка управления знаниями: Выбор методов и приемов.

### 3.8 Обучение во имя будущего: компетенции в области образования в интересах устойчивого развития

РЭЦЦА (2007). Обзор прогресса в области образования для устойчивого развития в Центральной Азии: достижения, передовой практики и предложения на будущее, Документ для "Окружающей среды для Европы" Белградской конференции министров, подготовленный РЭЦЦА в сотрудничестве со странами Центральной Азии при поддержке Европейской Комиссии, Алматы,

РЭЦЦА (2009). Лучшие практики по образованию для устойчивого развития в Центральной Азии. Обзор, Алматы, РЭЦЦА Европейская комиссия, 68 стр.

Организация Объединенных Наций (1992). Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года.

ЕЭК ООН (2005). Стратегия ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития, принятая на Совещании высокого уровня в Вильнюсе, март 2005 года.

ЕЭК ООН (2011 г.). Образование для устойчивого развития: Экспертный обзор процессов и обучения, 2 марта 2011 года, РЭЦЦА.

ЕЭК ООН (2012). Обучение для будущего. Компетенции в образовании для устойчивого развития, Европейская экономическая комиссия ООН, Стратегия образования в интересах устойчивого развития, июль 2012 года.

ЮНЕСКО (1996). Обучение: сокрытое сокровище. Отчет ЮНЕСКО Международной комиссии по образованию XXI века, Париж, доступно на [http://www.unesco.org/education/pdf/15\\_62.pdf](http://www.unesco.org/education/pdf/15_62.pdf)

ЮНЕСКО (2009 г.). Всемирная конференция ЮНЕСКО по образованию в интересах устойчивого Развития. 31 марта - 2 апреля 2009 г. Бонн, Германия.

#### Полезные Веб Сайты

- ◆ <http://www.unece.org/env/esd/>
- ◆ <http://www.unece.org/env/esd/SC.EGC.html>
- ◆ [www.johannesburgsummit.org/html/sustainable\\_dev/p2\\_partners\\_other\\_areas/central\\_asian.pdf](http://www.johannesburgsummit.org/html/sustainable_dev/p2_partners_other_areas/central_asian.pdf)
- ◆ [www.unesco.org](http://www.unesco.org)
- ◆ [http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL\\_ID=19162&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL_ID=19162&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)
- ◆ <http://www.escap.org>
- ◆ <http://www.undp.kz/>
- ◆ <http://www.edu.gov.kz/en/> - Ministry of Education & Science of Kazakhstan
- ◆ [http://www.eco.gov.kz/eng/cute/index\\_eng.php](http://www.eco.gov.kz/eng/cute/index_eng.php) - Ministry of Environmental Protection of Kazakhstan
- ◆ [www.carecnet.org](http://www.carecnet.org) – CAREC web page
- ◆ <http://www.caresd.net/site.html?en=0&id=21723>
- ◆ <http://www.willyoujoinus.com/energyville/>
- ◆ <http://www.ecoliteracy.org/discover/competencies>
- ◆ <http://www.senseandsustainabilitytraining.co.uk/node/26>
- ◆ <http://www.greenhorizon-online.com/>

## Раздел 4 - Примеры наилучшей практики управления очисткой воды

### 4.1 Городские системы очистки сточных вод

- Аксу, З., Тунч, О. (2005). Применение биосорбции для удаления пенициллина G: сравнение с активированным углем. *Процесс Биохимия* 40, 831-847.
- Алонсо, Е., Сантос, А., Солис, Г. Дж., Риеско П., (2002). О возможности очистки городских сточных вод мембранами: сравнительная оценка. *Опреснение* 141, 39-51.
- Андероззи Р., Каприо В., Инсола А., Маротта, Р. (1999). Расширенные окислительные процессы (АОП) для очистки и восстановления водных ресурсов. *Катализ Сегодня* 53, 51-59.
- Андероззи Р., Раффаэль, М., Никлас, П., (2003). Фармацевтика в НТП сточных вод и их солнечной фотодеградация в водной среде. *Химосфера* 50, 1319-1330.
- Арнольд, В.А., Макнейл, К., (2007). Трансформация лекарственных средств в окружающей среде: фотолиз и другие абиотические процессы. *Комплексная Аналитическая химия* 50, Петрович, М., Барсело, Д. (ред.), глава 3.2, 361-385.
- Батт, А.Л., Ким, С., Ага, Д.С. (2007). Сравнение возникновения антибиотиков в четырех полномасштабных очистных сооружениях с различными конструкциями и операциями. *Химосфера* 68, 428-435.
- Чаудхари, DS, Вигнесваран, С., Нго, Н.Н., Мун, Х., Шим, В.Г., Ким, С.Х. (2002). Абсорбция гранулированного активированного угля (ГАС) в очистке сточных вод: эксперименты и модели. *Наука о Воде и техника* 47, 113-120.
- Древес, Дж.Е. (2007). Удаление фармацевтических остатков при обработке сточных вод. *Комплексная Аналитическая химия* 50, Петрович, М., Барсело, Д., ред., Глава 4.1, 427-449.
- Фатта-Кассинос Д., Мерик С., Николау, А. (2011). Фармацевтические остатки в экологических сточных водах: современное состояние знаний и будущих исследований. *Аналитическая и Биоаналитическая Химия* 399, 251-275.
- Гослих Р., Диллерт Р., Банхеманн, Д. (1997). Солнечная очистка воды: принципы и реакторы.
- Гур-Резник, С. Кац, И., Досоретз, Ц.Г. (2008). Удаление растворенного органического вещества путем поглощения гранулированным активированным углеродом в качестве предварительной обработки для обратного мембранного осмоса биореактора сточных вод. *Водные Исследования* 42, 1595-1605.
- Хомем В., Сантос, Л., (2011). Методы деградация и удаления антибиотиков из водной матрицы-обзор. *Журнал экологического менеджмента* 92 (10), 1-44.
- Хьюстон, П.Л., Пигнателло, Дж.Дж. (1999). Деградация активных ингредиентов отдельных пестицидов и коммерческих препаратов в воде при помощи фотореакции Фентона. *Исследование Воды* 33 (5), 1238-1246.
- Клавариоти, М., Мантзавинос, Д., Кассинос Д., (2009). Удаление остаточных лекарственных средств из водных систем при современных процессах окисления. *Международная Окружающая Среда* 35, 402-417.
- Ли, С., Квон Б., Сан, М., Чо, Дж., (2005). Характеризации НОМ включенные в мембраны НФ и ОФ. *Опреснение* 173, 131-142.
- Легрини О., Оливерос Е., Браун, А.М. (1993). Фотохимические процессы для очистки воды. *Химический Отчет* 93 (2), 671-698.
- Литтер, М.И., (2005). Введение в фотохимические передовые технологии окисления для очистки воды. *Химия*

окружающей среды 2, Часть М, 325-366.

Малато, С., Фернандес-Ибаньес, П., Мальдонадо, М.И., Бланко, Дж., Гернжак, В., (2009). Обеззараживание и дезинфекция воды при солнечном фотокатализе: свежий обзор и тенденции. Катализ сегодня 147, 1-59.

Меткалф и Эдди (2003). Инжиниринг сточных вод: Обработка и повторное использование, МакГро-Хилл, 4-е издание.

Оллер И., Малато, С. Санчес-Перес, Ю.А. (2011). Сочетание передовых окислительных процессов и биологических средств для дезактивации сточных вод. Отчет. Наука об окружающей среде 409 (2011) 4141-4166.

Парсонс, С. (редактор). (2004). Расширенные окислительные процессы для очистки воды и стоков. Международная ассоциация по водным ресурсам (IWA), Лондон.

Ричардсон, С.Д., Плева, М.Дж., Вагнер, Е.Д., Шуни П., Де Марини, Д.М. (2007). Возникновение, генотоксичность, и канцерогенность в регулируемых и новых побочных продуктах дезинфекции питьевой воды: обзор и дорожная карта для исследований. Исследование мутаций 636, 178-242.

Сентана И., Де Ла Рубиа, М.А. Родригуэза, М., Сентана Е., Пратс Д., (2009). Удаление природного органического вещества катионными и анионными полиакрилонитрильными мембранами. Влияние давления, ионной силы и рН. Разделение и технология очистки 68, 305-311.

Зуларисам, А.В., Исмаил, А.Ф., Салим, М.Р., Сакина, М., Одзаки, Н., (2007). Влияние фракций природного органического вещества (НОМ) на характеристики загрязнения и восстановления мембранной ультрафильтрации потока. Опреснение 212, 191-208.

## 4.2 Технологии очистки питьевой воды и мониторинг качества воды

Эдзвальд, Дж. К. (2010). Качество воды и обработка. Руководство по питьевой воде. МакГро-Хилл, Нью-Йорк, 1696.

Веб-сайт Агентства по охране окружающей среды [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

Элдер, Д. (2010). Обзор процессов очистки воды. В: Эдзвальд, Дж.К. (Ред.), Качество воды и обработка. Руководство по питьевой воде, МакГро-Хилл, Нью-Йорк, 5-1.

Фатта-Кассинос, Д., Калаврузиотис, И.К., Коукоулакис, П.Х., Васкес, М.И. (2011). Риски, связанные с повторным использованием сточных вод и ксенобиотиков в агроэкологической окружающей среде. Наука об окружающей среде 409 (19), 3555-3563.

Официальный сайт Европейского Союза [www.europa.eu](http://www.europa.eu)

Панкратз, Т.М. и Тоннер, Дж. (2003). Desalination.com: экологический грунт. Издательство Лоун Оак, Штат Техас

Ричардсон, С.Д. и Терн, Т.А. (2011). Анализ воды: новые загрязняющие вещества и актуальные вопросы. Аналитическая химия 83 (12), 4614-4648.

Шрикс, М., Херинга, М.Б., ван-дер-Куй, М.М.Е., де Вугт, П., ван Уизел, А.П. (2010). Токсикологическая актуальность новых загрязняющих веществ по качеству питьевой воды. Исследование воды 44 (2), 461-476.

Шварценбах, Р.П., Эшер, Б.И., Феннер, К., Хофстеттер, Т.Б., Джонсон, С.А., фон Гунтен, У., Уерли, В. (2006). Проблема микрозагрязнителей в водных системах. Наука 313 (5790), 1072-1077.

Всемирная организация здравоохранения (2012). Фармацевтика в питьевой воде. WA 30, 5, 1-52.

Всемирная организация здравоохранения (2011). Руководство по контролю качества питьевой воды. Всемирная организация здравоохранения, Мальта.

#### 4.3 Источники и появление фармацевтических отходов в водной среде

- Андреоззи П., Раффаэле, М., Никлас, Р. (2003). Фармацевтика в НТП сточных вод и их солнечная фотодеградация в водной среде. Химосфера 50, 1319-1330.
- Бейкер, Д.Р., Каспршик-Хордерн, В. (2011). Множественно-остаточный анализ злоупотребления наркотиками в сточных и поверхностных водах по твердофазной экстракции и жидкостной хроматографии с положительным электрораспылением ионизации тандемной масс-спектрометрии. Журнал хроматографии А, 1218, 1620-1631.
- Бендз Д., Пазеус Н.А., Джинн, Т.Р, Логек, Ф.Дж (2005). Возникновение и судьба фармацевтический активных соединений в окружающей среде, пример: Река Ходже в Швеции. Журнал опасных материалов 122, 195-204.
- Кастильони, С., Багнати, П., Кальмари, Д., Фанелли Р., Зуккато, Е. (2005). Мульти-остаточный аналитический метод с использованием экстракции твердой фазы и высокого давления жидкостной хроматографии тандемной масс-спектрометрии для измерения фармацевтических препаратов различных терапевтических классов в городских сточных вод. Журнал хроматографии 1092 (2005), 206-215.
- Дебска, Дж., Кот-Васик А., Намисеник, Дж. (2005). Определение нестероидных противовоспалительных препаратов в пробах воды с использованием жидкостной хроматографии в сочетании с детектором с диодной матрицей и масс-спектрометрии. Журнал разделенной науки 28, 2419-2426.
- Фатта Д., Николау, А., Ахиллеос А., Мерик, С., (2007). Аналитические методы отслеживания фармацевтических остатков в воде и сточных водах. Тенденции в Аналитической химии, 26 (6) 515- 533.
- Фатта-Кассинос Д., Хапеша Е., Ахиллеос А., Мерик С., Грос, М., Петрович, М., Барсело, Д. (2011). Наличие фармацевтических соединений в высших неочищенных городских сточных водах, используемых для повторного применения. Управление водными ресурсами 25 (4), 1183-1193.
- Гёбель А., МакАрделл, Ц.С., Сутер, М.Дж. Ф, Гигер, В. (2004). Определение макролидов и сульфаниламиды противомикробных препаратов, человеческого сульфонамидного метаболита и триметоприм в сточных водах с помощью жидкостной хроматографии в сочетании с электрораспылением тандемной масс-спектрометрии. Аналитическая химия 76, 4756-4764.
- Голет Е.М., Алдер, А.Ц., Хартманн, А., Терн, Т., Гигер, В. (2001). Определение фторхинолонов антибактериальных агентов в городских сточных водах на твердой стадии экстракции и жидкостной хроматографии с детектором флуоресценции. Аналитическая химия 73, 3632-3638.
- Грос, М., Петрович, М., Барсело, Д. (2006). Разработка мульти-остатков аналитической методологии на основе жидкостной хроматографии-тандемной масс-спектрометрии (LC-М.С./MS) для скрининга и уровня трассировки определения лекарственных средств в поверхностных и сточных водах. Таланта 70, 678-690.
- Эрнандо, М.Д., Петрович, М., Фернандес-Альба А.Р., Барсело, Д. (2004). Анализ методом жидкостной хроматографии-ионизация электрораспылением тандемной масс-спектрометрии и оценки острой токсичности для  $\beta$ -блокаторов и липидов агентов, регулирующих в образцах сточных вод. Журнал Хроматографии, 1046, 133-140.
- Хилтон, М.Дж., Томас, К.В. (2003). Определение выбранных фармацевтических соединений человека в сточных и поверхностных водах с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с электрораспылением-тандемной масс-спектрометрии. Журнал хроматографии 1015, 129-141.

- Хирш, Р., Терн, Т.А., Хаберер К., Крац, К.-Л. (1999). Появление антибиотиков в водной среде. Наука об окружающей среде 225 (1-2), 109-118.
- Каспршик-Хордерн, Б., Динсдейл, Р.М., Гуви, А.Дж. (2007). Мульти-остаточный метод для определения основных/нейтральных лекарственных средств и незаконного оборота наркотиков в поверхностных водах по твердофазной экстракции и ультражидкостной хроматографии с положительным электрораспылением ионизации тандемной масс-спектрометрии. Журнал хроматографии на 1161, 132-145.
- Каспршик-Хордерн, Б., Динсдейл, Р.М., Гуви, А.Дж. (2009). Удаление лекарственных препаратов, средств личной гигиены, нарушений эндокринной системы и наркотиков во время очистки сточных вод и ее влияние на качество приема воды. Исследование воды, 43, 363-380.
- Клавариоти, М., Мантзавинос Д., Кссинос, Д. (2009). Удаление остаточных лекарственных средств из водных систем передовым процессом окисления. Международная окружающая среда 35, 402-417.
- Кот-Васик, Дебска, Дж., Васик А., Намисеник, Дж. (2006). Определение нестероидных противовоспалительных препаратов в природных водах, используя Off-Line и On-LineSPE. Вслед ЖХ в сочетании с DAD-МС. Хроматография 64 (1-2), 13-21.
- Кот-Васик, Дебска, Дж., Васик А., Намисеник, Дж. (2007). Аналитические методы исследований фармацевтических препаратов и средств личной гигиены в окружающей среде. Тенденции в Аналитической химии 26 (6), 557-568.
- Лин, В.Ц., Чэнь, Х.Ц., Дин, В.Х. (2005). Определение фармацевтических остатков в водах твердофазной экстракции и большого объема он-лайн дериватизации с газовой хроматографии - масс-спектрометрии. Журнал хроматографии, 1065, 279-285.
- Мяо, З.Ц., Коенинг, Б.Г. Меткалф, Ц.Д. (2002). Анализ кислых препаратов в стоках очистных сооружений с использованием жидкостной хроматографии - ионизация электрораспылением тандемной масс-спектрометрии. Журнал хроматографии А, 952 (1-2), 139-147.
- Николау, А., Мерик С., Фатта, Д. (2007). Встречаемость модели фармацевтических препаратов в средах водоснабжения и водоотведения. Аналитическая Биоаналитическая Химия 387, 1225-1234.
- Терн, Т.А., Бонерз, М., Шмидт, Т. (2001). Определение нейтральных лекарственных средств в сточных водах и реках методом жидкостной хроматографии-электроспрей тандемной масс-спектрометрии. Журнал хроматографии А 938 (1-2), 175-185.
- 4.4 Извлечение фармацевтических препаратов из водных растворов биологическими методами и химическим окислением**
- Андреоззи П., Раффаэле, М., Никлас П., (2003). Фармацевтика в НТП сточных вод и их солнечная фотодеградация в водной среде. Химосфера 50, 1319-1330.
- Баронти, Ц., Цурини, П., Д'Асчензо, Г., Горсия, А.Д., Джентили, А., Сампери П., (2000). Мониторинг природных и синтетических эстрогенов в активированной обработке осадков растений сточных вод и в принимающей речной воде. Экологические науки и технологии 34, 5059.
- Браун, К., Кулис, J., Томсон, Б., Чепмен, Т.Х., Мауайнни, Д.Б., (2006). Появление антибиотиков в больнице, жилищах и молочных продуктах, городских сточных водах и Рио-Гранде в Нью-Мексико. Наука об окружающей среды 366, 772-783.
- Карбалла, М., Омил, Ф. ЛемаДж.М., Лломперт, М., Гарсия-Ярес, К., Родригес, И., Гомес, М., Терн, Т. (2004). Поведение фармацевтических препаратов,



косметики и гормонов в очистных сооружениях. Исследования Воды 38, 2918-2926.

Ча, Дж.М., Ян С., Карлсон, К.Х. (2006). Определение *bla<sub>ctam</sub>* антибиотиков в поверхностных водах и городских сточных водах с использованием жидкостной хроматографии в сочетании с электрораспылением тандемной масс-спектрометрии. Журнал хроматографии на 1115, 46-57.

Клара, М., Штрени, Б., Ганс, О. Мартинес, Э., Крюзингер, Н., Кройсс, Х., (2005). Удаление выбранных лекарственных препаратов, ароматов и нарушения эндокринных соединений в мембранном биореакторе и обычных очистных сооружениях. Исследование воды 39, 4797-4807.

Директива Совета 91/271 / ЕЕС от 21 мая 1991 года об очистке городских сточных вод, Совет Европейских сообществ.

Древес, Дж. Е. (2007). Удаление фармацевтических остатков при обработке сточных вод. Комплексная Аналитическая химия 50, Петрович, М., Барсело Д., ред., Глава 4.1, 427-449.

Фатта Д., Николау, А., Ахиллеос А., Мерик, С., (2007). Аналитические методы отслеживания фармацевтических остатков в воде и сточных водах. Тенденции в аналитической химии 26, 515-533.

Гомес, МДж, Мартинес Буэно, М.Дж., Лакорте, С. Фернандес-Альба А.Р., Агуэра А., (2007). Пилотное исследование мониторинга лекарственных средств и сопутствующих соединений в очистке сточных вод завода, расположенного на побережье Средиземного моря. Химосфера 66, 993-1002.

Клавариоти, М., Мантзавинос Д., Кассинос Д., (2009). Удаление остаточных лекарственных средств из водных систем при современных процессах окисления. Международная окружающая среда 35, 402-417.

Ковалева, Л., Зигрист, Х. Сингер Х., Виттмер А., МакАрделл, Ц.С., (2012). Очистка

больничных сточных вод в мембранном биореакторе: производительность и эффективность для устранения органических микрозагрязнителей. Экологические науки и технологии 46, 1536-1545.

Ле-Мин, Н. Хан, С.Дж., Древес, Дж. Е. Стуетз Р. М. (2010). Судьба антибиотиков во время процессов обработки при утилизации муниципального водоснабжения. Исследование воды 44, 4295-4323.

Лин, А.Ю.Ц., Йу, Т.Х., Латиф, С.К. (2009). Удаление фармацевтических препаратов во вторичных процессах очистки сточных вод в Тайване. Журнал опасных материалов 167, 1163-1169.

Линдберг, Р.Х., Веннберг П., Йоханссон, М.И., Тисклинд, М. Андерссон, БАВ (2005). Скрининг человеческого антибиотика. Вещества и определение еженедельных массовых потоков в пяти очистных сооружениях в Швеции. Экологическая наука и технологии 39, 3421-3429.

Николау, А., Мерик С., Фатта Д. (2007). Встречаемость модели фармацевтических препаратов в средах водоснабжения и водоотвода. Аналитическая и Биоаналитическая Химия 387, 1225-1234.

Ратола, Н., Цинцинелли, А. Алвес А., Катсояннис А., (2012). Возникновение органических микрозагрязнителей в процессе очистки сточных вод. Мини-обзор. Журнал опасных материалов 239-240, 2012, 1-18

Робертс, П.Х., Томас, К.В. (2006). Появление отдельных лекарственных средств в сточных водах стоков и поверхностных вод нижнего водосбора Тайн. Наука об окружающей среде 356, 143-153.

Сиртори, С, Агура А., Гернжак, В., Малато, С. (2010). Влияние водно-матричной композиции на триметоприма солнечной фотодеградационной кинетики и путей. Исследование воды 44 (9), 2735-2744.

Штумпф, М., Терн, Т., Уилкен Р., Родригес, С.В., Бауманн, В. (1999). Полярные

остатки наркотиков в сточных водах и природных водах в штате Рио-де-Жанейро, Бразилия. Наука об окружающей среде 225, 135.

Терн, Т.А., Бонерз, М., Херрманн, Н., Тейзер, Б. Андерсен, Х.Р. (2007). Орошение очищенных сточных вод в Брауншвейг, Германия: удаление фармацевтических препаратов и ароматов мускуса. Химосфера 66, 894-904.

Уоткинсон, А. Дж, Мёрбик, Е.Дж, Костанзо С.Д. (2007). Удаление антибиотиков в обычной и глубокой очистке сточных вод: последствия для окружающей среды разряда и утилизации сточных вод. Исследование Воды 41, 4164-4176.

Сюй, В. Чжан, Г., Ли, Х., Цзоу, С. Ли, П., Ху, З. Ли, Дж., (2007). Возникновение и уничтожение антибиотиков в четырех очистных сооружениях в дельте реки Чжуцзян (PRD), Южном Китае. Исследование воды 41, 4526-4534.

Ян С., Ча, Дж., Карлсон, К., (2005). Одновременное извлечение и анализ 11 тетрациклина и сульфаниламидов антибиотиков в вытекающих бытовых сточных водах с помощью твердофазной экстракции и жидкостной хроматографии с ионизацией электрораспылением-тандемной масс-спектрометрии. Журнал хроматографии А 1097, 40-53.

Зуккато Е., Кастильони, С., Багнати, П., Мелис, М., Фанелли Р., (2010). Источник, возникновение и судьба антибиотиков в итальянской водной среде. Журнал опасных материалов 179, 1042-1048.

#### *Дальнейшее чтение*

Грей, Н.Ф. (2004). Биология очистки сточных вод, второе издание, Издательство Имперского Колледжа.

Меткалф, Е. и Эдди, Н. (2003). Инжиниринг сточных вод: обработка и повторное использование. МакГро-Хилл, Нью-Йорк.

Меткалф, Е. и Эдди Н. (2008). Вопросы, технологии и приложения повторного

использования воды. МакГро-Хилл, Нью-Йорк.

Парсонс, С. (редактор). (2004). Расширенные окислительные процессы для очистки воды и стоков. Международная ассоциация по водным ресурсам (МАВР), Лондон.

Малато, С. (2007). Очистка сточных вод с помощью передовых окислительных процессов (солнечный фотокатализ к деградации промышленных загрязнителей). Доступно на: [http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/MALATO%202007%20Waste%20Water%20Treatment%20by%20Advanced%20Oxidation%20Processes%20Solar%20Photocatalysis%20in%20Degradation%20of%20Industrial%20Contaminants.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MALATO%202007%20Waste%20Water%20Treatment%20by%20Advanced%20Oxidation%20Processes%20Solar%20Photocatalysis%20in%20Degradation%20of%20Industrial%20Contaminants.pdf)

#### **4.5 Потенциальные последствия, связанные с повторным использованием сточных вод в сельском хозяйстве**

Беджарано, А.Ц., Деко, А.В., Томас Чандлер, Г., (2005). Влияние различных растворенных органических материалов на биодоступность Хлорпирифоса устьевым двустворчатым моллюскам *Mercenaria*. Исследование морские экологии 60 (1), 111-130.

Директива 2000/60/ЕС Европейского парламента и Совета от 23 октября 2000 года, устанавливающая основы для деятельности Сообщества в области водной политики (OJL 327, 22.12.2000, стр. 1). HTTP: // eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:02000L0060-20090113:EN:NOT

Древес, Дж.Е., Рейнхард, М., Фокс, П. (2003). Сравнение микрофилтрации-обратного осмос и почвенно-водоносных горизонтов обработкоосвенной питьевой повторного использования воды. Исследование воды 37 (15), 3612-3621.

Фабрис Р., Чоу, Ц.В. Дрикас, М., Эйкеброкк, Б. (2008). Сравнение НОМ характера в отдельных австралийских и

норвежских питьевых водах. Исследование воды 42 (15), 4188-4196.

Фатта-Кассинос Д., Калаврузиотис И., Коукоулакис П., Васкес, М., (2011). Риски, связанные с повторным использованием сточных вод и ксенобиотиков в агроэкологической окружающей среде. Наука об окружающей среде 409 (19), 3555-3563.

Калаврузиотис И.К., Коккинос П., Орон, Г., Фатон, Ф., Болзонелла Д., Ватилиту, М., Фатта-Кассинос Д., Коукоулакис, П.Х., Варнвас, С.П., (2013). Текущий статус при очистке сточных вод, повторного использования и исследования в некоторых средиземноморских странах. Опреснение и обработка воды, 1-16.

Калаврузиотис И.К., Коккинос П., Роболас, П. Пападопулос А., Пантазис В., (2008). Взаимоотношения тяжелых макро- и микроэлементов металлов и свойства почвы, культивируемой Капустой огородная вар. Итальянский (брокколи), под действием очищенных городских сточных вод. Загрязнение воды, воздуха и почв 190 (1-4), 309-321.

Лян, С., Лю К., Сонг, Л., (2007). Растворимые продукты жизнедеятельности микробов в работе мембранного биореактора: поведение, характеристики и загрязнения потенциал. Исследование воды 41 (1), 95-101.

Муньос, И., Гомес-Рамос, М.Дж., Агуэра, А. Фернандес-Альба А.Р. Гарсия-Рейес, И. Ф., Молина-Диас, А., (2009). Химическая оценка загрязнений в сточных водах и экологический риск повторного использования сточных вод в сельском хозяйстве. ПРОФ тенденции в Аналитической химии 28 (6), 676-694.

Мюррей, А. и Рэй, И. (2010). Сточные воды для сельского хозяйства: модель планирования повторного использования и её применение в пригородах Китая. Исследование воды 44 (5), 1667-1679.

Педреро, Ф., Калаврузиотис И., Аларкон, Дж.Дж., Коукоулакис П., Асано, Т. (2010). Использование очищенных городских сточных вод в орошаемом земледелии - обзор некоторых методов в Испании и Греции. Аграрный менеджмент воды 97 (9), 1233-1241.

Риццо, Л., Манайа, С. Мерлин, К., Шварц Т., Дагот, С, Плой, М., Майкл И., Фатта-Кассинос Д., (2013). Городские очистные сооружения, как точки доступа для устойчивых к антибиотикам бактерий и генов распространяемых в окружающей среде: обзор. Наука об окружающей среде, 447, 345-360.

Санчес-Марин, Р., Беллас, Дж., Мубиана Б.К., Лоренцо, Ц.О., Блуэт П., Бейрас, П., (2011). Pb поглощение морской мидией *Mytilus Sp.* Взаимодействия с растворенными органическими веществами. Водная токсикология 102 (1), 48-57.

Шон, Х.К., Вигнесварн, С. Снайдер, С.А., (2013). Органические вещества (EFOM) в сточных водах: Состав, эффекты, и обработка. Критические Отзывы в Экологической науке и технике 36: 4, 327-374.

Светлик, Дж., Дабровска А., Рачзик-Станиславиак, У., Навроцкий, Дж., (2004). Проблема способности природных органических фракций реагировать с диоксидом хлора и озона. Исследование воды 38 (3), 547-558.

#### *Дальнейшее чтение*

Отчет о повторном использовании Средиземноморских сточных вод.

Рециркуляции воды и повторное использование: Экологические преимущества.

Повторное использование сточных вод: методы очистки сточных вод и охрана здоровья. Доступно на: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41032/1/WHO\\_TRS\\_517.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41032/1/WHO_TRS_517.pdf?ua=1)

## **4.6 Промышленное производство бутилированной природной**

## минеральной, питьевой и лечебной воды

- CODEX STAN 108-1981, Rev. 2-2008 Codex standard for natural mineral waters.
- CODEX STAN 227-2001 General standard for bottled/packaged drinking waters (other than natural mineral waters).
- Commission Directive 2003/40/EC of 16 May 2003 establishing the list, concentration limits and labelling requirements for the constituents of natural mineral waters and the conditions for using ozone-enriched air for the treatment of natural mineral waters and spring waters. OJ L 126, 22.5.2003, p. 34–39.
- Council Directive 98/83/EC of 3rd November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Official Journal of the European Communities, 05.12.1998, L330/32-54.
- Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters. OJ L 164, 26.6.2009, p. 45–58.
- Mineral- und Tafelwasser-Verordnung vom 1. August 1984 (BGBl. I S. 1036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2762) geändert worden ist. Zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 1.12.2006 I 2762.
- Quality Criteria of the European Spas Association (ESPA). Adopted unanimously during the General Assembly 2006 in São Pedro do Sul (P) <http://www.espa-ehv.eu/qualitycriteria>.
- Regulation (EC) №1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. OJ L 404, 30.12.2006, p. 9–25.
- Reimann, Birke, 2010. Geochemistry of European bottled water. Borntraeger Science Publishers, Stuttgart, 268pp.
- Storch, 2012. Quality standard for medical spas and medical wellness providers in Europe. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 184pp.
- WHO, 2011. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition, Geneva, 541pp.
- ГОСТ 13273-88 «Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. Технические условия. Межгосударственный стандарт».
- ГОСТ 30813-2002 «Вода и водоподготовка. Термины и определения. Межгосударственный стандарт».

- СТ РК 1432-2005 «Воды питьевые, расфасованные в емкости, включая природные минеральные питьевые столовые. Общие технические условия».
- СТ РК 452-2002 «Воды минеральные природные питьевые лечебно-столовые и лечебные. Общие технические условия».
- Технический регламент Республики Казахстан «Требования к безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости» №551 от 9 июня 2008 года.
- Хмелевская О., 2011. Алгоритм мікробіологічної оцінки фасованих мінеральних лікувально-столових вод як складової гігієнічного контролю їх якості. - Журнал «Гігієна населених місць», Київ, 128-135.

## 4.7 Методы очистки промышленных сточных вод

- Аксенов В.И., Ладыгичев М.Г., Ничкова И.И., Никулин В.А., Кляин С.Е., Аксенов Е.Б. (2005 г.). Водное хозяйство промышленных предприятий: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 1. Издательский Дом «Теплотехник», 640 с.
- Сервантес Ф., Павлостасис С., ван Хаандел А., 2006 г. Прогрессивные Процессы Биологической Очистки Промышленных Сточных Вод, 360 с.
- Руководство, (2009 г.). № 788, Утилизация Сточных Вод в Канализационных Системах Населенных Пунктов. Указ Правительства Республики Казахстан от 28 мая.
- Кульский, Л.А., (1980 г.). Справочник: Свойства, Аналитические Методы и Очистка Воды (Текст). Киев, Издательство «Наукова думка», 680 с.
- Когановский, А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М. (1983 г.). Очистка и Использование Сточных Вод в Промышленном Водоснабжении. Москва, Издательство «Химия», 288 с.
- Лопес, А., Клаудио Ди Якони, Масколо Г. и Альфьери Поллис, (2011 г.). Инновационные и Интегрированные Технологии Очистки Промышленных Сточных Вод, 100-188 с.

Лесли Грейди С.П., Глен Младший, Дайгер Т. и другие, (2011 г.). Биологическая Очистка Сточных Вод: Третье Издание, 1200 с.

Наурызбаев, Е.М., (2008 г.), Методы Очистки Сточных Вод от Нефтепродуктов. Шымкент, 2008, 76 с.

Уолтерс Р.У., Тэрлтон А.Л., Грассо Д., Аль-Гусейн И., Чин Ю-П, Уэст Б.В., Салливан Дж.А., Юзефи З. И Скоппет М.Дж. (1989 г.). Очистка Сточных Вод: Физические и Химические Методы. Журнал (Федерация по Контролю Загрязнения Воды) Том 61, № 6, Выпуск по Обзору Литературы (Июнь 1989), с.789-799.

Санитарные Правила, 18 января 2012 г., № 104, «Санитарно-эпидемиологические Требования к Водоисточникам, Местам Водозабора для Хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов». Постановление Правительства Республики Казахстан.

Утепбергенова Л.М., (2006 г.), Использование шахтного водоотлива для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кентау. Международная научно-практическая конференция. - Витебск, с. 42-43.

Яковлев С.В., Воронов Ю.В. (2006 г.) Водоотведение и Очистка Сточных Вод, Москва, МГРС, 704 с.

*Также рекомендуется прочитать*

Спеллман, Ф.Р. (2008 г.). Справочник по Работе Предприятий по Очистке Воды и Сточных Вод; CRC Press; 2-е издание, 872 с.

Дринан, Дж.Е. И Спеллман Ф. (2012 г.). Очистка Воды и Сточных Вод: Руководство для Специалистов Неинженерного Профиля, Второе Издание, CRC Press, 300 с.

Хадиди Дж., М.Х., Аль-Шоргани Н.К., Али, Е.Абдул Хамид, А и Калиль, М.С., (2013 г.). Новый Флокулянт-Коагулянт

с Потенциальным Применением для Очистки Промышленных Сточных Вод. 2-я Международная Конференция по Окружающей Среде, Энергии и Биотехнологии. IPCBEE, том.51; IACSIT Press, Сингапур, том.51. 26, 139-142.

Меткалф и Эдди, (2012 г.). Инжиниринг Сточных вод: обработка и Повторное Использование, 4-е издание, Издательство ТМН, 1820 с.

Василенко Л.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В., (2009 г.). Методы Очистки Промышленных Сточных Вод: Екатеринбург: Уральский Региональный Лесотехнический Университет, учебное пособие, 174 с.

#### 4.8 Электрохимические методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов

Берсиер П.М., С. Понс де Леон, Уолш Ф.С., (2004 г.). Электрохимические Подходы к Охране Окружающей Среды и Утилизации Отходов. 06-43.

Чуанпинг Фенг, Миао Ли, Ксу Гуо, Чао Джао, Дженья Джанг и Норио Сугиура, (2011). Электрохимические Технологии, Применяемые для Очистки Сточных и Грунтовых Вод, с.7-10.

Энциклопедия, (1994). Инженерное Оборудование Зданий и Сооружений. Издательство «Стройиздат», Москва.

Руководство, (2009 г.). Правила приема сточных вод в системы водоотведения населенных пунктов. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 мая 2009 года № 788.

Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды РК». 2013г. Выпуск №1(21). Департамент экологического мониторинга «Казгидромет» при Министерстве охраны окружающей среды.

Совместный приказ Министерства здравоохранения РК от 30.01.2004 г. №99 и Министерства охраны

окружающей среды РК от 27.01.2004 г. №21-п.

Нурдиллаева Р.Н., Жылысбаева А.Н., Баешов А.В., (2010). Разработка электрохимического метода очистки сточных вод // Научно-технический журнал. «Геология, География и Глобальная энергия». № 2 (37). - Астрахань, РФ, 75-78 с.

Нурдиллаева Р.Н., Турлибаева Г.А., Жылкайдарова Дж.В., (2014). Очистка сточных вод от ионов свинца (II) электрохимическим способом // Наука и мир. Международный научный журнал. № 5 (9), (2014), Том. III. - Волгоград, Р.Ф, 115-117 с.

Научный Доклад Института Гидрогеологии и Геофизики, (2004) по теме: «Проведение производственного мониторинга за качеством подземных (шахтных) вод в процессе затопления месторождения выше 13 горизонта» Институт гидрогеологии и геофизики МО и Н РК, Алматы.

Санитарные правила, 18 января 2012 года, № 104, «Санитарно-эпидемиологические требования к водо-источникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов». Постановление Правительства Республики Казахстан.

Варенцов В.К. (1988 г.). Использование проточных объемно-пористых электродов для интенсификации электрохимических процессов в гидрометаллургии. Сб. научных трудов. Интенсификация электрохимических процессов. Москва, Наука, с.94.

Василенко Л.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В., (2009 г.). Методы очистки промышленных сточных вод: Учебное пособие. Екатеринбург: Уральский Региональный Лесотехнический Университет, 174 с.

Уолш Ф.С., 2001 г. Электрохимические Технологии Охраны Окружающей

Среды и Преобразования Чистой Энергии. Pure Appl. Chem., Том 73, No. 12, с.1819-1837.

Жылысбаева А.Н., Баешов А.Б., Баешова А.К., Конурбаев А.Е., (2002 г.). Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов // Материалы Межд. научно-техн. конф. “Наука и образование, производство в решении экологических проблем”. Экология, Уфа, с. 270-272.

Жылысбаева А.Н., Есжанова Г., Баешов А.Б., (2008 г.). Разработка электрохимических методов очистки отработанных растворов и сточных вод от тяжелых металлов. Вестник МКТУ, № 3, Туркестан, с. 110 — 114.

Жылысбаева А.Н., Быйдаулет И.О., Досыбаева Г.Н. (2012 г.). Свинец и Окружающая Среда. Монография, Шымкент, 180 с.

Жылысбаева А.Н., Нурдиллаева Р.Н., Баешов А.Б., (2012 г.). Разработка Электрохимического Метода Очистки Сточных Вод от Тяжелых Металлов // Европейская Наука и Технологии. Материалы 2-й Международной Научно-Практической Конференции, Том II, Висбаден, Германия, с. 88-91.

*Рекомендуется также прочитать*

Фрэнк Р. Спеллман, (2008 г.). Справочник по Работе Предприятий по Очистке Воды и Сточных Вод, Второе Издание (в мягкой обложке). CRC Press, 2-е издание, 872 с.

Серпокрылов Н.Е., Вилсон С., Гетманцев, Марочкин А., (2009). Экология очистки сточных вод физико-химическими методами. Издательство Ассоциации строительных вузов. 264 с.

Соловьев Г.С., Родинов А.И. (1980 г.). Электрохимические методы очистки сточных вод. Москва, РХТУ, 32 с.

Воловник Г.И., Коробко М.И., (2002 г.) Электрохимическая очистка воды. Учебное пособие. Хабаровск: Издательство ДВГУПС.

Яковлев С.В., Воронов У.В. (2006 г.) Водоотведение и очистка сточных вод. МГРС, 704 с.

#### 4.9. Методы очистки, обеззараживания и утилизации производственных сточных вод

Акбасова А.Д. (2013 г.). Технология Планирования Производства Новых Биологически Активных Препаратов с Использованием Серных Сточных Вод Металлургической и Нефтяной Промышленности. Доклад, подготовленный для Министерства Образования и Науки, Астана, Казахстан, государственная регистрация № 112РК00728.

Акбасова А.Д. (2014 г.). Утилизация Шлама Сточных Вод, Бюллетень Таразского Государственного Университета М.Х.Дулата, Журнал «Природа и Проблемы ... Сферы» 1, с. 76-80.

Белов С.В. (1983 г.). Охрана Окружающей Среды. Учебное пособие. 092 для Студентов Высших Учебных Заведений. М.: ВУЗ, 264 с.

Кавендер Н.Д., Атиех Р.М., Нии М. (2003 г.) Червь Компост стимулирует микоризную колонизацию корней сорго биколора за счет роста растений. Издательство Pedobiologia 47, с. 85-159.

Фирсова Л. (2014 г.). Системы защиты среды обитания. Схемы, сооружения и аппараты для очистки газовых выбросов и сточных вод. Форум, Москва, РФ, 80 с.

Хаими Дж., Хухта В. (1987 г.). Сравнение компостов, полученных из одинаковых отходов стабилизации червей и обычного компостирования

Джордао С.П. (2002 г.). Удаление Cu, Cr, Ni, Zn, и Cd из гальванических отходов и синтетических растворов, выделяемых червями компоста навоза домашних животных.

Касатиков В.А., Беляева С.Д., Шабардина Н.П., Лазуткина Е.В. (2006 г.). Экологические и агротехнологические аспекты компостирования осадков сточных вод. // Сборник докладов Международной конференции «Вода: экология и технология», Евкатек,

состоявшейся в Москве, РФ, часть 2, 883 с.

Пашаян А.А., Лукашов С.В., Щетинская О.С. (2004). Эколого-экономические аспекты регенерационных методов очистки сточных вод/ Вестник 3 МАНЭБ. с. 16 - 19.

Рублевская О.Н. (2010 г.). Технологии и Методы Переработки Осадков Сточных Вод//Второй Международный Форум «Чистая Вода — 2010». Доклад опубликован на сайте [www.vodokanal.info](http://www.vodokanal.info), 20.07.2012 г.

Ускова В. (2001 г.). Утилизация осадка сточных вод с помощью биологических объектов / Б. И. Колупаев, В. В. Ускова, Е. Л. Решетникова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Рациональное использование природных ресурсов в системе управления регионом», Йошкар, РФ, с. 135 — 138.

Василенко Р.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В. (2009 г.). Методы Очистки Сточных Вод, Екатеринбург, РФ; Уральский Государственный Лесотехнический Университет, 174 с.

Ветошкин А.Г. (2008 г.). Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учебное пособие для вузов. Москва: Издательство «ВУЗ», 639 с.

Яковлев С.В. И Воронов Ю.В. (2004 г.). Водоотведение и Очистка Сточных Вод, Москва, РФ: АСВ.

#### Раздел 5 – Устойчивое использование водных ресурсов в Казахстане.

##### 5.1 Водные ресурсы и устойчивое развитие

Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. Серия публикаций ПРООН в Казахстане, № UNDPKAZ 07, Алматы, 2004, 131с.

Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том II. Достай Ж.Д. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз – Алматы: Институт географии, 2012. –330 с.

- Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том VIII. Смоляр В.А. и др. Ресурсы подземных вод Казахстана. Алматы: Институт географии, 2012 – 634 с.
- Водный Кодекс Республики Казахстан [\(с изменениями и дополнениями по состоянию на 19.03.2010 г.\)](#). Астана, 2003.
- Государственная программа управления водными ресурсами Республики Казахстан на 2014-2040 годы. Астана, 2014.
- Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы. Астана, 2006.
- Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». Астана, 2013. 52с.
- Назарбаев Н.А. «Стратегия радикального обновления глобального сообщества и партнерство цивилизаций». Астана, 2009.
- Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и водосбережению (первая редакция).- Алматы: проект ПРООН/Казахстан, ноябрь, 2005 ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz))
- Послание Президента Республики Казахстан Назарбаева Н.А. народу Казахстана от 14 декабря 2012 года «Стратегия Казахстана -2050: новый политический курс состоявшегося государства». Астана, 2012.
- Проект Программы интегрированного управления водными ресурсами и повышения эффективности водопользования Республики Казахстан на 2008 - 2025 годы. – Астана: КВР МСХ РК, ПРООН/Казахстан, 2007 – 90 с. ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz))
- Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert - Analyse, Veränderungen, Trends. Bericht Nr. I-22 der KHR, Lelystad.395 S.
- Бюбензер О., Радтке, У. (2007). Natürliche Klimaänderungen im Laufe der Erdgeschichte. In: Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke W. Endlicher und F.-W. Gerstengarbe (Hrsg.) Potsdam, 17-26; <http://edoc.hu-berlin.de/miscellanies/klimawandel-28044/17/PDF/17.pdf>
- Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. (1978 г.). Физическая география СССР, Азиатская часть. Издание 3 — М.: Мысль — 512 с.
- МГЭИК (2001 г.). Сводный Доклад 2001 года по Изменению Климата, доступен с 12.07.2013 года.
- IPCC (2007b). Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC), Bern/Wien/Berlin
- Кауфман Г., Ламбек К. (2002 г.). Ледниковая регулировка изостатического и радиального профиля вязкости от обратного моделирования. Журнал Геофизических Исследований 107, В11, 2280.
- Камаухов А.В. (1984 г.). Динамика оледенения в Северном полушарии как автоколебательный релакционный процесс. Биофизика 39, 6, 1094-1098.
- Камаухов А.В., Камаухов В.Н. (1997 г.). Куда текли сибирские реки во времена ледниковых периодов? Природа 1, с. 46 — 55.
- Клайн И., Гесснер У., Куензер С. (2012 г.). Региональное картирование растительного покрова и выявление изменений в Центральной Азии с помощью временных рядов MODIS. Прикладная География 35, с. 219 — 234.
- Кривенко В.Г. (2011 г.). Природные циклы Земли: прозреть перед очевидным,

## 5.2 Теории и причины деградации гидрологических ресурсов

- Баумхауэр, Р. (2011). Beschleunigung der Desertifikation. In: Lozan, J.L., Graßl, H., P. Hupfer, Menzel, L. & C.-D. Schönwiese (Eds): Warnsignal Wasser – Genug Wasser für alle? 3. Auflage. Hamburg.
- Бельз, Дж., Брамер, Г., Бьютвельд, Х., Энгель, Х., Грабхэр, Р., Ходель, Х., Крахе, П., Ламмерсен, Р., Лаирна, М., Мендель, Х.-Г., Мюзер, А., Мюллер, Г., Плонка, Б., Пфистер, Л., Ван Вуурен, В. (2007).



изменить стратегию действий. Россия в окружающем мире 14, 116 — 142; <http://www.ecoexpertcenter.ru/upload/articles/articles189.pdf>

Кропоткин П.А. (1998 г.). Естественно-научные работы. Москва, Изд-во Наука, Серия «Научное наследство. Том 25.

Кузнецов Н. (1970 г.). Пульсация уровней воды в озерах Северного Казахстана. Озера Северного Казахстана. Алматы, с. 57 — 59.

Ma, P., Дуан Х., Ху С., Фенг Х., Ли, А., Джу У., Джианг Дж., Янг Г. (2010 г.). Полувековые изменения в озерах Китая: Глобальное потепление или влияние человека? Геофизические Исследования 37, L24106, doi:10.1029/2010GL045514

Мангеруд Дж., Астахов В., Якобсон М., Свендсен Дж. (2001 г.). Огромные озера ледникового периода в России. Журнал Четвертичной Науки 16, с. 773 — 777.

Майнард К. и Ройер Дж.-Ф. (2004 г.). Влияние «реалистического» изменения почвенно-растительного покрова на теплый африканский климат. Climate Dyp. 22, 343-358.

Мельников В.П., Павлов А.В. Малькова Г.В. (2007 г.). Геоэкологические последствия современных изменений глобального климата. География и природные ресурсы. Новосибирск. Издательство «ГЕО» 3, 19 — 26.

MPI (Max-Planck-Institut für Meteorologie). Jahresbericht 2002 Abrufen am 01.09.2013

Рамсторф С. (2003 г.). Сроки резкого изменения климата: точные часы. Геофизические Исследования 30 (10); 1510.

Шитников А.В. (1950 г.). Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана. Том 1, 129 с.

Смит Л. С., Шенг Ю., МакДональд Г.М., Хинзман Л. Д. (2005 г.). Исчезающие Арктические Озера. Наука 308, 3, 1429.

Кси Чен, Жи Бай, Сиаю Ли, Гепинг Луо, Джинли Ли, Б Ларри Ли (2013 г.). Изменения в землепользовании/ почвенно-растительного покрова и экосистемных услуг в Центральной Азии в 1990-2009 гг. Сегодняшний Взгляд на Устойчивость Окружающей Среды 5,1, 116 — 127.

Зольников И.Д., Глушкова Н.В., Лямина В.А., Смоленцев Е.Н., Королюк А.Ю., Безуглова Н.Н., Зинченко Г.З., Пузанов А.В. (2011 г.) Индикация динамики природно-территориальных комплексов юга Западной Сибири в связи с изменениями климата. География и природные ресурсы 2011,2 155-160.

### 5.3 Изменение климата на территории Казахстана

Folland C.K., Rayner N.A., Brown S.J., Smith T. M., Shen S. S. P., Parker D. E., Macadam I., Jones P. D., Jones R. N., Nicholls N., Sexton D. M. H., 2001. Global temperature change and its uncertainties since 1861. Geophysical Research Letters. V. 28. 2621-2624

Report, 2009. The Second National Communication of the Republic of Kazakhstan to the Conference of the Parties of the Framework Convention on Climate Change, 192

ВНС РК, 2009: Второе национальное сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана, 2009, 194 с.

Всемирный Банк, 2010. World Development Report 2010: Development and Climate Change.

МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в Четвертый оценочный доклад об оценке Межправительственной группой экспертов по изменению климата [Пачаури, Р.К., Райзингер, А., и основная группа авторов], МГЭИК, Женева, Швейцария, 104 с.

Основы Национальной Концепции Казахстана по адаптации к изменениям климата. Астана, 2010 -39с.

Сальников В.Г., Турулина Г.К., Таланов Е.А., Полякова С.Е., Долгих С.А., Петрова Е.Е. Климат Казахстана – основа

формирования водных ресурсов. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том V, 2011. – 348 с.

#### 5.4 Система подземных вод в контексте экономики Казахстана

Ахмедсафин У.М., Шлыгина В.Ф., (1965 г.). Формирование подземных вод. Алма-Ата, с. 159.

Ахмедсафин У.М., Джабасов М.Н., Сыдыков Ж.С (1979 г.). Территориальное распределение ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, Наука, с. 152.

Водный кодекс Республики Казахстан, (2000 г.). Алматы: Издательство «Юрист», 36 с.

Смоляр В., Буров Б., Мустафаев С. (2012 г.). Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т.VIII. Ресурсы подземных вод Казахстана. Алматы, Институт Географии, 634 с.

Достай Ж.Д. (2012 г.). Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз. Алматы. Институт Географии. 335 с.

Искаков Н., Медеу А. (2007 г.). Казахстан: Природа. Экономика. Экология. Алматы, 216 с.

Медеу А.Р., Малковски И.М., Толеубаева Л.С. (2012 г.). Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция), Алматы, Институт Географии, с. 94.

Подземные воды Казахстана. Ресурсы, использование и проблемы охраны. Алматы, Наука, (1999 г.), с. 284.

Смоляр В.А., Калмыкова Н.В., Буров Б.В. и др. (1997 г.). Состояние подземных вод Республики Казахстан (режим, ресурсы, качество, использование). Алматы, Министерство Природных Ресурсов и Охраны окружающей Среды, с. 208.

Государственный Водный Кадастр (2008 г.). Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество

#### 5.5 Исследование физико-химических свойств водных систем Казахстана

Беремжанов, Б.А., Романова, С.М., Крученко С.С., Токсеитов К.К., Воронина Л.В., 1986. Физико-химическое исследование процессов солеобразования в воде некоторых водоемов Казахстана. Сборник: Физико-хим. основы переработки минерального сырья Казахстана. КазГУ им. Аль-Фараби. Алматы, 12-33 с.

Казангапова, Н.Б., Романова С.М., 2010. Гидроэкология и гидрохимия озера Боровое. Издательство Вестник «Сельскохозяйственные науки», Выпуск № 01. Алматы, с. 42-47.

Казангапова, Н.Б., Романова С.М., Нурмуханбетова Н.Н., 2010. Гидроэкологические последствия антропогенного воздействия на озеро Коба. Издательство Вестник «Сельскохозяйственные науки», Выпуск № 04. Алматы, с. 28-30.

Мун, А.И., Бектуров, А.Б., 1971. Распределение микроэлементов в водоемах Казахстана. Издательство Наука. Алматы, 261 стр.

Филонец, П.П. Очерки по географии внутренних вод Центрального, Южного и Восточного Казахстана. Издательство «Наука», 292 с.

Романова, С.М., 2004. Химия природных вод. Курс лекций. КазНУ им. Аль-Фараби. Алматы, 200 с.

Романова, С.М., 2003. Гидрохимия и гидроэкология оросительных систем Республики Казахстан (Бассейн реки Или). Издательство ДОИВА-братство. Алматы, с. 181.

Романова, С.М., Казангапова, Н.Б., 2003. Озеро Балхаш - уникальная гидроэкологическая система. Алматы, 175 с.

Романова, С.М., Токсеитов, К.К., Батаева, Т.О., Махметова, Ж.К., Крученко С.С. Характеристика химического состава воды оз. Балхаш в 1988. Сборник -

Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Коском СССР по гидрологии. Т.5, в.4. Алматы, с. 453-497.

Токарев А.Н., Куцель Е.Н. и др., 1985. Фоновые концентрации радиоактивных элементов в природных водах и методы их определения. Издательство «Недра», Москва

Венецианов, Е.В., 1999. Физико-химические процессы в поверхностных водах. Журнал - Водные проблемы на рубеже веков. Издательство Наука. Москва, с. 241-255.

Зенин, А.А., Белоусова, Н.В., 1988. Гидрохимический словарь. Издательство Гидрометеоздат. Ленинград, с. 239

*Также рекомендуется прочитать*

Никаноров, А.М., 1989. Гидрохимия. Гидрометеоздат. Ленинград, 351 с.

Посохов, Ю.В., 1975. Общая гидрохимия. Издательство «Недра». Ленинград, 207 с.

Романова, С.М., 2004. Химия природных вод. Курс лекций. КазНУ им. Аль-Фараби. Алматы, 200 с.

## 5.6 Гидрофизика, гидрохимия и гидробиология Аральского моря

Арашкевич Е.Г., Сапожников П.В., Соловьев К.А., Кудышкин Т.В. и Завьялов П.О. (2009 г.). Жаброногие Большого Аральского моря: численность, распределение, структура популяции и производство кисты. Морские системы, 76, 359 — 366, doi:10.1016/j.jmarsys.2008.03.015

Арашкевич Е.Г., Сапожников П.В., Соловьев К.А., Кудышкин Т.В. и Завьялов П.О. (2009 г.). Жаброногие Большого Аральского моря: численность, распределение, структура популяции.

Блинов Л.К. (1956 г.). Гидрохимия Аральского моря. Ленинград, Гиодрометеоздат, 152 с.

Завьялов П.О. и Ни А.А. (2010 г.). Химия Большого Аральского моря. См: Окружающая Среда Аральского моря. Hdb Env Chem. Springer-Verlag, Под редакцией Костяного А.Г., Косарева А.Н., DOI:10.1007/698\_2009\_3, с. 219-234.

Завьялов П.О., Бастида И., Гинзбург А.И., Дикарев С.Н., Житина Л.С., Ижитский А.С., Ишниязов Д.П., Костяной А.Г., Кравцова В.И., Кудишкин Т.В., Курбаниязов А.К., Ни А.А., Никишина А.Б., Петров М.А., Сажин А.Ф., Сапожников Ф.В., Соловьев Д.М., Хан В.М. и Шеремет Н.А. (2012 г.). Большое Аральское море в начале XXI века: Физика, химия, биология. Москва, Издательство Наука, 229 стр.

*Рекомендуется также прочитать*

Завьялов П.О. (2005 г.). Физическая океанография Умирающего Аральского моря. Springer-Verlag, Praxis, Чичестер, Великобритания, 154 стр.

Окружающая Среда Аральского моря (2010 г.). Hdb Env Chem. Springer-Verlag, под редакцией Костянова А.Г., Косарева А.Н. DOI:10.1007/698\_2009\_3.

Костянов А.Г., Завьялов П.О. и Лебедев С. (2003 г.). Что мы знаем о мертвых, умирающих и находящихся под угрозой исчезновения морях и озерах? См.: Умирающие и Мертвые моря, под редакцией Найхоула Дж.С.Дж., Завьялова П.О. и Миклина П.П., Серия NATO ARW/ASPO Издательство Клувер, Дордрехт, 1 — 48.

## 5.7 Озеро Балхаш - бессточное озеро

Абросов В.Н., 1973. Озеро Балхаш. Издательство Наука. Ленинград, 178 с.

Беремжанов, Б.А., 1966. Физико-химия процессов образования солей Прибалхашья и их использование. Диссертация доктора химических наук. Алма-Ата, 361с.

Беремжанов, Б.А., Романова, С.М. и другие, 1986. Физико-химическое исследование процессов солеобразования в воде некоторых

- водоемов Казахстана. Сборник: Физико-хим. основы переработки минерального сырья Казахстана. КазГУ. Алма-Ата, 12-33 с.
- Берг, Л.С., 1960 г. Избранные труды. Том 3. Академия Наук СССР Издательство. Москва, 71 с.
- Бортник, В.Н., Чистяева, С.П., 1990. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том VII. Гидрометеорологическое издательство. Ленинград, 195 с.
- Чистяева, С.П., 1981. Водохозяйственный расчет уровня и минерализации воды оз. Балхаш. Диссертация кандидата технических наук. Алма-Ата, 187 с.
- Домрачев, П.Ф., 1931. О гидрологическом исследовании озера Балхаш в 1929 г. Журнал – издание Государственного гидрологического института, №30, 118-121 с.
- Достай, Ж.Д., 1999. Научные основы управления экологических условий закрытого дренажа в Центральной Азии (на примере озера Балхаш). Алматы, 50 с.
- Хрусталева, Ю.П., Черноусов, С.Я., 1999. О карбонатонакопление в оз. Балхаш. Журнал - Проблемы географии экологии. Ростов-на-Дону, 162-177 с.
- Курдин Р.Д., 1998. Недавняя трансгрессия Алакольских озер и история Балхаш-Алаколя. Известия Русского географического общества. Том 130. Выпуск 1, 63-71 с.
- Квон, В.И., Мальковский, И.М., Асанбеков, Б.А., 1991. Гидрофизическое моделирование озера Балхаш. Журнал - Экологические проблемы Казахстана. Доклады республиканского совещания. Алма-Ата, 134-138 с.
- Левченко, В.М., Перова, Н.И. и др., 1975. Об условиях образования доломита. Журнал - Гидрохимические материалы. Том 62. Гидрометеорологическое издание. Ленинград, 107-109 с.
- Ломакина, С.С., 2014. Карта составлена в рамках реализации проекта «Геоинформационный пакет учебных карт «Атлас». Номер проекта № 212 от 15 февраля 2014. Кокшетау.
- Романова, С.М., Крученко, С.С. и др., 1989. Вода Прибалхашья - один из источников минеральных солей Казахстана. Журнал - Физико-химические основы комплексной переработки минерального сырья Казахстана. КарГУ. Караганда, 27-33 с.
- Сапожников, Д.Г., 1951. Современные осадки и геология оз. Балхаш. Труды института геологических наук АН СССР. Выпуск 132, №53. 206-227 с.
- Северский, И.В., 1998. Экология горных территорий Центральной Азии (на примере Казахстана). Известия РАН. Серия географическая, №6, 102 с.
- Соколова, А.А., 1989. Гидрологические и водохозяйственные аспекты Или-Балхашской проблемы. Гидрометеоздат. Ленинград, 310 с.
- Страхов, Н.М., 1945. Доломитообразование и осадки озера Балхаш и их значение для познания процессов. Журнал – Советская геология, №4. Ленинград, 46-48 с.
- Тарасов, М.Н., 1961. Гидрохимия озера Балхаш. Издательство АН СССР. Москва, 227 с.
- Турсунов, А.А. и др., 1997. Экологические проблемы бессточных водных бассейнов Центральной Азии. Гылым издательство. Кызылорда, 320 с.
- Турсунов, А.А., Тауипбаев, С.Т. Гидроэкология: мировоззренческие основы, концепция природных вод, методы оздоровления экологических деградированных земель Приаралья. Алматы, 83 с.
- Также рекомендуется прочитать*
- Алекин, О.А., 1970. Гидрохимия. Гетрометеоздат. 444 с.
- Беремжанов, Б.А., 1987. Химия естественных солей. Издательство Мектеп. Алматы, 174 с.

Романова, С.М., Казангапова Н.Б., 2003. Озеро Балхаш – уникальная гидроэкологическая система. Алматы.

## 5.8 Озёра Северного Казахстана

Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 января 2012 года, № 104. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водным источникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов». Доступно на сайте: [www.ses.vko.gov.kz/ru/files/base\\_46.doc](http://www.ses.vko.gov.kz/ru/files/base_46.doc)

Информационный Бюллетень о Состоянии Окружающей Среды Республики Казахстан (2013 г.). Выпуск № 17 (150). Доступен в Интернете по адресу: <http://www.eco.gov.kz/>

Вилесов Е.Н., Науменко А.А., Веселова Л.К., Аубекеров Б.Ж. (2009 г.). Физическая География Казахстана. Докторская диссертация. Национальный Университет имени Аль Фараби, Казахстан, с. 213 — 219.

Водные Ресурсы Казахстана в Новом Тысячелетии (2004 г.). Обзор. ПРООН Казахстан, с. 130, Доступен на сайте: <http://www.undp.kz>.

*Читайте также*

Онласынова А.А. и Жадеева Н.И. Проблема Водных Ресурсов.

Петраков И.А. (2010 г.). Правовые и Институциональные Рамки для Управления Качеством Воды в Центральной Азии. Региональный Отчет.

Программа интегрированного управления водными ресурсами и водосбережения Казахстана до 2025 года (2006 г.).

## 5.9 Современное состояние рыбохозяйственных водоемов Республики Казахстан

Асылбекова С.Ж., Кудеков Т.К., и др. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш: монография /Алматы: Республиканское государственное предприятие «Казгидромет». – Алматы: Изд-во «Каганат», - 2002 - 388 с.

Балымбеков К.С., Жубанов К.У., Галушчак С.С. (2003 г.). Встречаемость Аральского (*Barbus brachycephalus* Kessler) и туркестанского (*B. capito* Guldenstadty) усачей в ирригационных системах нижнего течения реки Сырдарья // *Selevinia*, 2003. С. 215-216

Бокова Е.Б., Камиева Т.Н., Калдыбаев С.К. Охрана воспроизводства и устойчивое использование биоресурсов Урало-Каспийского бассейна // Всероссийская научно-практич. конф. «Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов», г. Махачкала 2013.-С. 156-157.

Комплексная оценка эколого-эпидемиологического состояния биоресурсов основных рыбохозяйственных водоемов Казахстана для формирования государственного кадастра. Раздел: Озеро Балхаш: Отчет о НИР / БФ ТОО «КазНИИРХ». – Балхаш, 2009 -2012 гг.

Данько Е.К., Скакун В.А. Роль трансграничного водотока реки Эмель в проникновении чужеродных видов в Алакольскую систему озер/ В сб. Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Бастау, 2008. – С. 297-305

Ермаханов З.К., Жубанов К.У., Самбаев Н.С., Калымбетова М.Т., Сатекеев Т.Т. Оценка современного состояния экосистемы Малого Аральского моря // Современные проблемы зоологии и паразитологии. Материалы V Межд. конф. «Чтения памяти проф. И.И. Барабаш-Никифорова», г.-Воронеж: 2013.-С.60-64

Ермаханов З.К. Оценка современного состояния ихтиофауны Малого Аральского моря// Аграрная наука-сельскохозяйственному производству Монголии, Сибирского региона, Казахстана и Болгарии: Сб. докл. XVI

Межд. науч.-практич. конф., г. Улаанбаатор, 29-30 мая 2013 г. Ч.1.- Улаанбаатор, 2013.-С.287-288.

Исбеков К.Б., Тимирханов С.Р. «Редкие рыбы Балхаша» // Монография. Алматы: ТОО «Издательство LEM». 2009 г.

Исбеков К.Б., Алпеисов С.А. (2014 г.). Рыбное хозяйство Казахстана; современное состояние и перспективы развития. Материалы межд. научно-практич. конференции приоритеты и перспективы развития рыбного хозяйства Алматы, 2014 С. 5-8.

КазРИФ (2014 г.). Оценка экологического состояния биоресурсов Урало-Каспийского бассейна. Отчет о НИР, ЛЛП «КазНИИРХ», Атырау, 2009-2011 гг.

Куликов Е.В. (2010 г.). Последствия сокращения стока реки Черный Иртыш для рыбного хозяйства региона и возможные пути решения проблемы. В сб.: Тезисы докладов Международной конференции «Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов», г. Тюмень, 2010 г. – С. 58-60.

Койшибаева С.К., Баймуханов М.Т. К вопросу сравнительного морфоанализа и определения структур популяций севрюги Каспийского моря. // Мат. международной конференции «Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне» Астрахань, 16-18 мая 2006. С. 164-168.

Рекомендации по сохранению редких и исчезающих видов рыб для Красной Книги РК (2006 г.). Комитет рыбного хозяйства РК, Министерства сельского хозяйства РК, Алматы.

Жаркенов Д.К. (2011 г.). Текущее Состояние Ихтиофауны Озера Зайсан, Жаршы, № 2, стр. 73 — 76.

### **5.10 Биологическая индикация и скрининг загрязненных водных систем в Казахстане**

Чибилев Е.А., 1998. Биомониторинг и биотестирование поверхностных вод Челябинск, 48 с.

Долгов, Г.И., Никитинский, Ю.Ю., 1927. Гидрологические методы исследования. Стандартный метод исследования для питьевой воды и сточных вод. Москва.

Израэль, Ю. А. 1984. Экология и контроль состояния природной среды. Гидрометеиздат, Ленинград.

Каплин, В.Г. 2001. Биоиндикация состояния экосистем. Учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов и сельскохозяйственных вузов. Самара, 143с.

Официальный документ об утверждении санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», 18 января 2012 года, № 104] [www.ses.vko.gov.kz/ru/files/base\\_46.doc](http://www.ses.vko.gov.kz/ru/files/base_46.doc)

Макрушин А.В., 1974. Биологический анализ качества. Зоологический институт, Ленинград, 60 с.

Одум, Ю., 1975. Основы экологии. Издательство Мир, Перевод с английского. Москва, 740 с.

Патин, С.А., 1981. Биотестирование как метод изучения и предотвращения загрязнения водоемов. Биотестирование природных и сточных вод. Издательство Наука. Москва, с.7-16.

Вудивис Ф.С. (1964 г.). Биологическая система классификации потоков, используемая Советом реки Трент. *Chemy. Ind.*, 11: с. 443-447.

*Читайте также*

Абакумова, В.А., 1992. Руководства по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. Гидрометеиздат. Санкт-Петербург, 35–345 с.

Голд, З.Г., 2003. Оценка качества вод по химическим и биологическим показателям пример классификации показателей для водной системы. Журнал Водные ресурсы, №3, с 3.

Павлюк, Т.Е., 1996. Биоиндикация водных объектов на основе индекса трофической комплексности. Журнал Мелиорация и водное хозяйство, № 6. с.35-39

### 5.11 Интегрированное управление водными ресурсами на ирригационных системах Казахстана

Достай З.Д. (2009 г.). Управление Гидроэкосистемами Бассейна Озера Балхаш. Институт географии; Алматы Казахстан. 236 с.

Бекбаев Р.К. и Жапаркулова Е.Д. (2013 г.). Ресурсосберегающие Технологии. Улучшение водообеспеченности и плодородия почв в ирригационных системах бассейнов Аса-Талас. Heinrich-Bocking-Str. 6-8. 66121 Saarbrücken. Deutschland. Lap Lambert Academic Publishind. с. 2013.-189. ISBN: 978-3-659-48416-2.

Дмитриев Л. и Твердовски А. (2010 г.). Общая модель комплексного использования и охраны водных ресурсов Республики Казахстан. Том 1. Книга 1. Алматы, 2010. - 241 с.

Казгипроводхоз (2010 г.). Общая модель комплексного использования и охраны водных ресурсов Республики Казахстан. Том 1. Книга 1. Алматы, 2010 г. - 241 с

СКГММЕ (2012 г.) Отчет о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области — Шымкент — 76 с.

Вышпольски Ф.Ф., Мухамеджанов К.В., Бекбаев У., Ибатуллин С., Юлдашев Т., Нобле А.Д., Мирзабаев А., Ав-Хассан А., Квадир М. (2010 г.). Оптимизация скорости и сроков применения фосфогипса для почв, пострадавших от магния, пострадавших почв для урожая сельскохозяйственных культур и

улучшение продуктивности воды. Управление сельскохозяйственными водными ресурсами 97 1277-1286.

Якубов Х.И., Усманов А.У., Броницки Н.И. (1982 г.). Руководство по использованию дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель. - Ташкент, 1982 г. - 77 с.

*Читайте также*

Айдаров И.П. (1985 г.). Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. - М.: Агропромиздат, 1985. -304 с.

Койбаков В.М. (2000 г.). Орошение в Северном и Центральном Казахстане. - Алматы, 245 с.

Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технологии водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. - Тараз, «Аква», 2005, - 160

## Раздел 6 - Интегрированное управление водными циклами в Казахстане

### 6.1 Водная Рамочная Директива Европейского Союза

СНГ (2003 г.) Общая стратегия исполнения для Водной Рамочной Директивы (2000/60/ЕС). Руководящий документ № 8. Участие общественности в связи с Водной Рамочной Директивой. Люксембург: Бюро официальных публикаций Европейских Сообществ. ISBN 92-894-5128-9; ISSN 1725-1087.

ЕК (2012). Рабочий документ сотрудников комиссии. Государство-член: Германия. Сопровождение документа. Доклад Комиссии Европейскому Парламенту и Совету о ходе осуществления Водной Рамочной Директивы (2000/60/ЕС). Планы Управления Бассейнами Рек (Com 2012 670 - окончательный вариант), Брюссель, с. 87.

ЕК (2012a)  
<http://ec.europa.eu/environment/water/wat>

er-framework/facts\_figures/index\_en.htm  
доступен с 28.2.2014.

ЕК (2012 б). Доклад Комиссии Европейскому Парламенту и Совету о ходе осуществления Водной Рамочной Директивы (2000/60/ЕС). Планы Управления Бассейнами Рек (SWD (2012) 379 - окончательный вариант), Брюссель, 14.11.2012; COM (2012 670 - окончательный вариант).

ЕК (2014 г.). Введение к Водной Рамочной Директиве. Доступно на сайте: [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm)

ЕК (2010 г.). Вода для Жизни. Доступно по адресу: [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/water\\_scarcity/en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/water_scarcity/en.pdf)

ВРД ЕС Директива 2000/60 / ЕК Европейского Парламента и Совета о создании основы для деятельности Сообщества в области водной политики.

МГЭИК (2008 г.). Директива Европейского Парламента и Совета от 15 января 2008 года о комплексном предотвращении и контроле загрязнений.

ДирективаОГСВ (Очистка Городских Сточных Вод) (1991 г.). Директива Совета от 21 мая 1991 года об очистке сточных вод.

ВБ ТКГ ВРД (Техническая Консультативная Группа Великобритании по Водной Рамочной Директиве) (2008 г.). Руководство по классификации экологического потенциала для сильно модифицированных водоемов и искусственных водоемов.

*Читайте также*

Гроссман М., Дитрих О. (2012 г.). Интегрированная Экономико-Гидрологическая Оценка Вариантов Управления Водными Ресурсами для Регулируемых Водно-Болотных Угодий в условиях изменения климата: На примере Шпреевальда (Германия). Управление Водными Ресурсами, DOI 10.1007/s11269-012-0005-5.

<http://www.glowa-elbe.de/> Страничка о научных исследованиях в бассейне реки Эльба.

## 6.2 Управление и планирование в масштабе речного бассейна

Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. Серия публикаций ПРООН в Казахстане, № UNDPKAZ 07, Алматы, 2004, 131с.

Водный Кодекс Республики Казахстан [\(с изменениями и дополнениями по состоянию на 19.03.2010 г.\)](#). Астана, 2003.

Государственная программа по управлению водными ресурсами Казахстана на 2014-2020гг. Астана, 2014.

Методическое пособие по созданию Бассейновых советов. Проект ПРООН «Разработка национального плана по Интегрированному Управлению Водными Ресурсами и Водосбережению в Казахстане», Алматы, 2005 – 45с.

Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и водосбережению (первая редакция).- Алматы: проект ПРООН/Казахстан, ноябрь, 2005 ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz))

Петраков И., Николаенко А., Аляхасов Ж. Управление водными ресурсами в Казахстане – история, современное состояние, анализ, сравнения (информационно-аналитический обзор независимых экспертов). – Алматы: Издательство «Контур», 2007. – 278с.

Положение о Комитете по водным ресурсам Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан от 10.10.2014, № 19-5/519. Астана

Проект Программы интегрированного управления водными ресурсами и повышения эффективности водопользования Республики Казахстан на 2008 - 2025 годы. – Астана: КВР МСХ РК, ПРООН/Казахстан, 2007 – 90 с. ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz)).

## 6.3 Системы сельского водоснабжения - как основа местного управления водными ресурсами в Центральной Азии и Республике Казахстан

Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. Серия публикаций ПРООН в Казахстане, № UNDPKAZ 07, Алматы, 2004, 131с.



Государственная программа управления водными ресурсами Республики Казахстан на 2014-2040 гг. Министерство окружающей среды и водных ресурсов РК., Астана, 2014

Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и водосбережению (первая редакция).- Алматы: проект ПРООН/Казахстан, ноябрь, 2005 ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz))

Петраков И., Николаенко А., Аляхасов Ж. Управление водными ресурсами в Казахстане – история, современное состояние, анализ, сравнения (информационно-аналитический обзор независимых экспертов). – Алматы: Издательство «Контур», 2007. – 278с.

Проект Программы интегрированного управления водными ресурсами и повышения эффективности водопользования Республики Казахстан на 2008 - 2025 годы. – Астана: КВР МСХ РК, ПРООН/Казахстан, 2007 – 90 с. ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz)).

#### 6.4 Административный обзор и государственное управление в Казахстане в области ИУВ

Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. Серия публикаций ПРООН в Казахстане, № UNDPKAZ 07, Алматы, 2004, 131с.

Водный Кодекс Республики Казахстан ([с изменениями и дополнениями по состоянию на 19.03.2010 г.](#)). Астана.

Государственная программа по управлению водными ресурсами Казахстана на 2014-2020гг. Астана, 2014.

Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и водосбережению (первая редакция).- Алматы: проект ПРООН/Казахстан, ноябрь, 2005 ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz))

Петраков И., Николаенко А., Аляхасов Ж. Управление водными ресурсами в Казахстане – история, современное состояние, анализ, сравнения (информационно-аналитический обзор независимых экспертов). – Алматы: Издательство «Контур», 2007. – 278с.

Положение о Комитете по водным ресурсам Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан от 10.10.2014, № 19-5/519. Астана

Программа интегрированного управления водными ресурсами и повышения

эффективности водопользования Республики Казахстан на 2008 - 2025 годы. – Астана: КВР МСХ РК, ПРООН/Казахстан, 2007 – 90 с. ([http:// www.voda.kz](http://www.voda.kz))

Современные тенденции в совершенствовании управления водными ресурсами в государствах – участниках СНГ. – Алматы, 2013. – с. 52.

## Раздел 7 - Проблемы трансграничного водосбора и будущее интегрированное управление

### 7.1 Трансграничные горные экосистемы

РЭЦЦА (Региональный Экологический Центр Центральной Азии) (2004 г.). Горные Экосистемы Центральной Азии. Открыт 2 Декабря 2013 года на сайте: [www.unepce.org](http://www.unepce.org)

ГВП (Глобальное Водное Партнерство), РЭЦЦА (2006 г.). Сохранение экосистем внутренних вод Центральной Азии и Южного Кавказа. Алматы — Ташкент.

ФАО (Продовольственная и Сельскохозяйственная Организация ООН) (2010 г.). Отчет по проекту по укреплению потенциала оценки и мониторинга национальных лесов и лесных ресурсов. Опубликовано 15 декабря 2013 года на сайте Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН Организации Объединенных Наций: <http://www.fao.org/forestry/36190-05d8ba3d1f6c70689bea6b284d205665e.pdf>

МЕА (2005 г.). Оценка Экосистем на Пороге Тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: Синтез. Вашингтон, Округ Колумбия: Island Press.

Квадир и другие (2009 г.). Сальтационные земли и деградация воды в бассейне Аральского моря: Вызов устойчивому развитию сельского хозяйства в Центральной Азии. Журнал по

Устойчивому развитию Организации Объединенных Наций, стр. 134 — 149. ПРООН. (2006 г.). Кыргызстан: Окружающая Среда и Природные Ресурсы для Устойчивого Развития. Бишкек.

ГС США (Геологическая Служба США) (1997 г.). Характеристика Глобального Почвенно-Растительного покрова. Системы Наблюдения за Природными Ресурсами Земли (EROS) Центр Обработки Данных (USGS / EDC)

*Также рекомендуется прочитать*

Отчеты по Оценкам Экосистемы на Пороге Тысячелетия на сайте: <http://www.maweb.org/>

РЭЦА (2013 г.). Руководство по экономической оценке связанных с водой экосистем. Региональный Экологический Центр Центральной Азии. Алматы, 2013 г.

Элмквист и др. (2013 г.). Урбанизация, биоразнообразие и экосистемы: Вызовы и Возможности: Глобальная Оценка. Издательство Springer.

## 7.2 Современное положение и перспективы развития биоресурсов трансграничных рек Или и Иртыш в Казахстане

Измайлов В.А. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов: Утверждено Минрыбхоза СССР – М., 1990. – 46 с.

КазНИИРХ (2010 г.) Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований предельно допустимых объемов изъятия рыбных ресурсов и других водных животных и выдача рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства на водоемах международного, республиканского и местного значений Зайсан-Иртышского бассейна: озеро Зайсан, Бухтарминское и Шульбинское

водохранилища, река Иртыш. Отчет о НИР / АФТОО «КазНИИРХ». – Усть - Каменогорск, 2005-2010

КазНИИРХ (2011 г.). Комплексная оценка эколого-эпидемиологического состояния биоресурсов основных рыбохозяйственных водоемов Казахстана для формирования государственного кадастра. Раздел: Озеро Балхаш: Отчет о НИР / БФ ТОО «КазНИИРХ». – Балхаш, 2009 -2012.

Кенжебеков Б.К. Изменения экологического состояния озера Балхаш и их последствия. Международная заочная научно-практическая конференция «Актуальные научные вопросы и современные образовательные технологии», 28 июня 2013 г. – Ч. 2. - 28 июня 2013 г., г. Тамбов. - С. 62-63.

Куликова Е.В., Куликов Е.В. Анализ возможных последствий сокращения и перераспределения стока реки Черный Иртыш для рыбного хозяйства региона //Гидрометеорология и экология. – Алматы

Куликов Е.В. Оптимизация использования рыбных запасов Бухтарминского водохранилища в современных экономических условиях //Научное обеспечение устойчивого развития АПК Казахстана, Кыргызстана, Монголии, России, Таджикистана и Узбекистана. Материалы 6-й Международной научно-практической конференции. Казахстан, Павлодар, 9-10 июля 2003 г. – Алматы: Бастау, 2003. – С.145-147 (215 с).

Википедия (обновлено, а), Река Иртыш. Доступно по адресу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Irtysh\\_River](http://en.wikipedia.org/wiki/Irtysh_River)

Википедия (обновлено, б) Озеро Балхаш. Доступно по адресу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Lake\\_Balkhash](http://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Balkhash)

## 7.3 Проблемы трансграничного сотрудничества

Абдуллаев И. и Атабаева С. (2012 г.). Водный Сектор в Центральной Азии: Медленная Трансформация и Потенциал для Сотрудничества.

Международный Журнал Устойчивого Общества, 2 (23).

Духовный В.А., Соколов В.И. (2008 г.), IWMR в Центральной Азии. НИЦ МКВК (Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии).

Абдуллаев И. (2013 г.). Социально-Технические Аспекты Управления Водными Ресурсами в Центральной Азии. Издательство « LAP- Lambert Academic Publishing», Германия.

Абдуллаев И., Рахматуллаев Ш., Платонов А. И Сорокин Д. (2012 г.). Улучшение управления водными ресурсами в Центральной Азии посредством применения инструментов управления данными. Международный журнал исследования окружающей среды. Том 69, № 1, Февраль 2012 г., с. 151 — 168.

Абдуллаев И. и Моллинга П.П. (2010 г.). Социально-Технические Аспекты Управления Водными Ресурсами: Новые тенденции на низовом уровне в Узбекистане. Журнал «Вода», 2 (1): с. 85 — 100.

Аминова М., Абдуллаев И. (2009 г.). Управление водными ресурсами в централизованных государствах среду: анализ управления водными ресурсами в Узбекистане. Журнал «Устойчивость» 1 (4): с. 1240 — 1265.

*Также рекомендуется прочитать*

Духовный В.А. и Мирзаев Н.Н. (2008 г.). Обзор положения дел с управлением водными ресурсами в Ферганской долине. НИЦ МКВК. 46 с.

ГВП. 2010 г. Центральная Азия на пути к трансграничному ИУВР (Интегрированному Управлению Водными Ресурсами) (<http://www.gwp.org/gwp-in-action/Central-Asia-and-Caucasus/News-and-Activities-GWP-Central-Asia-and-Caucasus/Central-Asia-Towards-Transboundary-IWRM/>)

Духовный В.А., Мирзаев Н. и Соколов В.И. (2008 г.). Реализация ИУВР: Опыт

реформ в секторе водоснабжения в Центральной Азии. Публикации по вопросам водных ресурсов и развития: Хельсинский Университет.

#### 7.4 Применение подхода ВРД ЕС в Казахстане

Баттерворс Дж., Уорнер Дж., Мориарти П., Смит С. и Бэтчелор С. (2010 г.). Поиск практических подходов к интегрированному управлению водными ресурсами. Журнал «Водные Альтернативы» 3 (1): с. 68 — 81.

Де Ру А, Шмук Г., Пердигао В. и Силен Дж. (2003 г.). Влияние исторических изменений в землепользовании и будущие сценарии планируемого землепользования на случай наводнения в бассейне реки Одер. Физика и Химия Земли, Части А, В, С с. 28, 1291 — 1300.

ЕК (2012 г.). Доклад Комиссии Европейскому Парламенту и Совету о ходе выполнения Водной Рамочной Директивы (2000/60 ЕС). Планы Управления Бассейнами Рек (SWD (2012) 379 — окончательный вариант), Брюссель, 14.11.2012; COM (2012 670 — окончательный вариант).

ГБДИВ (без даты) Глобальная база данных по инвазивным видам (ГБДИВ) (обновлено). Группа специалистов по инвазивным видам (ГСИВ) Комиссии по вопросам выживания видов Международного Союза Охраны Природы. Доступно на сайте: <http://www.issg.org/database/species/search.asp?st=sss&sn=&rn=Kazakhstan&ri=18605&hci=-1&ei=-1&fr=1&sts=&lang=EN>

ФАО (2013 г.). Орошение в Центральной Азии в цифрах: АКВАСТАТ Обзор — 2012. ФАО: Рим, Италия.

ГВП (2000 г.). Интегрированное управление водными ресурсами. Справочный Документ ТАС № 4. Стокгольм: Глобальное Водное Партнерство.

Объединенный комитет по охране природы (ИКЦ) (2010 г.). Директива Совета 2000/60/ЕС, устанавливающая основы деятельности Сообщества в области

водной политики (Водная Рамочная Директива) <http://jncc.defra.gov.uk/page-1375>

Центральной Азии, Издательство «Water & Development» – Технологический Университет Хельсинки, Эспоо, с. 117-131

Келли Р., Лич К., Кэмерон А., Маггс С.А., Рейд Н. (2014). Сочетание моделей глобального климата и регионального ландшафта для улучшения прогнозирования возможности возникновения рисков. Разнообразие и Распределение. doi: 10.1111/ddi.12194

МЕА (2005 г.) Экосистемы и благополучие человека. Основа для оценки. Доступно на сайте: <http://www.maweb.org/en/Framework.aspx>

Молле Ф., (2008 г.). Модели нирваны, рассказов и политики: Взгляд из водного сектора. Альтернативы воды 1 (1): 131 — 156.

СНВ (2014 г.) Секретариат неместных видов. Доступно по адресу: <http://www.nonnativespecies.org/index.cfm?sectionid=15>

ЕЭК ООН (2009 г.) Руководство по водным ресурсам и адаптации изменения климата. Женева, 127 с.

ЕЭК ООН (2011 г.) Вторая оценка состояния трансграничных рек, озер и подземных вод: Резюме. Нью-Йорк и Женева: ООН

*Также рекомендуется прочитать*

Сейверс, Эрик В. (2002 г.). Трансграничная Юрисдикция и Закон Водотока: Китай, Казахстан и река Иртыш. Texas International Law Journal 37, 1-42. Доступно на сайте: <http://www.tilj.org/content/journal/37/nu1/Sievers1.pdf>

Вегерич К. (2008 г. а). Чертежи для отчетности ассоциаций водопользователей на фоне местных реалий: Данные по Южному Казахстану. Water International, Том 33, №. 1, с. 43-54

Вегерич К. (2008 г. б). Преодолевая конфликт. Соглашение по бассейну рек Чу и Талас как модель для Центральной Азии? См.: Рахаман М.М и Варис О. (под редакцией). Водные Ресурсы

## Каталог (алфавитный указатель)

- Абиотический (нежизненный) 69  
Автоматические датчики 113  
Автоматизированный информационный дистрибьютор 115  
Агентство строительства и жилищно-коммунальных услуг 273  
АКВАТУЛ (водный инструмент) 82, 83, 84, 88, 89  
Акиматы 276  
Альтернативный материал покрытия 48  
Анализ трансграничных водных возможностей 122  
Анализ чувствительности 83  
Антропогенные воздействия 202  
Аральское море 19, 195, 226  
    Катастрофа Аральского моря 51  
    Высыхание 223  
    Гидрофизическое состояние 220  
    Ионный состав 342  
    Физическое состояние 221  
    Фитопланктон 224  
    Главные ионы 216  
Базы данных 294  
Балхаш-Алакольский бассейн 237  
Бассейн 236  
Бассейны первого уровня 212  
Бессточное озеро 226  
Биогенные элементы 216  
Биогумус 191 (100% органическое удобрение)  
Биологическая классификация рек 240  
Биологическая очистка сточных вод 185  
Биологическая потребность в кислороде 350  
Биологическая индикация 240  
Биоиндикаторы 240  
Биоресурсы 286  
Биотический (жизненный) 69  
Биотический (жизненный) индекс Вудивисс 243  
Бумажные фабрики 139  
Бутилированная вода 170  
    Биологически активные элементы 172  
    Классификация 173  
    Европейские стандарты 171  
    Международные стандарты 171  
    Требования качества и безопасности 172  
    Стандарты в Казахстане 171  
Валовый внутренний продукт 282  
Вероятностный 92  
Ветер 228  
ВМО Всемирная метеорологическая организация, Организация по управлению водными ресурсами  
Водно-болотные угодья 32  
Водные ресурсы 250  
Водные ресурсы Казахстана 162  
Водный кодекс 96, 237  
Водный сектор 250  
Водный цикл 26  
Водоемы (водные объекты) 250  
Водоемы со стоячей водой 30  
Водолечение (водоподготовка) 21  
Водопотребление 100, 121  
Водородный показатель 76  
Водосборный бассейн 190  
Водоснабжение в городских районах 231  
Водохозяйственные организации 85, 86  
Водохозяйственные органы 86  
Водохозяйственные системы 247  
Водохранилища 160  
Водохранилище Бухтарма 200, 243  
Воздействие 77  
Возможные альтернативы 51  
Восстановление грунтовых вод 87  
Временные масштабы и причины 163  
Временные ряды среды обитания 60  
Всемирная метеорологическая организация 168  
Всемирная торговая организация 247  
Вспашка 195  
Вспомогательные услуги 11, 13, 239  
ВТО Всемирная торговая организация  
Входные сценарии 75  
Выделение целевых переменных 64  
Выравнивание баланса 56  
Выращивание риса 208  
Высота гор 241  
Вычислительный интеллект 57  
ГВП Глобальное водное партнерство  
ГВП Глобальное водное партнерство Центральной Азии и Кавказа  
ГВП ЦАК Глобальное водное партнерство Центральной Азии и Кавказа 233  
Географическая информационная система (ГИС) 46, 51, 85, 87  
Гео-морфологические формы 36  
Гигиена 15  
Гидробиология 187  
Гидрогеологические зоны Казахстана 175  
Гидрологические изменения 32  
Гидрологические сценарии 66  
Гидрологический цикл *Водный цикл*  
Гидрофильность и гидрофобность 131  
Гидрохимические зоны 192  
Гидрохимические процессы в озере Балхаш 193  
Гидрохимия 185  
ГИС Географическая информационная система  
Глобальное водное партнерство 251  
Глобальные вызовы 21-го века 158  
Горная река 241  
Горнодобывающая промышленность руды и углерода 139  
Горные экосистемы 239  
Горный еловый лес 241

Городская ливневая канализация 26  
Городские сточные воды 22  
Городское водоснабжение 20  
Государственная политика 246  
Государство 235  
Грунтовые воды на орошение 216  
Двусторонние природоохранные соглашения 242  
Двусторонние соглашения 252  
Деградация 34, 216  
Деградация гидрологических ресурсов 163, 164  
Деградация экосистемы  
Дезинфекция 120  
Дезинфекция побочных продуктов 22  
Действия по управлению 41  
Детерминистический (определяющий) 52, 68  
Децентрализованные системы управления водными ресурсами 247  
Динамическое программирование 57  
Директива комплексной профилактики и контроля загрязнений 98  
Директива по питьевой воде 14  
Директива по площадям и местам обитания птиц 222  
Директива по стратегической оценке воздействия на окружающую среду 98  
Директива по управлению рисками наводнений 221  
Добыча нефти 139  
Доверительные интервалы 69  
Достижение трансформации 109  
Дренаж реки 225  
Дренажно-сбрасываемые воды 213  
ДУРН Директива по управлению рисками наводнений  
Евразийский океан 164  
Европейская директива по воде 60, 219, 250.  
Ежедневное управление водными ресурсами 246  
Ежедневный поток 24  
Электрохимическое удаление петабайта (Хим. элемент свинец) 147  
ЕРДВ Европейская рамочная директива о воде  
Естественная изменчивость климата 166  
Естественные границы 239  
Завод по очистке городских сточных вод 128  
Завод по очистке сточных вод 22, 24, 25, 133  
Загрязнение 35  
Загрязненные металлом шахтные воды 148  
Загрязняющие вещества 25  
Заинтересованная сторона 65, 99, 250  
Заинтересованные стороны 41  
Заливание 167  
Запасы воды 159  
Засоление 216  
Засуха 167  
Засушливые годы 633  
Защищенные акватории питьевой воды 222  
Значение ценностей в русле реки 323  
ЗОСВ Завод по очистке сточных вод  
Иерархия водного сектора 85  
Избирательный отбор проб 69  
Извлечение ионов металла 146  
Изменение климата 167, 251  
Адаптация 209, 195  
Аномалии среднегодовой температуры 206  
Изменение проб 71  
Изменения гидрологических ресурсов  
Изменения качества воды 199  
Измерения в реальном времени 87  
ИКС Интернет-картографическая служба  
Или-Балхашский водный бассейн 244  
Инвазивные (агрессивные) виды 252  
Индекс стандартов загрязняющих веществ (ИСЗВ) 196  
Индикаторные группы 16  
Инициатива Астаны Зеленый мост 158  
Интегрированное планирование водных ресурсов 60  
Интегрированное планирование и управление водными ресурсами 60  
Интегрированное планирование и управление системами водных ресурсов 56  
Интегрированное управление водным циклом 12, 26  
Интегрированное управление водными ресурсами 157, 247, 284  
Интегрированное управление рисками 41  
Интернет-картографическая служба (ИКС) 88, 90  
Интернет-картография 87  
Инструменты управления данными 85  
Инфильтрация (просачивание) 27  
Информационные и коммуникационные технологии 85  
ИПУСВР Интегрированное планирование и управление системами водных ресурсов  
Ирригационные системы 207, 208  
Иртыш 243  
ИСЗВ Индекс стандартов загрязняющих веществ  
Испарение 27  
Исполнительный совет Международного фонда спасения Арала  
Исполнительный совет Международного фонда спасения Аральского моря 249  
Использование 154  
Использование водных ресурсов 161  
Использование подземных вод 178  
Использование подземных вод в Казахстане 177  
Исторические притоки 63  
Источники водоснабжения 20  
ИУВР Интегрированное управление водными ресурсами

- ИУВЦ Интегрированное управление водным циклом
- Казахстан-2050 158
- Капельное орошение 213
- Капчыгайское водохранилище 201
- Качество воды 39, 77, 233
  - Биологические параметры 93
  - Химические параметры 40
  - Микробиологические параметры 40
  - Параметры индикатора 40
  - Мониторинг 93
  - Физические свойства 93
  - Популяционные параметры 93
  - Радиоактивность 41
- Качество поверхностной воды 196
- Качество подземных вод 177
- Качественные показатели вод 232
  - Анионы (кислотный остаток) 101
  - Бактериологическое наличие 101
  - Катионы (ионы водорода и аммония) 101
  - Электрическая проводимость 101
  - Органические вещества 101
  - Кислородный баланс 101
  - Органические вещества 101
- КВР Комитет по водным ресурсам
- Китай 243
- Классификация горной экосистемы 239
- Классификация эксплуатационных ресурсов и прогнозных ресурсов подземных вод 174
- Ключевые компетенции в образовании для устойчивого развития 109
- Ключевые лица 100
- Коагуляция (свертывание) и флокуляция (хлопьеобразование) 119
- Колебание климата 31, 166
- Колебания уровня воды 200
- Коллективное хозяйство 248
- Коллекторно-дренажные сети 213
- Комбинированные методы 146
- Комитет по водным ресурсам 225, 250
- Комитет по водным ресурсам Казахстана 234
- Компетенции 109
- Комплексная много-водохранилищная система 57
- Комплексные оценки 64
- Комплексный подход 245
- Компоненты стратегии мониторинга 73
- Компоненты экологических потоков 31
- Компромисс 66
- Компромиссный анализ 62
- Компьютерная программа по моделированию водных ресурсов 24
- Компьютерная программа по оптимизации использования земли LNOPT 2.0 47, 50
- Компьютерная программа, определяющая и моделирующая водные системы 26
- Конкуренция в области водных ресурсов 245
- Консультация заинтересованной стороны 99
- Контроль за соблюдением 75
- Контрольные показатели 42
- Контурная вспашка 38
- Концентрации металлов 149
- Концентрация сточных вод 43
  - Аммиак 43
  - Биохимическая потребность в кислороде 43
  - Химическая потребность в кислороде 43
  - Фекальные колиподобные бактерии 43
  - Неорганический фосфор 43
  - Нитраты 43
  - Общее количество твердых веществ 23
  - Общее содержание взвешанных твердых веществ 23
  - Общий азот 23
  - Общий фосфор 23
  - Органический азот 23
  - Органический фосфор 23
  - Всего колиформных (кишечных) бактерий 23
  - Всего растворенных (твердых веществ) 23
- Концепция планирования бассейнов 94
- Кривые для компромиссного анализа 63
- Критические уровни 31
- Культурные услуги 11, 14
- Ледник 160
- Лесные экосистемы 239
- Лечебная вода 136, 138
- Линейная эрозия 35
- Линейное программирование 56
- Линейные элементы ландшафта 48
- Линейный генератор 49
- Литературные источники 81
- Литературный обзор 83
- Лица, принимающие решение. 65
- Лица, участвующие в выработке политики. 65
- ЛПУ Лучшая практика управления
- ЛУВП Лица, участвующие в выработке политики.
- Лучшая корпоративная практика 102
- Лучшая практика управления (ЛПУ) 26, 28
- Лучшее значение 56
- Максимальные и минимальные ограничения потока 56
- Маслихаты 234
- Массовая спектрометрия 126
- Математические модели 51
- МГЭИК Директива по комплексной профилактике и контролю загрязнений
- МГЭИК Межправительственная группа экспертов по изменению климата
- Медь 198 (Определение массовой концентрации меди в воде)
- Межгосударственная комиссия по управлению водными ресурсами
- Межгосударственная комиссия по управлению водными ресурсами 249

- Межгосударственная комиссия по устойчивому развитию 249
- Межгосударственный 235
- Международная организация стандартизации 203
- Международный секретариат по водным ресурсам 230
- Международный фонд спасения Аральского моря
- Международный фонд спасения Аральского моря 249
- Межправительственная группа экспертов по изменению климата 167
- Мероприятия 224
- Местные виды 252
- Местные водные ресурсы 229
- Местные чемпионы 100
- Местный уровень 232
- Мета-анализ 90
- Металлургические предприятия 139
- Метод поддержки принятия решений 47
- Методы 45
- Методы изучения изменений растений, почвы и т.д. во времени 36
- Методы моделирования 51
- Методы разделения 146
- Методы трансформации 146
- Механизмы транспортировки 28
- Миграция рыбы 202
- Микробиологическое качество в Казахстане 18
- Микробиологическое качество воды 15
- Микробное загрязнение 15
- Микробное загрязнение 15
- Микроэлементы 182
- Минерализация 180
- Минимальные потоки 31
- Минимальные уровни воды 31
- Минимальные экологические потоки и уровни 30
- МКВ Модель качества воды
- МКУР Межгосударственная комиссия по устойчивому развитию
- Многопрофильные подходы 90
- Многосекторальная проблема 233
- Многофакторная проблема 233
- Многофункциональная оценка землепользования и модель оптимизации 47
- Многофункциональная оценка землепользования и модель оптимизации).
- Многофункциональная оценка и оптимизация пейзажа
- Модели оптимизации 56
- Модели случайных эффектов 9
- Моделирование гидрологического цикла 53
- Моделирование качества воды 60
- Моделирование пополнения подземных вод 87
- Моделирование стационарной и нестационарной фильтрации. Модель потока подземных вод
- Моделирование управления 53, 61
- Модель выпавших осадков 52, 53
- Модель имитация управления водными ресурсами) Моделирование управления
- Модель инклюзивного правительства (комплексное правительство, способствующее появлению многочисленных заинтересованных сторон и многоуровневого управления, позволяющего лучше реагировать на вызовы). 42
- Модель качества воды 25
- Модель потока подземных вод 53
- Модель решенничества (принятие решения политическим или юридическим органом, в котором главное не содержание, а способ принятия решения, который определяет обоснованность принятия данного решения) 42
- Модель управления водными ресурсами 67
- Мониторинг 67
- Мониторинг качества воды 118
- Мониторинг расследования 74
- Мониторинг расследования или снимка (фотографирования) 74
- Мониторинг тенденций 74
- Морфометрические особенности 192
- МОС Международная организация стандартизации
- Мощность инфильтрации 38
- МСВР Международный секретариат по водным ресурсам
- Муниципальные карты наводнений 89
- Мягкие навыки 101
- Наводнение 88
- Навыки по проекту 101
- Навыки управления проектом 102
- Надежное принятие решений 94
- Накопление 35
- Накопленная вода речного стока 67
- Научная неопределенность 42
- Научное сотрудничество по планированию и управлению водными ресурсами и засухой бассейна реки Кухар, Испания 61
- Начальство Гидрологической службы 87
- НВЧ Тест с несколькими трубками или наиболее вероятное число
- Нейтрализация 150
- Некоммерческие виды рыб 199
- Нелинейное поведение 58
- Нелинейное программирование 57
- Неопределенности 50
- Неправительственные организации 230
- Непрерывное освещение 37
- Несогласованность 245



- НПО Неправительственные организации
- Нулевая гипотеза 91
- Обмен информацией 99
- Оболочка системы поддержки принятия решений 60
- Обработка почвы 37
- Обработка пробы до анализа 70
- Образование для устойчивого развития (ОУР)
- Образование для устойчивого развития 107
- Обучающийся альянс 99
- Общение с заинтересованными сторонами 41
- Общественность 65
- Объединенная система очистки 143
- Объединенное стандартное отклонение 92
- Объем водозабора 244
- Обычная биологическая очистка 130
- Овражная эрозия 35
- Озера в засушливой зоне 189
- Озера Северного Казахстана 195
- Озеро 32, 159
- Озеро Балхаш 189, 201, 243
- Озеро Зайсан 243
- Озеро плейстоценового периода 166
- Опасность наводнения 89
- Определение массовой концентрации сульфата в воде 198
- Определение целей расследования 104
- Опреснение 20
- Оптимизация земли 45
- Оптимизация моделей ландшафта 50
- Оптимизация систем водных ресурсов 55
- Оптимизация системы водных ресурсов 59
- Опустынивание 167
- Организации по управлению водными ресурсами и бассейнами в Центральной Азии 94
- Организация, управляющая водными ресурсами бассейна. 225
- Орошение 177
- Осадки 170, 171
- Освоение земель 164
- Основа хорошего исследования 102
- Остаточное органическое вещество 116
- Отбор проб по снимкам 69
- Отдельные наземные водо-трубопроводные системы 27
- Отображение на карте районов образования наводнений 89
- Отстаивание и флотация (плавучесть) 119
- Отчет о реализации 221
- Отчетность 77
- ОУВРБЦА Организации по управлению водными ресурсами и бассейнами в Центральной Азии
- Оценка 36
- Оценка качества воды (Инструмент моделирования качества воды в водосборном масштабе)
- Оценка качества воды 53, 61
- Оценка качества Интернет сайтов 82
- Оценка минимального количества воды 32
- Оценка риса 43
- Оценка риска 32, 43, 45
- Оценка риска засухи 65
- Оценка рисков 41
- Оценка уязвимости управления водными ресурсами 251
- Оценка экосистемы на пороге тысячелетия 11, 13
- Очистка воды 121
- Очистка городских сточных вод 113
- Очистка питьевой воды 118
- Очистка промышленных сточных вод 139
- Очистка сточных вод 144
  - Адсорбция активированным углем 144
  - Современные процессы химического окисления 144
  - Биологический 175
  - Химический 175
  - Дезинфекция 145
  - Электрохимические методы 176
  - Механическая очистка 186, 175
  - Мембранные процессы фильтрации 146
  - Мембранное разделение 176
  - Классификация методов 188
  - Физико-химический 175
  - Физико-химические методы очистки 187
- Предварительная обработка 144
- Первичная обработка 144
- Вторичная обработка 144
- Третичная обработка 145
- ОЭПТ Оценка экосистем на пороге тысячелетия
- ОЭПТ Рамки экосистемных услуг 12
- Параметры модели 59
- Партнерство 99
- Патриархальная модель выпавших осадков
- ПДК Предельно-допустимая концентрация
- Передаваемые через воду заболевания 27
- Переменные решения 56
- Переполненные канализационные трубы 27
- Пик потока сухой погоды 24
- Пиковые потоки 24
- Питательные вещества 35
- Питательные вещества 35
- Питьевая вода 19, 136, 138, 229
- План управления бассейном реки 66, 220, 250
- Планирование бассейнов 94
- Планирование бассейнов 95
- Планирование водных ресурсов 58
- Планирование работы на местах (полевой) 106
- Планы управления бассейнами 94
- Планы управления бассейнами по реализации Программы Усовершенствования управления водными ресурсами в Казахстане 2,27

ПМ Программа мероприятий  
По Коэну d 92  
Поверхностная вода 119  
Поверхностный сток 27, 34  
Повторное использование воды 22  
Повторное использование очищенных сточных вод 20  
Повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве 133  
Повторный отбор пробы 69  
Повторный слив поверхностной воды 27  
Подземная вода 30, 32, 119, 160  
Подход системного анализа 51  
Подход, основанный на принципах управления бассейнами 228.  
Подходы к деловой практике 101  
Подходы моделирования и оптимизации 52  
Подщелачивание 216  
Поиск литературы 80, 81  
Показатели 31  
Показатели загрязняющих веществ 75  
Показатели качества 180  
Показатель качества земли 48  
Полив борозд 212  
Полив сельскохозяйственных культур 211  
Полив через борозду 254  
Политика в области водных ресурсов 249  
Полусаванна 241  
Пользователь воды 236  
Пополнение грунтовых вод 27, 87  
Пороги 31  
Пороги уровня наводнения 89  
Последовательность профилей почвы вниз по склону 36, 38  
Постановка целей 41  
Постоянный комитет по засухе  
Постоянный комитет по засухе 67  
Потенциальные последствия для здоровья 122  
Потенциальный риск изменений 34  
Поток сточных вод  
Потребление воды в Казахстане 161  
Почва 34  
Анализ профиля 34  
Правило работы 64  
Предварительная очистка 119  
Предвзятое мнение и участки воронок 92  
Предельно-допустимая концентрация 196  
Предотвращение эрозии почвы 37  
Предполагаемое изменение 109  
Приемлемость риска 41  
Приносящая доход деятельность 231  
Принцип предосторожности 44  
Принцип управления бассейнами 225  
Принятие решений 219  
Принятие решений 42  
Приоритеты в области водных ресурсов и Усовершенствовании управления водными ресурсами (УУВР). 158  
Природная и сезонная динамика 31  
Природное органическое вещество 134  
Природные воды 179  
Природные и антропогенные причины 163  
Причины 241  
Проблемы трансграничного водосбора 253  
Пробоподготовка 126  
Пробы окружающей среды 125  
Прогноз 171  
Прогноз изменения пополнения водохранилища 68  
Прогнозные модели 45  
Прогнозы 168  
Программа мероприятий 220  
Программирование сетевого потока 57  
Программные средства  
Проектирование исследования 104  
Прозрачная модель 42  
Производительность (выполнение работ) 24  
Производительность очистки сточных вод 129  
Производительность съема 120  
Промывка и химическая мелиорация засоленных почв 211  
Промышленные сточные воды 124  
Промышленные сточные воды 139  
Пространственный мониторинг 74  
Проточные воды 30  
Профессиональное развитие в сфере образования 109  
Процесс засушливости 167  
Процесс модификации качества воды 55  
Процесс принятия решений 98  
Процессы деградации 163  
Процессы очистки 118  
ПУБР Планы по управлением бассейном реки  
Работая в партнерстве 98  
Рабочее партнерство 99  
Радиоактивные элементы в природных водах 183  
Разбрызгивательные технологии 213  
Разведанные ресурсы подземных вод 175  
Размер пробы 93  
Размер эффекта 71, 93  
Размер эффекта по Хэджес джи 92  
Разработка национального водного законодательства 237  
Разработка политики 42  
Разработка эксплуатационных правил 58  
Разрешение конфликтов с помощью DSS 66 (дальняя космическая связь)  
Разъединенный чернозем 37  
Районы бассейна реки 220  
Рамки для оптимального распределения линейных элементов ландшафта 49  
Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата 173  
Расписание 106

- Растворенное в сточных водах органическое вещество (ОВвСВ)
- Растворенное в сточных водах органическое вещество 133
- Растворимые органические продукты 134
- Расчет размера пробы 72
- Расширенные окислительные процессы 129
- Рациональное потребление воды 232
- Реализация 252
- Реализация Водной рамочной директивы (ВРД) 220
- Региональная гидро-политика 246
- Региональная сеть практиков 231
- Региональные учреждения 249
- Регулирующие услуги 11, 14, 239
- Режимы руслового стока 60
- Река 32, 159
- Река Или 201, 243
- Рекомендации по вопросам политики 109
- Рекреационные водоемы 222
- Ресурсы грунтовых вод Казахстана 176
- Ресурсы поверхностной воды 207
- Ретроспективный (обращенный в прошлое) мониторинг 74
- Реформы водного сектора 248
- Речной сток 172
- Речные бассейны и водоснабжение в Казахстане 160
- Риск ветровой эрозии 50
- Риски пейзажа 47
- РКООНИК Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата
- Рыбные водоемы 202, 222
- Рыбные ресурсы 252
- Рыбохозяйственные водоемы 199
- РЭЦЦА Региональный экологический центр Центральной Азии
- Санитарные системы 230
- Сапробность (характеристика степени загрязненности водоема органическими веществами) 204
- Сбор дождевой воды 20
- Свойства 34, 36
- Связанные с водой инфекции 15, 17
- Северный Казахстан 195
- Селевая активность 172
- Сельские комитеты по воде 231
- Сельское водоснабжение 229
- Сетевой поток 57
- Система водных ресурсов 53, 56
- Система инфильтрации 28
- Система информирования о наводнениях 89
- Система канализации 24
- Система очистки сточных вод 23
- Система поддержки принятия решений по дальней космической связи (DSS)
- Система прогноза наводнений 87
- Системы водных ресурсов 53
- Системы грунтовых вод 174
- Системы очистки 24
- Системы поддержки принятия решений 55, 59, 60, 65
- Системы сельского водоснабжения 229
- Системы хранения 28, 29
- Системы, спаренные с Географической информационной системой. 87
- СКИОВР Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов
- Скорость реакции 91
- Сложные проблемы 101
- Служба информирования о наводнениях 88
- Случайные переменные 52
- Советы по бассейнам 227
- Совместное принятие решений 66
- Соглашения по бассейнам 226
- Сокращение длины склона 38
- Сокращение рыбы 244
- Сокращение стока поверхностной воды 37
- Солевые и солонцеватые почвы 211
- Солевые и солонцеватые почвы 211
- Соленность соды 214
- Сооброжения о размере пробы 71
- Сообщество бассейна реки 221
- Сообщество бассейна реки 3
- Соотношение поглощения соды 214
- Соседние почвы с различными характеристиками профиля и отражающие влияние рельефа 36
- Соседние почвы с различными характеристиками профиля и отражающие влияние рельефа местности 38
- Состав 134
- Состояние загрязнения водоема 204
- Сотрудничество 99
- Сотрудничество в области трансграничных вод
- Азия 253
- Европейский Союз 253
- Социальное обучение 99
- Социально-экономические изменения и управление водными ресурсами 248
- Социально-экономический 47
- Социальные сдвиги 248
- Специальный график по засухе 68
- СПН Соотношение поглощения натрия
- Среднезвешанная полезная кривая площади потока 60
- Средние многолетние водные ресурсы 210
- Средний объем потока 209
- Средний поток сухой погоды 24
- Средства дистанционного зондирования 85
- Средства личной гигиены 134
- Стабилизация уровня воды 201
- Стандартизация измерения – размер эффекта 91

- Стандарты 136  
Стандарты качества воды 63  
Стандарты качества окружающей среды 222  
Статистическая важность 71  
Статистическая сила 71  
Стекать (поверхностный сток) 202  
Степень гидрологического изменения 33  
Степные водоемы 195  
Стойкие органические загрязнители 116  
Сток 28, 34  
Стохастический 52  
Сточные воды больницы 158  
Стратегии адаптации 251  
Стратегии пробоотбора 93  
    Композитная (составная) проба 94  
    Документирование 94  
    Средневзвешенная проба 94  
    Черпаковая или точечная проба 69  
    Планирование пробоотбора 93  
  
Стратегическая экологическая оценка 94  
Стратегическое управление рисками 41  
Стратегия мониторинга 71, 72, 73  
Стратегия Экономической комиссии  
    Организации Объединенных Наций по  
    Устойчивому экологическому развитию 110  
Стратификация (слоистость) воды 187  
Структура управления рисками 44  
Структурная схема 144  
Структуры рыбных сообществ 199  
Существующее или ожидаемое изменение 71  
Схема комплексного (интегрированного)  
    использования и охраны водных ресурсов  
    94, 95, 226  
Схема экологических потоков 31  
Сценарий правила работы 62  
Сценарный анализ 62  
Сырдарья 202  
СЭО Директива оценки воздействия на  
    окружающую среду, Стратегическая  
    экологическая оценка  
Сюжеты Специального отчета  
    межправительственной группы экспертов о  
    сценариях выбросов 173  
Тарифная политика для систем распределения  
    воды 232  
Таяние ледников 171  
Таяние снега 195  
Твердофазная выемка 126  
Температура 169, 171  
Температура 76  
Тепловые волны 167  
Тест мембранной фильтрации 16  
Тест с несколькими трубками или наиболее  
    вероятное число (НВЧ) 16, 18  
Технократическая модель 41  
Технологическая схема 142  
Типы режима 51  
  
Типы сточных вод 151  
Трансграничное сотрудничество 245  
Трансграничные реки 243  
Трансграничные стратегии управления 224  
Трансграничный 252  
Трансграничный водосбор 238  
Требования к экологическим потокам 33  
Треска 23  
ТФВ Твердофазная выемка  
Тяжелые металлы 145  
Тяжелые металлы в реке Или 244  
УВХБ Организация по управлению водным  
    хозяйством бассейнов  
УВХБ Управляющие водным хозяйством  
    бассейнов  
Удаление загрязнителей 149  
Удаленный мониторинг 75  
Удерживающая способность 48  
Уплотнение поверхности 27  
Управление 155000  
Управление в бизнес-среде 101  
Управление городскими сточными водами 23  
Управление данными 85  
Управление проектом  
Управление проектом 105  
Управление рисками 41, 42  
Управление рисками 43  
Управление рисками засухи при помощи  
    СППР 91  
Управленческие навыки 101  
Управляющие водным хозяйством бассейнов  
    233  
Урбанизация 26  
Уровень озера 32  
Уровнемеры наводнения 89  
Уровни аварийной сигнализации 89  
Уровни загрязнения 72  
Уровни управления водными ресурсами 246  
Усилия по построению государства 246  
Условия влажности 171  
Услуги по резервированию 11, 13  
Услуги по снабжению 239  
Устойчивая экономика 101  
Устойчивое использование водных ресурсов в  
    Казахстане 156  
Устойчивое развитие 107  
Устойчивое развитие в Центральной Азии 157  
Устойчивое управление водными ресурсами  
    232  
Устойчивость и Совершенствование  
    управления водными ресурсами 157  
Устойчивость рыбных запасов 201  
Устранение 129, 131  
Ухудшение Центрально-азиатской экосистемы  
    241  
Участие заинтересованной стороны 95  
Участие общественности 99  
Участки воронок 93

Уязвимость 173  
Фабрики первичной переработки шерсти 139  
Фармацевтические загрязнители 126  
Фармацевтические препараты  
Физико-химические характеристики 180  
Фиксированные эффекты 93  
Фильтрация 120  
Финансовые затраты 97  
Финансы 245  
Формирование доломита в озере Балхаш 193  
Формирование углекислой соли в озере Балхаш 192  
Формулировка риска 32  
Фармацевтические отходы 124, 127  
Фторид 197 (Определение массовой концентрации фторида в воде)  
Функции пейзажа 47  
Функция удержания воды 48  
Химические окислительные процессы 129  
Химический состав 179  
Хранение проб 70  
Целевая функция 59  
Целевой состав 75  
Целевые загрязняющие вещества 72  
Целостный подход 109  
Целостный процесс 42  
Центральная Азия 247  
Центрально-азиатские страны 94, 107, 253  
Центрально-азиатский региональный экологический центр 233  
Цикл планирования бассейнов 96  
Цитирование и ссылки 84  
Частота ошибок 71  
Чувствительные и избирательные аналитические протоколы 125  
Шлам 24  
Эвтрофикация 26, 35  
Экологическая оценка 207  
Экологические потоки 30, 60, 63, 64, 68  
Экологическое образование 107  
Экологическое состояние 222  
Экономическая комиссия Организации Объединенных Наций по Европе 107  
Экономический рост 247  
ЭКООНЕ Экономическая комиссия Организации Объединенных Наций по Европе  
Экосистемные услуги 11, 12  
Экстремальные события 172  
Электролизная камера 149  
Электронное управление 85  
Электрохимический метод очистки сточных вод 146  
Элементы водной системы 247  
Эмпирические (основанные на опыте) коэффициенты 52  
Эндокринные нарушения соединений 134  
Эрозия почвы

Эрозия почвы 34  
Эрозия промоин 35  
«Эскалатор риска» 45  
Этапы эмпирического (основанного на опыте) расследования 103

## Глоссарий

Глоссарий ключевых терминов был разработан для помощи обеспечения общей терминологической базы языка для студентов и специалистов-практиков в области интегрированного управления водным циклом.

С любезного разрешения Джона Брайан Эллиса, этот глоссарий разработан Бургхардом Мейером и Лиан Ланди с использованием многих описаний терминов по управлению водными ресурсами подобно точным определениям, данным в многоязычном Глоссарии (Ж. Б. Эллис и др., 2006) «Городской дренаж».

**Острое (краткосрочное) загрязнение:** острое загрязнение, вызывающее эффект (как правило, смерть или очень серьезное физиологическое расстройство организма) в течение короткого периода времени, как правило, до 96 часов с начала действия.

**Аммиачный азот:** молекулярный (неионизированный) аммиак NH<sub>3</sub>.

**Применение:** действие по использованию чего-нибудь (применение моделей, теорий и т.п.).

**Водоносный горизонт:** геологическое образование или структура, могущие хранить и передавать воду в количестве, достаточном, чтобы сделать ее экономически целесообразной в качестве основы для подачи воды.

**Межень:** (а) постоянная составляющая потока в санитарной или объединенной системе канализации; (б) часть речного стока, который питается от грунтовых вод и, возможно, сливается.

**Бассейн:** Целый тракт большой территории, наполняемой водой из одной реки, или обеспечение потока воды в одно озеро. В этом смысле определение идентично тому, что дается для водосборов или речных бассейнов (суб: подраздел всего объекта, наполняемого с одного притока).

**Биоаккумуляция:** процесс, посредством которого загрязнитель накапливается в биологической ткани организма из-за того, что скорость его выведения меньше скорости поглощения.

**Биохимическая потребность в кислороде**

**(БПК):** твердые частицы и растворенные органические вещества (ОВ), а также сокращение неорганических видов играют важную роль в процедурах и процессах очистки бытовой и промышленной воды.

**Биомасса:** общее количество органического материала, содержащегося в экосистеме или производимое ей. Термин обычно используется по отношению к конструкции вторичных биологических очистных сооружений.

**Биомониторинг:** биомониторинг включает в себя систематическое использование биологических реакций для оценки временных и пространственных изменений в водной среде в целях предоставления информации как инструмента управления для контроля качества воды.

**Канал:** искусственный открытый канал.

**Водосбор/Водосборная площадь:** площадь поверхности, определяемая топографическими особенностями, которая будет наполняться стоком или сетью канала/канализации в одной точке (синоним водораздела или бассейна, более распространенные в британском английском).

**Химическая потребность в кислороде (ХПК):** Химическая потребность в кислороде и дополняющая БПК (См Биологическая потребность в кислороде) являются параметрами качества воды, предназначенными для оценки растворенного кислорода, который пригоден для окислительного распада органических веществ в загрязненной пробе воды.

**Бактерии группы кишечной палочки:** включают в себя все аэробные и факультативные анаэробные, грамотрицательные бактерии, которые вызывают брожение лактозы с образованием газа в течение 48 часов при температуре 35 °С. Эти бактерии можно обнаружить в кишечнике и фекалиях теплокровных животных (включая людей), холоднокровных животных и почве.

**Объединенная канализация:** комбинированная система канализации, предназначенная для размещения, как грязных потоков сточных вод, так и ливневых стоков.

**Комбинированные системы Канализация переполнения (ОГО):** это поток из Системы комбинированной канализации, поступающий в избытке на станцию очистки сточных вод или обладающие коллекторной мощностью объекты, выпущенный с помощью регулятора канализации (или структуры управления ОГО) в водоприемник и/или объекты хранения/очистки воды ОГО.

**Концептуальная модель:** в каком-то смысле, все модели являются концептуальными, так как они состоят из концепции или идеи мысленно построенной, а затем переписанной в математических терминах.

**Проводимость:** Параметр неспецифического качества воды, который измеряет концентрацию ионов в растворе благодаря их способности нести электрический ток. Единицами измерения для проводимости являются мкс/см или мСм/м (где S = Siemens (Сименс)).

**Загрязнение:** процесс создания грязного, или нечистого, или непригодного для определенного использования, как при бактериальном загрязнении.

**Критерии:** установленный фактор или факторы (стандарт), на которых основываются суждение, оценка или решение.

**Обломки/Осколки:** отложения, растительные вещества и мусор, которые могут перемещаться вместе с ливневым потоком.

**Дендритный (древовидный):** применяется к потоку или сети труб, это описывает древовидную или разветвленную сеть, с потоками, текущими только в одном направлении.

**Денитрификация:** это процесс, при котором нитрат сводится к нитриту, а затем к газообразному азоту и аммиаку. Процесс происходит в любой нитрифицированной сточной воде в отсутствие кислорода, т.е. в бескислородных условиях.

**Десорбция:** процесс десорбции представляет собой выделение химических веществ, которые ранее адсорбировались (поглотились) на активной поверхности

**Детерминированная модель:** это математическая модель, в которой все входные данные фиксируются или определяются, и нет вероятностных или случайных компонентов, таким образом, чтобы выход также определялся и был уникальным.

**Диффузное (Non-Point) загрязнение:** Загрязнение, возникающее в результате различной деятельности по землепользованию, такой, как урбанизация и сельское хозяйство, и которая не имеет очевидного дискретного (отдельного) источника.

**Директива (ы):** Официальная инструкция, выданная общепризнанным органом. Обычно содержит определенные стандарты, которые будут выполняться, например, Водная рамочная директива ЕС.

**Сброс:** объемная скорость потока, проходящего через заданный участок за единицу времени.

**Растворенная фракция:** та часть пробы воды,

которая проходит через 0,45µm фильтр.

**Растворенный кислород:** хотя и слабо растворяется в воде (примерно 10 мг/л или 0,3 мМ в 10 С°), кислород является одним из наиболее важных параметров оценки качества воды.

**Площадь водосбора/бассейна:** площадь земельного участка, наполняемого потоком или из сети труб.

**Сухие твердые вещества:** содержание сухих твердых веществ в осадке, или в осадке сточных вод является удельным весом, выраженном в процентах.

**Поток сухой погоды (ПСП):** относясь к комбинированной и санитарно-канализационной или ливневой канализационной дренажным системам, этот поток находится в системе, которая образуется в сухую погоду без ливневого компонента.

**Экология:** биологическая наука, изучающая отношения организмов друг с другом и с окружающей их средой.

**Экосистема:** местное биологическое сообщество и его структура взаимодействия с окружающей средой. Экосистемы имеют как структурные, так и функциональные характеристики, которые могут быть использованы в качестве основы для определения относительной жизнеспособности системы.

**Сточные воды:** это сброшенные санитарные, промышленные, или комбинированные сточные или ливневые воды.

**Эмпирическая модель:** эта модель основывается на опыте или экспериментальных данных только, не выводится из чисто теоретических соображений.

**Экологический поток:** режим потока в реке, необходимый для достижения указанных экологических целей.

**Цель обеспечения качества окружающей среды (воды) (ЦОКОС/ЦОКВ):** цель или заявления качества должны быть предназначены для принимающего водоема, и затем могут быть использованы как основа для программы, чтобы обеспечить достижение необходимых улучшений, и получить надлежащие согласительные (или разрешительные) ограничения, налагаемые при выписке разрешений на сброс.

**Стандарт качества окружающей среды (воды) (СКОС/СКВ):** стандарт обычно выражается в количественных показателях с указанием максимально и/или минимально допустимых уровней для конкретных

параметров качества воды и в конкретном месте.

**Эрозия (дождевая капля, листок, промоины, глубокий овраг, берег реки):** разрыхление и изнашивание почв различными механизмами, такими как всплеск дождевой капли, когда частицы почвы вытесняются и съезжают вниз по склонам, эрозия листков и промоин, когда проточная вода передвигает частицы почвы, эрозия оврага, когда большие каналы или овраги прокладывают туннель к склонам холмов, а также эрозия берегов реки, вызванная водотоками.

**Эвтрофный/эвтрофикация:** трофическая классификация озер или прудов относится к уровню (первичный) выращивания растений, поддерживаемых водоемом.

**Испарения:** это превращение воды, содержащейся в, или на почве, растительности и водоемах в водяной пар через приток энергии.

**Суммарное испарение:** это процесс, при котором растительность перерабатывает взятую корнями воду, и испаряет водяной пар из своих пор.

**Емкость поля:** после проникновения, вода протекает под действием силы тяжести сквозь почву, а оставшаяся в почве влага определяется как влагоемкость поля и, по существу, вода удерживается в почве с помощью поверхностного натяжения около 0,33 атмосферы.

**Внезапное наводнение:** гидрологическое событие ограниченного срока (измеряется в часах), характеризующееся быстрым ростом сброса и стадии потоков или малых рек, часто образующихся в течение нескольких минут.

**Флоккулят/Флокуляция:** это коагуляция и агрегация коллоидных и мелкоизмельченных взвешенных веществ для формирования гелеобразной массы, известной как хлопья.

**Наводнение:** гидрологическое событие, характеризующееся повышенным сбросом, стадией или уровнем воды в водоемах.

**Пойма:** прилегающие к руслу каналов земельные участки, подверженные затоплению при избыточном (или через берега реки) наводнении с определенной частотой встречаемости.

**Режим течения:** режим потока, относящийся к гидравлическим условиям в системе (например, водопроводной дренажной системы, реки).

**Прогноз:** это определенное утверждение или статистическая оценка возникновения будущего события и его конкретных

признаков.

**ГИС (Географические информационные системы):** процедура разработки набора инструментов для сбора, хранения, поиска, преобразования и отображения пространственных данных из реального мира для анализа конкретных научных и технических задач.

**Грязная вода:** это качество не питьевой воды, хотя изначально вода такого качества, которая ранее использовалась для одной из таких разных целей, как умывание, стирка белья и т.д., с тем, чтобы повлиять на их чистоту.

**Грунтовые воды:** вода, пребывающая под поверхностью земли, имеющая свой источник в виде остаточного количества осадков на водосборной поверхности, проникающая в верхний слой почвы, и просачивающаяся вниз под действием силы тяжести через пористые слои.

**Пополнение грунтовых вод:** это результат глубокого проникновения вод через верхние слои почвы или горную породу до уровня грунтовых вод либо благодаря естественному гравитационному просачиванию, либо путем принудительного вливания.

**Уровень грунтовых вод:** поверхность, разделяющая ненасыщенные и насыщенные зоны.

**Тяжелые металлы:** прилагательное «тяжелые» используется свободно, чтобы включать в себя не только металлы с высокой относительной атомной массой, такие как свинец, но и целый ряд элементов, которые могут загрязнять водную среду в результате их присутствия в растворенной фазе, либо в соединении с взвешенными или осевшими частицами.

**Реализация:** процесс обеспечения фактического исполнения определенными конкретными мерами.

**Промышленные воды/сточные воды (торговые сточные вод):** это, прежде всего, определенные жидкие отходы, собранные в ходе промышленной переработки, которые далее не могут быть использованы для восстановления продукта. Он содержит различные загрязняющие и токсичные вещества в зависимости от отрасли промышленности.

**Проникновение (в канализацию):** это приток подземных вод в канализацию или в водосток в результате неисправностей в соединении труб или повреждения трубы.

**Скорость проникновения:** объем воды, который может пройти через поверхность участка с известной площадью в течение

определенного времени. Единицы расчета обычно даются как мм/ч или мм/сек.

**Комплексное управление водным циклом (КУВЦ):** стратегический подход, предусматривающий согласованное управление водой, землей и связанными с ними ресурсами для обеспечения экономического и социального благосостояния на справедливой основе, не приводя к деградации экосистем.

**Комплексное управление водными ресурсами (КУВР):** синоним КУВЦ

**Слияние:** боковое движение воды в зоне аэрации.

**Полигон:** Площадь земельного участка или котлована, на котором отходные материалы размещаются для окончательного захоронения.

**Землепользование:** Описатель землепользования, определяющий количество и характер поверхностного стока, и концентрацию и объемы соответствующих загрязняющих веществ, например, сельскохозяйственных, жилых, торговых, промышленных, шоссе и т.д.

**Выщелачивание:** удаление растворимых компонентов из почвы или других материалов по просачивающейся воде.

**Анализ/оценка жизненного цикла (А/ОЖЦ):** процесс оценки суммарных экологических нагрузок на почву, воду и воздух, связанных с жизненным циклом продукта, процесса или деятельности.

**Нагрузка/Загрузка (загрязнителей):** бытовые и промышленные сточные воды в городских районах содержат большую нагрузку загрязняющих веществ, которые дополняются во влажных погодных условиях в комбинированных канализационных системах нагрузками, связанными с городскими стоками.

**Низкий расход:** общий термин, обозначающий низкий уровень воды в потоке или реке.

**Измерение:** процесс сбора (измерение) данных о конкретном явлении (например, измерение расхода, измерение температуры).

**Микрофильтрация:** в технологии мембранной фильтрации, микрофильтрация сохранила бы размер частиц в диапазоне 10-3 до 10-6, такие как тонкий ил и пыльца, в то время как ультрафильтрация (10-6 - 10-8 м) сохраняет бактерии и коллоидные суспензии с нанофильтрацией, сохраняющей самые низкие диапазоны размеров (10-7 - 10-9м), включая, например, вирус.

**Минерализация:** минерализация это процесс, при котором органические вещества



превращаются в неорганические соединения, например, CO<sub>2</sub>, питательные вещества и т.д.

**Снижение:** сделать менее серьезным или тяжелым, как например, путем внедрения политики или процедур, направленных на сокращение загрязнения из конкретных источников.

**Модель: (моделирование)** это математическое приближение характеристик, отношений и процессов фактической физической системы в форме вычислительных алгоритмов, пытающихся отразить реальные причинно-следственные связи.

**Модель: (математическая)** это система вычислительных процедур, представленных в виде математического описания объекта или состояния дел.

**Модель: (физическая)** это миниатюрное представление фактической структуры или объекта (например, гидравлические модели).

**Мониторинг:** смотреть, наблюдать, проверять, регулировать или контролировать с конкретной целью (например, мониторинг качества воды, контроль за соблюдением).

**Нитриты (NO<sub>2</sub>):** очень стабильны в воде и часто присутствуют в очищенных сточных водах, а также при окислении аммиака в нитрит бактериями *Nitrosomonas* являются ограничителями скорости на двух различных этапах бактериологического окисления NH<sub>3</sub>, редко можно найти NO<sub>2</sub> в любых заметных концентрациях в получаемой воде.

**Нитраты (NO<sub>3</sub>-N):** представляют собой весьма распространенную форму азота и включают в себя высокостабильные, биологически доступные виды в насыщенной кислородом среде.

**Азот:** молекулярный диазот (N<sub>2</sub>) является одним из наиболее распространенных компонентов атмосферы и является незаменимым для вегетативного роста.

**Цели:** Цель плана. Цели устанавливаются при определении деятельности или задачи, например, желаемое/назначенное качество получаемой воды.

**Наблюдение:** отметить и записать факты для научных исследований.

**Олиготрофный:** состояние, при котором водная среда небогата питательными элементами, и где первичная продукция слаба и поддерживает только небольшое число организмов разных видов.

**Открытый канал:** канал, в котором поверхность воды открыта в атмосферу, так что вода имеет переменную свободную поверхность. Закрытые каналы, такие как трубы, могут работать как открытые каналы, если они не полностью наполнены водой.

**Органические вещества (ОВ):** это форма первичного загрязнителя, используемая для оценки качества городских дренажных вод, взвешенных твердых частиц (ВТЧ) и канализационных отложений.

**Пруд окисления:** мелководная лагуна или бассейн, в которых сточные воды очищаются путем отложения осадка и за счет как аэробной, так и анаэробной биохимической активности в течение определенного периода времени.

**Возбудитель:** микроорганизм или вирус, который вызывает болезнь.

**Пик потока или пиковый расход:** это максимальная скорость расхода, происходящего в естественном потоке, искусственном канале или трубе во время стока.

**Постоянный поток:** поток, который поддерживается в любое время меженью из грунтовых вод и/или антропогенных источников, таких, как сливы промышленных сточных вод.

**Пестициды:** группа в основном органических химических веществ, включающих фунгициды, гербициды, родентициды и инсектициды.

**pH:** число, обозначающее логарифма величины обратной концентрации водородных ионов.

**Фосфат/Ортофосфат/Фосфор:** Фосфор является одним из ключевых элементов, необходимых для поддержания роста растений, в том числе водорослей.

**Труба:** замкнутый трубопровод, изготовленный из различных материалов, способный переправлять жидкость из одной точки в другую.

**План:** подробная формулировка программы действий.

**Точечный источник (загрязнения):** Точечный источник это любой едва заметный отдельный объект, из которого возможно сливаются загрязнители, например, источник слива сточных вод с промышленной или муниципальной станции очистки сточных вод.

**Принцип «загрязнитель» платит:** система штрафов за слив сточных вод направлена на достижение целей экологического качества с наименьшими затратами для общества путем усиления философии, в соответствии с которой субъект загрязнения должен нести ответственность за все аспекты борьбы с загрязнением своих стоков.

**Загрязнение окружающей среды, нагрузки загрязнения, поток загрязнения и pollutograph (определитель качества ливневых стоков):** каждый из перечисленных

процессов описывает условие присутствия вещества или энергии, чьи природа, местоположение или количество оказывают нежелательные эффекты или воздействия на окружающую среду.

**Политика:** определенный курс или метод действия, выбранный из различных альтернатив, с учетом конкретных условий, чтобы направлять и определять нынешние и будущие решения.

**Осадки:** вода атмосферного происхождения, которая падает на землю в виде дождя, снега, града или мокрого снега.

**Участие общественности:** процедуры информирования и/или вовлечения общественности в разработку и осуществление таких видов деятельности, как разработка планов управления водосбором.

**Качественный:** относящиеся к нечисловой оценке параметра.

**Количественный:** относящиеся к числовой оценке параметра.

**Модель выпавших осадков:** модель, как правило, в математической форме, преобразующая входные данные осадков (например, в мм) в объемы стока (например, в м<sup>3</sup>).

**Датчик дождя/Измерительный прибор/Регистратор:** Датчик дождя (США) или измерительный прибор (Великобритания) является прибором измерения глубины осадков в конкретной точке.

**Реальное время:** динамические процессы, такие как сток, поток, транспортировка загрязняющих веществ и т.д., которые могут быть описаны с использованием ряда переменных, которые изменяются с течением времени. Если время этого процесса равно текущему (часы) времени, то говорится, что процесс происходит в реальном времени или в режиме онлайн.

**Положение:** это специальный закон, который применяется во всех соответствующих ситуациях.

**Регулирующее водохранилище:** водохранилище с динамическим управлением выпусков накопленной воды, которое предназначено для достижения различных целей управления водными ресурсами.

**Скорость выпуска:** скорость слива в объеме на единицу времени из сооружения, содержащего воду, или водохранилища.

**Рельеф канализации:** вторичная дренажная система предназначена для работы через соединения или избыточные сливы из основной перегруженной системы во время высокой скорости потока или блокировки.

**Время Пребывания/Удержания:** Средняя продолжительность пребывания воды в определенном объекте хранилища при прохождении через бак или водоем.

**Восстановление:** акт возвращения чего-то, как, например, канала, среды обитания или качества воды в свое первоначальное состояние до антропогенного воздействия.

**Повторное использование:** практика восстановления, очистки и использования воды, которая уже была использована для таких целей, как водоснабжение.

**Риск:** шанс или вероятность утраты или повреждения в случае подвергания определенной опасности.

**Река:** большой, естественный поток.

**Сток:** часть осадков на площадь водосбора или другие потоки, которые сливаются из этого района в водоприемники.

**Засоление:** увеличение содержания соли в почве, которое может быть вызвано изменениями в природных дренажных режимах.

**Герметичная площадь:** это относительно непроницаемая площадь поверхности земли, которая покрыта, вымощена, или облицована непроницаемыми материалами, так что поверхностный сток не может быстро проникнуть сквозь слой в находящуюся под поверхностью зону.

**Осадок:** любой материал в виде частиц (минеральный или органический), который способен осесть в жидкости.

**Транспорт наносов:** термин, обычно используемый для охвата всех аспектов движения частиц в составе отложений по всей системе водосбора.

**Утечка:** просачивание наружу или эвакуация и движение сквозь землю сточных вод из всех компонентов дренажной системы.

**Самоочищение:** хотя большинство микро-загрязнителей передается через воду в места с твердыми адсорбционными веществами, и утилизируются, а не реально уничтожаются, в аэробных условиях органическое вещество (ОВ) может превратиться в двуокись углерода и вернуться в атмосферу.

**Населенный пункт:** небольшая община (село).

**Сеть канализаций и водостоков или Водосбор:** это площадь городских водостоков (водосбора), на которой все поверхностные стоки вспомогательных водосборов и очищаемая или не очищаемая вода этих земельных участков собираются канализационными системами, очищаются или не очищаются, а затем сбрасываются в водоприемник.

**Моделирование:** подражательное представление процесса/системы в реальном мире с течением времени; изучение проблемы посредством моделирующего устройства.

**Шлам:** полутвердый остаток, образующийся в результате различных процессов очистки воды.

**Твердые вещества:** материал в виде частиц (рассыпчатый) либо в растворе (взвешенные твердые вещества) либо осевший в растворе, образовав шлам или осадок.

**Сорбция:** общий термин, применяемый для физического или химического вещества, связывая одно с другим.

**Стандарт:** авторитетный или признанный образец корректности или какая-либо определенная степень качества. Стандарты, как правило, формализованы, чтобы представить лучшую современную практику, и могут быть юридически обязательными.

**Стохастическая (вероятностная) модель:** описывает характеристики, отношения и процессы реальной физической системы, включающей использование уровней вероятности для каждого из переменных, определенных в качестве способа решения неопределенности, относящейся к доступным наборам данных.

**Емкость:** пространство (объем) для хранения воды в естественных или искусственных водоемах.

**Шторм:** период выпадения осадков на территории водосбора.

**Ливневый (сток):** вода, протекающая по поверхности земли естественными потоками, в искусственных каналах и трубах в результате непосредственного влияния осадков на поверхность водосбора.

**Лучшая практика управления (ЛПУ) ливневыми стоками:** структурные меры, используемые для хранения или очистки ливневой городской сточной воды для уменьшения наводнений, удаления загрязнений, а также обеспечения иных удобств. Типичными примерами ЛПУ являются сооружения по хранению или удержанию воды, инфильтрационные объекты, водно-болотные угодья, растительные полосы, фильтры, бухты с качественной водой и другие.

**Бассейн/пруд сохранения ливневой сточной воды:** бассейны, предназначенные для хранения ливневых сточных вод, и их последующего сброса, когда уровень стока в водоприемнике спадает.

**Стратегия:** искусство разработки планов по достижению цели.

**Поток:** малый природный водопоток, текущий в определенном канале.

**Подземный поток:** поток, который образуется над зоной насыщения, но ниже поверхности земли.

**Поверхностные воды/потоки:** все сточные воды в открытой атмосфере (реки, озера, водохранилища, ручьи, пруды, водно-болотные угодья, лиманы (устья рек), моря и т.д.).

**Взвешенные вещества:** твердые вещества, присутствующие в пробе воды, которые удерживаются стекловолоконным бумажным фильтром с последующей промывкой и сушкой или осаждаются путем центрифугирования с последующей промывкой и удалением всплывающей жидкости.

**Тест:** критический анализ, наблюдение или оценка.

**Разрыв во времени/Время запаздывания /Смещение во времени:** разница во времени между, например, временными характеристиками осадков и серии стоков (в расчете стока) или записями потоков в точках вдоль пути транспортировки (в маршрутизации потока).

**Топография:** физические особенности поверхности площади, включая относительные высоты и положение природных объектов.

**Максимальная общая суточная нагрузка (МОСН):** метод установления допустимых нагрузок, поступающих из всех источников загрязнения (как точечных, так и рассеянных источников) в водоприемник для достижения стандартов качества воды.

**Общий азот:** сумма всех форм азота.

**Общий органический углерод (ООУ):** общее количество углерода в пробе, определяемой его полным сгоранием.

**Общее содержание твердого вещества:** общее количество твердых частиц относится к остатку, образовавшемуся после испарения пробы воды и ее последующей сушки в печи.

**Токсичность:** потенциал вещества или эффекта быть ядовитыми или вредными для организма.

**Очистка:** термин, используемый для удаления загрязняющих веществ из сточных вод, ливневых вод, или комбинированных канализаций переполнения (ККП).

**Трофический уровень:** очередной этап питания, представленного звеньями в пищевой цепи.

**Неопределенность:** это качество или состояние неопределенности или неясности (не известного, вне всякого сомнения).

**Ненасыщенная зона:** зона между поверхностью земли и уровнем грунтовых вод, в которых пространственные поры почвы/каменистой поверхности содержат и воду, и воздух.

**Поглощение:** поглощение загрязняющих веществ водными живыми организмами может происходить либо из воды (диффузии через мембрану), либо из съеденной пищи.

**Урбанизация:** преобразование сельских районов в города с перестройкой водосборных поверхностей и дренажных систем, которые изменяются после естественных водных циклов.

**Проверка/наземный контроль данных (модель):** процесс доказывания обоснованности модели свидетельствами или разумной логикой.

**Проверка (модель):** это процесс тестирования модели на наблюдаемом наборе данных с использованием параметров модели, полученных во время калибровки.

**Уязвимость:** относится к восприимчивости к повреждениям, например, от затопления во время паводков или воздействия промышленных сбросов на водоприемники.

**Очистка сточных вод:** очистка сточных вод это удаление загрязняющих веществ из канализации или сточных вод (в том числе санитарных, промышленных и ливневых сточных вод) для охраны общественного здоровья и окружающей среды.

**Водоток:** любой поток или канал, который несет проточную воду.

**Стандарты качества воды (СКВ):** официально признанные (и часто имеющие юридическую силу) нормы или образцы для определения качества воды с помощью утвержденных методологий и установленных (согласованных) ограничений, по которым можно судить о соответствии.

**Водораздел:** топографически определенный район, в который вода сливается из потока или реки таким образом, что весь отток направлен в одну точку (синоним водосбора).

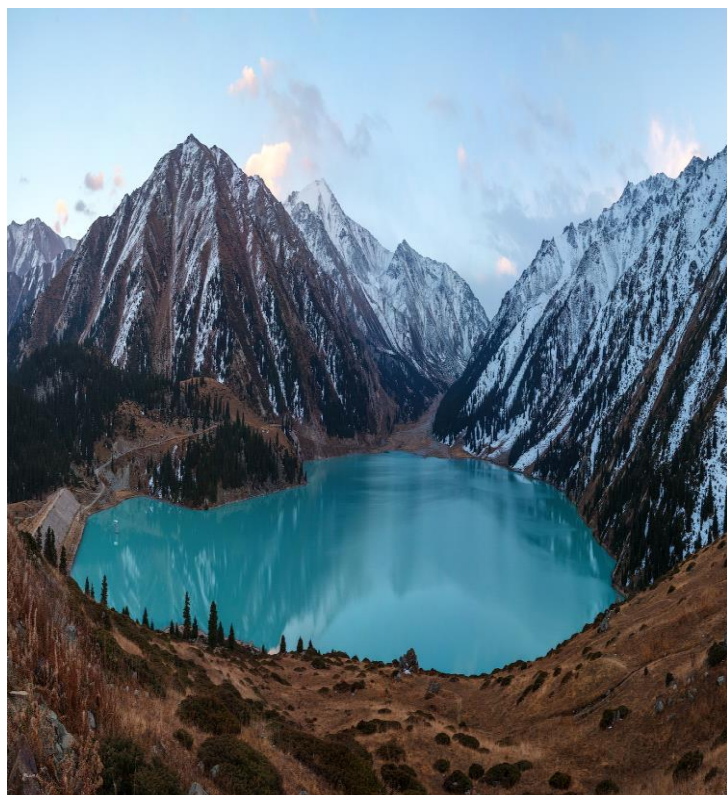
**Водно-болотные угодье:** общий термин для площади, которая регулярно насыщается поверхностными или подземными водами, и соответственно, характеризуется преобладанием сосудистых видов растений, адаптирующихся к жизни в условиях насыщенности почв.

**Выработка:** регулярный объем, поступающий из реки или водоема в течение единичного периода времени.

Настоящая коллективная монография была разработана при активном участии наших партнеров по проекту TEMPUS IV IWEB:

- Мидлсекский университет, Лондон, Великобритания
- Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан
- Международный казахско-турецкий университет имени Ахмеда Яссави, Туркестан, Казахстан
- Кокшетауский государственный университет имени Шокана Уалиханова, Кокшетау, Казахстан
- Лейпцигский университет, Германия
- Политехнический университет Валенсии, Испания
- Кипрский университет, Никосия, Кипр
- Институт географии Казахстана, Алматы, Казахстан
- Региональный экологический центр Центральной Азии, Алматы, Казахстан
- Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, Тараз, Казахстан
- Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Алматы, Кокшетау, Казахстан
- Институт профессионального развития и переподготовки кадров, Кокшетау, Казахстан
- Министерство образования и науки Республики Казахстан и Комитет по контролю в сфере образования и науки, Астана, Казахстан
- Центр Болонского процесса и академической мобильности, Астана, Казахстан
- Фонд "Жас Отан", Акмолинская область, Кокшетау, Казахстан

Фотоиллюстрации на обложке книги использованы с веб-сайта: [www.google.kz](http://www.google.kz) озера и реки Казахстана



Коллективная монография «Интегрированное управление водными ресурсами в Казахстане» (ИУВР) специально разработана для оказания поддержки казахстанским студентам и преподавателям в развитии обширной базы знаний, необходимой для поддержания критического понимания международной передовой практики в области управления водными ресурсами. Эта книга, на инновационном уровне, объединяет международные, европейские и казахстанские знания, полученные научным и техническим путем, о том, как устойчиво управлять этим ограниченным ресурсом с четкой ориентацией на понимание и решение проблемы человека, с которой в настоящее время сталкивается Казахстан и Центрально-азиатский регион, посредством взаимодействия с заинтересованными сторонами, информированием о рисках и разработки политики.



Tempus

