

## **РАЗВИТИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДНЫЕ КРИЗИСЫ**

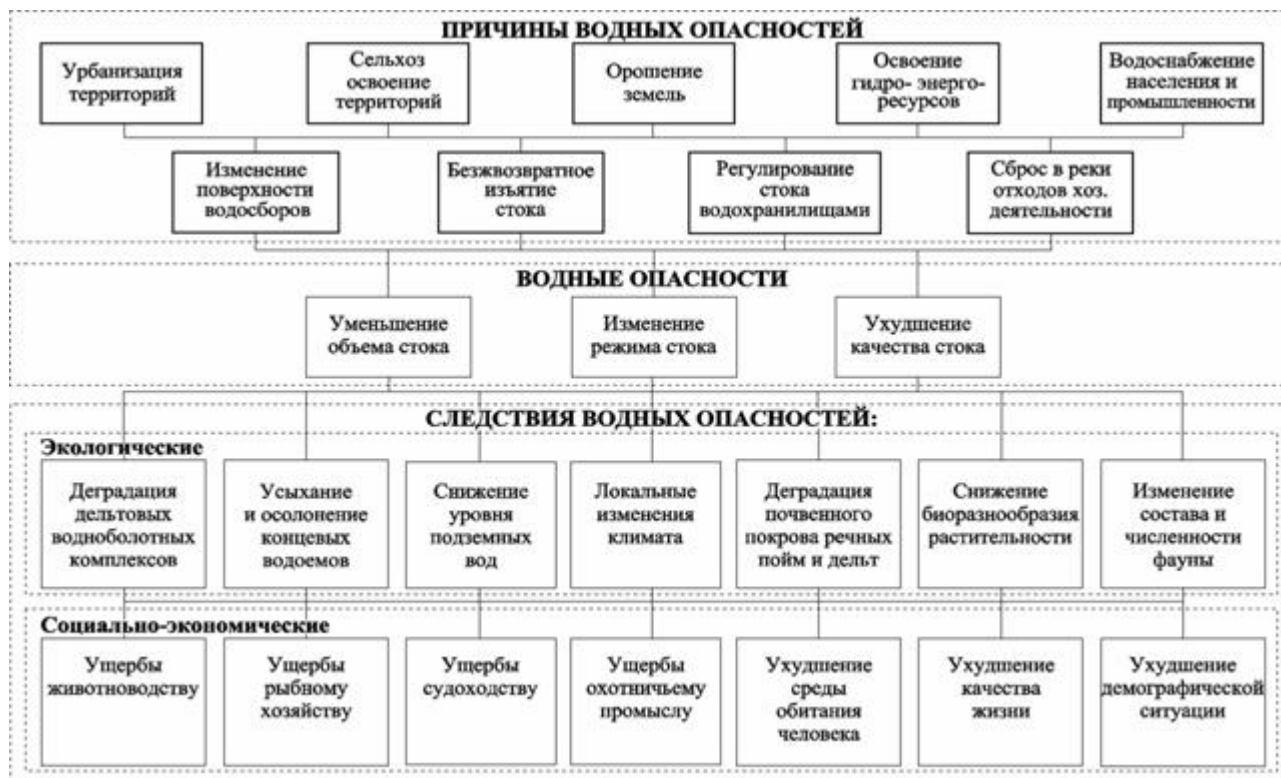
Анализируются этапы развития водопользования в аспекте формирования водных кризисов. Показана общность развития водопользования в бессточных бассейнах. Рассматриваются пути восстановления нарушенного водно-ресурсного равновесия. Сформулированы принципы обеспечения водно-ресурсного равновесия. Приведены примеры развития реального «аральского» кризиса и вероятного в перспективе «балкашского» кризиса.

Известно, что катастрофическое засоление почв в результате избыточного орошения закончилось тысячи лет назад упадком земледелия в Междуречье [1,2]. Аналогичные процессы происходят сейчас во многих регионах планеты.

Мировую известность получил водообусловленный Аральский экологический кризис, приведший к практическому исчезновению Аральского моря – третьего по величине бессточного водоема планеты [3, 4].

Существуют три аспекта водного кризиса: ресурсный, геоэкологический и социально-экономический [5-8]. Ресурсный аспект включает в себя проблемы, связанные с истощением и загрязнением природных вод, используемых обществом в процессе промышленной, сельскохозяйственной и промысловой деятельности. Геоэкологический аспект тесно связан с опосредованной трансформацией в ходе водохозяйственной деятельности состояния и функционирования природных комплексов и компонентов: изменением климата, снижением биоразнообразия и устойчивости географических систем и др. Социально-экономический аспект акцентирует внимание на социально-демографических, экономических, технологических причинах и следствиях снижения потенциала природных вод и ухудшения окружающей среды. К нему относятся проблемы роста населения на фоне ограниченной ресурсной базы, развития потенциально опасных технологий, роста социальной нестабильности при существующей структуре ресурсного и финансового обмена и др.

Основным звеном, связующим природные воды и общество, является процесс водопользования. Он зависит как от социально-демографических факторов (численность населения, экономические явления, технологии), так и от природных причин (запасы и интенсивность естественного возобновления ресурсов, колебания климата и др.). В процессе водопользования происходит истощение и загрязнение ресурсов природных вод, результатом чего становится, во-первых, трансформация структуры и функционирования географической оболочки (изменение климата, опустынивание, потеря биоразнообразия) и, во-вторых, изменение социально-экономической и демографической обстановки (снижение уровня и качества жизни, увеличение заболеваемости и т.д.). В свою очередь эти явления через обратные связи влияют на дальнейшее развитие водопользования (увеличение затрат на регенерацию водных ресурсов, переориентацию на новые технологии). Поэтому процесс водопользования позволяет объединить все три аспекта водного кризиса: ресурсный, природный и социально-экономический (рис. 1).



**Рис.1.** Причинно-следственные связи развития водных кризисов

Можно выделить два способа взаимодействия общества и природы, закономерно сменяющие друг друга по мере повышения материальных потребностей цивилизации.

1. Возобновление водных ресурсов происходит за счет природных механизмов. При этом регенерацию водных ресурсов обеспечивают известные биопродукционные, климатические и гидрологические процессы, осуществляемые за счет солнечной и гравитационной энергии. Исторически это самый первый тип водопользования, когда общество тратится лишь на добычу ресурсов и не несет никаких расходов на их восстановление (этап «водоснабжения»).

2. Возобновление водных ресурсов идет за счет как естественных, так и антропогенных механизмов, что дает возможность увеличивать количество используемых ресурсов и поддерживать интенсивность их восстановления на уровне, недоступном одной природе. Начало этого этапа связано с необходимостью изменения естественного режима водоисточников путем пространственно-временного перераспределения водных ресурсов и восстановления их качества для удовлетворения возросшего спроса на воду. Современная цивилизация реализует такую стратегию уже почти во всех видах своей водохозяйственной деятельности (этап «водообеспечения»).

Снижение потенциала природных вод может произойти не только по антропогенным, но и по естественным причинам: из-за изменения климата, сейсмической и вулканической активности. В новых условиях при прежнем объеме и эффективности водопользования также развивается водный кризис, для выхода из которого обществу необходимо либо снизить количество используемых водных ресурсов, либо начать вкладывать больше средств в их восстановление. Полагают, что аридизация климата привела к упадку парфянского царства в III в. н.э. в связи с сокращением продуктивности сельского хозяйства, чему общество не могло противостоять [1, 2].

Таким образом, нарушение равновесия в водопользовании и развитие водных кризисов может произойти не только в результате водохозяйственной деятельности, но и по другим антропогенным и естественным причинам. Это позволяет предложить простейшую типологию водных кризисов по их генезису (рис. 2) [6].



**Рис. 2.** Типология водных кризисов по их генезису

Главная цель материальной активности общества заключается в увеличении объемов производства и на ее достижение направлена вся тактика и стратегия развития ресурсопользования.

На первой стадии реализации этой стратегии происходит ускоренное увеличение объемов производства за счет роста объемов водопользования при экономии регенерационных затрат. В условиях «демографического взрыва» данный путь позволяет обеспечивать ресурсами растущее население, при «популяционном штиле» – повышать уровень индивидуального потребления.

Вторая стадия развития водопользования связана с появлением и нарастанием негативных последствий усиливающегося дефицита водных ресурсов, что приводит к усилению межотраслевых и межтерриториальных ресурсных конфликтов, сопровождается ухудшением медицинской и демографической обстановки, ростом социально-психологической напряженности и появлением политической нестабильности.

На определенной стадии развития водопользования происходит восстановление водноресурсного равновесия двумя возможными принципиально разными путями.

Первый путь связан с увеличением вложений в увеличение ресурсов, обеспечивающем достижение водноресурсного равновесия. Второй путь заключается в восстановлении водноресурсного равновесия за счет снижения объемов водопользования.

Концепция устойчивости, предложенная Комиссией ООН по экологии и развитию предполагает гармонизацию двух подходов к природопользованию, признававшихся ранее антагонистическими – охрана окружающей среды, с одной стороны, и социально-экономическое развитие, с другой [9]. Рекомендуемый метод не идентичен доктрине сохранения естественного состояния водноресурсного равновесия, которая в условиях реально существующего водопользования представляется утопичной. Предлагаемая концепция, являясь более гибкой, допускает возможность компромиссного согласования интересов экологии и экономики, оформляемых в виде ряда предельно допустимых (критических) констант, составляющих нормативную базу управления. Нарушение констант приводит к переходу водопользования на новый

уровень водно-ресурсного равновесия с изменением эколого-экономических функций водных ресурсов. Со временем критические константы системы могут изменяться как в сторону «ужесточения», так и «ослабления» порога допустимости антропогенных воздействий.

Типовой путь развития водопользования и формирования водных кризисов в полной мере реализовался в трансграничном бессточном бассейне Аральского моря. На первой стадии развития (1960-91 гг.) за счет увеличения объемов сельскохозяйственного водопотребления (на орошение) в условиях климатически обусловленного маловодья произошло нарушение естественного водно-ресурсного равновесия в бассейне, при котором речной приток в конечной водоем – Аральское море – сократился более чем в три раза (в отдельные годы до нуля), что явилось причиной снижения уровня моря с 53,0 до 40,0 м и уменьшением акватории 66,0 до 39,6 тыс. км<sup>2</sup>. Развитие водного дисбаланса в бассейне с усыханием и осолонением моря привело к нарастанию целой гаммы негативных последствий, что явилось основанием официального признания Приаралья зоной кризиса.

В разработанной Институтом географии концепции преодоления Аральского кризиса рекомендовалось компромиссное согласование интересов экологии (Аральского моря) и экономики (орошаемого земледелия) при приоритете восстановления моря как целостного солоноватого водоема [3, 4]. В качестве критических констант водно-ресурсного равновесия предлагалось сохранение моря на отметке уровня 43,0 м при площади акватории 31,4 тыс. км<sup>2</sup> за счет нормативного обеспечения речного притока в море в объеме до 40 км<sup>3</sup>/год путем реализации в течение 20 лет программы интенсификации водопользования в сфере производства.

Однако в концепции улучшения социально-экономического и экологического состояния в Приаралье, утвержденной главами пяти государств Центральной Азии, подчеркивались невозможность восстановления Аральского моря в его первоначальном состоянии и рекомендовалось создание нового устойчивого природно-антропогенного комплекса на его территории путем обводнения и лесомелиорации [10]. Концепция получила развитие в создании в котловине усыхающего Арала приоритетного проточного водоема – Северного (Малого) Аральского моря (САМ) на отметке уровня 342,0 м с акваторией 3,55 тыс. м<sup>2</sup> (табл.).

**Таблица. Состояние бессточных водоемов как индикатор развития водных кризисов**

Параметры водоемов	Единица измерения	Аральское море			Озеро Балкаш		
		Естественное состояние	Трансформированное состояние		Естественное состояние	Трансформированное состояние	
			Рекомендуемое	Фактическое		Рекомендуемое	Ожидаемое
Речной приток	км <sup>3</sup> /год	56,8	40,0	7,6	15,1	12,0	9,0
Отметка уровня, в т.ч. приоритетной акватории	м	53,0	43,0	-	342,0	340,0	-
	м	-	-	42,0	-	-	340,0

остаточной акватории	м	-	-	30,0	-	-	331,1
Площадь водной поверхности, в т.ч. приоритетной акватории	тыс. км <sup>2</sup>	66,0	31,4	8,70	18,21	14,12	10,56
остаточной акватории	тыс. км <sup>2</sup>	-	-	3,55	-	-	8,44
	тыс. км <sup>2</sup>	-	-	5,15	-	-	2,12

Наполнение САМ позволит предотвратить развитие процессов опустынивания в Казахском Приаралье, сократив воздействие пыле-солевых выносов на прилегающую территорию, восстановить уловы рыбы в опресненной воде и создать условия для организации хозяйственной деятельности на стабильных берегах, что будет способствовать решению острых социальных проблем Приаралья. При этом в усыхающее Аральское море речные воды поступают по остаточному принципу, в настоящее время отметка его уровня составляет около 30,0 м, площадь акватории 5,15 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 3, табл.) [11].



**Рис. 3.** Акватория Аральского моря в условно-естественный период (1) и в настоящее время (2)

Потенциальной зоной водного кризиса является трансграничный бессточный бассейн озера Балкаш, где развитие водопользования напоминает Аральский сценарий. В условно-естественный период возобновляемые ресурсы речного стока Казахской части бассейна составляли 24,76 км<sup>3</sup>/год, из которых трансграничный сток реки Иле с территории КНР составлял 11,45 км<sup>3</sup>/год, обеспечивая среднееголетний уровень озера на отметке 342,0 м [11].

Сохранение озера Балкаш – водного объекта особого государственного значения – является приоритетной задачей региональной водной стратегии. Выполнение основных экологических и социально-экономических функций озера обеспечивается поддержанием уровня озера на отметке не ниже 340,0 м, что достигается речным притоком в объеме 12 км<sup>3</sup>/год (в среднем), в т.ч. по реке Иле – 9,2 км<sup>3</sup>/год [11].

Согласно экспертным оценкам в связи с ожидаемым уменьшением трансграничного стока реки Иле с территории КНР и наступлением климатически обусловленного маловодья возобновляемые водные ресурсы в казахстанской части бассейна озера Балкаш в перспективе снизятся до 16 км<sup>3</sup>/год [11].

В этих условиях даже при глубоком ограничении хозяйственного водопотребления в бассейне и сокращении природоохранных затрат стока дельтах и поймах с учетом неизбежных потерь стока в гидрографической сети нормативный приток в озеро не может быть обеспечен (таблица).

В этой связи приоритетной задачей региональной водной стратегии становится преимущественное сохранение западной части озера как наиболее важной в социально-экономическом плане и более подверженной нарушениям гомеостаза. При этом предполагается сооружение гидроузла в проливе Сарыесик (Узун-Арал) для регулирования водообмена между западной и восточной частями озера. При преимущественном сохранении Западного Балкаша на отметке уровня 340,0 м водообеспечение Восточного Балкаша будет производиться по остаточному принципу с вероятным снижением его уровня до 331 м и осушением дна на площади более 3,5 тыс. км<sup>2</sup> (табл, рис. 4) [11].



**Рис.4.** Акватория озера Балкаш в условно-естественном состоянии (1) и в перспективе (2)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Борисенков Е.П., Пасецкий В.М.* Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. – М.: Мысль, 1988. – 524 с.
2. *Люри Д.И.* Развитие ресурсопользования и экологические кризисы. – М.: ООО «Издательство Дельта», 1997 г. – С. 1-6.
3. *Султангазин У.М., Мукутанов Н.К., Гельдыева Г.В., Мальковский И.М.* Концепция сохранения и восстановления Аральского моря и нормализации экологической и социально-экономической ситуации в Приаралье // Научно-теоретический журнал «Проблемы освоения пустынь». – Ашхабад: Ылым, 1991. – № 3-4. – С. 97-107.
4. *Такано Й., Мукутанов Н.К., Мальковский И.М.* Концептуальные основы межгосударственной программы ликвидации последствий Аральского кризиса // Мир науки. Всемирная федерация научных работников, 1992. – № 3. – С. 16-19.
5. *Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.* Критерии экологической безопасности бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана // Научный журнал «Терра». – Алматы, 2006. – № 1. – С. 106-112.
6. *Толеубаева Л.С.* Геоэкологическая оценка природно-хозяйственных систем Республики Казахстан по гидрологическим критериям // Научно-технический журнал «Гидрометеорология и экология». – Алматы, 2006. – № 2. – С. 44-57.
7. *Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.* Геоэкологические критерии устойчивости систем водообеспечения / Доклады к международной научно-практической конференции 22-23 января 2003 г. «Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии». Алматы, 2003. – С. 214-219.
8. *Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.* Гидроэкологические проблемы Казахстана // Научный журнал «Вопросы географии и геоэкологии». – Алматы, 2007. – № 1 (20) – С. 31-40.
9. Программа действий. Конференция ООН по Окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, 1992 г. Женева, 1993. 70 с.
10. Южное Приаралье – новые перспективы. – Ташкент, 2002. – С. 17-21.
11. *Мальковский И.М.* Географические основы водообеспечения природнохозяйственных систем Казахстана – Алматы, 2008. – 204 с.

## Summary

In article stages of development of water use in aspect of formation of water crises are analyzed. The generality of development of water use in enclosed pools is shown. Ways of restoration of the broken water-resource balance are considered. Principles of maintenance of water -resource balance are formulated. Examples of development of real "Aral" crisis and probable in the long term " Balkhash " crisis are resulted.

**Ключевые слова:** water use, water crises, enclosed a reservoir, water dangers, water - resourcebalance, water supply, water delivery, Aral sea, lake Balkhash.

*Институт географии*

*Поступила 03.02.2010 г.*