

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ИЛЕ

Базарбаев А. Т.¹, Баекенова М. К.¹, Мамадияров Б. С.¹, Базарбаева А. А.²
Казахский национальный аграрный университет¹
Исполнительная дирекция Международного Фонда спасения Арала в Республике
Казахстан²

Аннотация: В статье проанализировано влияние глобальных климатических изменений на сток трансграничной с КНР р. Иле, которая впадает в озеро Балхаш. В связи с глобальным изменением климата поднимаются вопросы о его влиянии на водные ресурсы трансграничных рек, к таким относится и р. Иле, приведены прогнозы по сток рек Центральной Азии, в т.ч. и рек Казахстана.

Одним из основных составляющих поверхностного стока рек является наряду с дождевыми и снеговыми осадками являются ледники, расположенные в горах. В этой связи, приведены исследования о ледниках Казахстана выполненные гляциологами Казахстана. Проанализированы материалы РПП «Казгидромет» о стоке р. Иле поступающей как с территории КНР так и формирующиеся на территории Казахстана, приведены данные о среднемесечном стоке р. Иле за ряд наблюдений.

Ключевые слова: среднемесечный расход воды, водосборная площадь, притоки р. Иле, глобальное изменение климата, ледники, гидрометеорологическое наблюдение, деградация ледников, экосистема.

Река Иле является основной водной артерией бассейна оз. Балхаш. Она берет начало на ледниках Музарт в Центральном Таниртау (Казахстан) истоком реки Текес. Затем течет по территории КНР, где сливается с р. Кунес и Каш, на 250-ом километре от слияния, снова входит в пределы Республики Казахстан и на 1001-м км впадает в оз. Балхаш. Общая длина реки 1439 км, в пределах Казахстана -815 км. Общая площадь бассейна р. Иле - 140 тыс. км² (примерно 75 % водосборной площади оз. Балхаш), из них 77400 км² - на территории Республики Казахстан. Стокоформирующая часть бассейна расположена в Китае, где гидрографическая сеть достаточно развита (от 0,6 до 3 км/км²). На территории Казахстана формируется порядка 30 % водных ресурсов р. Иле. Кроме р. Шарын и Шелек, в левобережной части бассейна в среднем течении р. Иле принимает еще ряд горных рек: Тургень, Есик, Талгар, Каскелен с притоками Малая и Большая Алматинки, Курты, формирующих сток на северном склоне Заилийского Алатау. В правобережной части наиболее крупными притоками р. Иле являются р. Хоргос, Усеки и Борохудзир, стекающие с южных склонов Жунгарского Алатау. Большинство притоков, в т.ч. Тургень, Талгар, Борохудзир, вследствие больших потерь стока в предгорьях на фильтрацию и из-за разбора на орошение, не доносят свои воды до р. Иле. [1,2.]

Основным фактором, определяющим неблагоприятное состояние экологии дельты р. Или, является недостаточное поступление в нее объема воды, т.е. истощение водных ресурсов. Кроме того, ухудшение экосистемы дельты связано с недостаточно обоснованными, неоправданными, и зачастую ошибочными хозяйственными мероприятиями, проводимыми в бассейне реки и в самой дельте реки.

Природный комплекс дельты р.Иле весьма изменчив и сильно уязвим к

антропогенным воздействиям. Любые, даже самые незначительные изменения в речной сети, в первую очередь отражаются на режиме дельты. Причиной этому является то, что экосистема дельты р. Иле находится в весьма неустойчивом состоянии.

Поэтому уникальность природных ресурсов дельты р. Иле и их легкая уязвимость к антропогенным воздействиям должна учитываться при планировании и осуществлении водохозяйственных мероприятий в бассейне реки.

Сеть наблюдений за количеством и качеством поверхностных вод суши включает гидрологические посты национальной гидрометеорологической службы.

С ростом народонаселения и активным развитием промышленности к проблеме нехватки пресной воды, поднятой на новый уровень, добавилась проблема ее загрязнения. Сегодня более 1 млрд человек испытывают острую нехватку воды, более 2 млрд человек используют неочищенной питьевой воды.[3]

В Центральной Азии главной нерешаемой из года в год проблемой остается несогласованность гидроэнергетического и ирригационного режима водотоков трансграничных рек. При том все страны заявляют о необходимости согласования действий с взаимным учетом интересов.

Принимая во внимание, что население Центральной Азии увеличилось за последние десятилетия, проблема нехватки водных ресурсов становится еще острее. В связи с чем, в последнее время весьма актуальна тема, связанная с изучением возможного влияния изменения климата на водные источники. Глобальные изменения климата затрагивает процессы, происходящее в окружающей природной среде, изменяя существующий механизм функционирования всей системы окружающей среды. Потепление климата обусловит повышение интенсивного таяния ледников. Уменьшение площадей арктических ледовых покровов может привести к существенным изменениям круговорота воды в природе.

Гидрометеорологические наблюдения показали, что асинхронность хода атмосферных осадков и температуры воздуха в высокогорной зоне Тянь-Шаня негативно сказывается на балансе ледников, и отражается на общей водности рек со значительным оледенением водосборов.

В горных системах Казахстана наблюдается сокращение количества и размеров ледников. По прогнозам в течение ближайших десятилетий вследствие глобального потепления климата водные ресурсы основных рек Казахстана сократятся на 20-40%. [3]

Изменение количества и режима водных ресурсов Центральной Азии связаны как с глобальным потеплением климата, так и с интенсивным развитием орошения в бассейнах рек региона.

Среди климатических факторов ведущее место в формировании водных проблем Центральной Азии занимает испарение. Оно способствует расходованию больших объемов воды с поверхности естественных и искусственных водоемов, орошаемых земель. В настоящее время с орошаемых полей величина испарения в зоне орошения Центральной Азии достигает 1500-2000 мм /год. Другим фактором, который может привести к росту дефицита водных ресурсов является изменение климата. В соответствии многочисленным исследованиям в результате потепления климата ожидается изменение атмосферной циркуляции, и перераспределения осадков. По некоторым прогнозам к 2100 году количество осадков может сократиться почти на 20% [4].

Проведенные исследования показывают, что в зоне формирования стоков Сырдарьи и Амударьи продолжается интенсивное таяние ледников. За 30 лет объемы ледников уменьшились по разным данным от 20 до 40%, а в последние годы темпы сокращения составляют около 1% в год [5].

Дефицит водных ресурсов приведет к ослаблению агропромышленного комплекса. Нехватка сельскохозяйственных продуктов отсутствие работы ведет к увеличению неконтролируемой миграции, что может привести к повышению

уровня безработицы. Нехватка воды в трансграничных реках и несовершенная система ее раздела усилит конфликтную ситуацию в регионе вплоть до развязывания военных действий.

Ученые разработали методику для оценки изменения площади оледенения казахстанской части Жетысу Алатау по состоянию на 1979 и 2008 гг. и Верхне-Илейской ледниковой система по состоянию на 1956, 2000, 2008 гг. [7]. С учетом этих результатов они получили возможность исследовать изменения трех главных ледниковых систем Балкаш-Алакольского, Илейско-Кунгейской, Жетысуской, расположенных в казахстанской части бассейна, Верхне-Илейской - на территории китайской части бассейна р. Иле.

Таблица 1 - Изменение площади ледниковых систем Балкаш-Алакольского бассейна

Бассейны рек (район)	Характеристика	Площадь открытой части ледников, км ² по состоянию на год						
		Северо-Илейская ледниковая система						
Северного склона Иле Алатау	Год	1955/56*	1972/75	1979	1990	2000	2008	2011
	F, км ²	287,3	240,4	228,4	204,7	182,6	172,0	
Жетысуская ледниковая система								
Коргас, Осек (Южный)	Год	1956	1972	1979	1990	2000	2008	2011
	F, км ²	228,4	194,1	178,2	158,6	135,8	133,6	120,1
Каратал (Западный)	F, км ²	202,6	176,0	167,4	159,3	131,9	125,6	113,3
Буйен, Аксу, Лепси (северн) 999(Северный)	F, км ²	294,6	245,3	241,2	222,1	200,7	181,0	181,4*
Тентек, Ырғайты (восточн)	F, км ²	88,4	83,8	76,0	72,0	59,6	57,0	50,4
Тентек, Ырғайты (Восточный)								
Всего	F, км ²	814,0	699,2	662,8	612,0	528,0	497,4	465,1
Верхне-Илейская ледниковая система ((территория КНР)								
Бассейны рек (район)	Год	1962/63	2000	2008	2011			
Коргас	F, км ²	62,32	41,7	32,2	31,6			
Каш	F, км ²	423,7	336,9	316,8	311,5			
Кюнес	F, км ²	97,4	69,02	57,5	56,60			
Коксу	F, км ²	439,3	342,0	314,3	309,1			
Текес	F, км ²	1039,8	789,91	709,3	697,4			
	F, км ²							
Всего	F км ²	2062,5	1579,5	1430,1	1406,2			

По мнению многих ученых гляциологов, изменение климата приведет к интенсивному уменьшения ледников. В таблице 2 представлено изменение доли площади оледенения отдельных речных бассейнов в суммарной площади оледенения северного склона Иле Алатау. (чистый лед). [6].

Таблица 2. Изменение площадей оледенения речных бассейнов склона Иле-Алатау

Год	Узын-Каргалы	Шамалган	Каскелен	Аксай	Каргалы	У.Алматы	К.Алматы	Талгар	Есик	Турген
1955	4,5	0,9	4,7	4,7	1,4	11,8	3,2	39,2	17,2	12,4
1974	4,6	1,3	5,7	5,4	1,3	11,1	3,0	38,2	16,8	12,6
1990	4,7	0,9	4,7	5,0	1,3	10,3	3,2	39,4	17,6	12,7
2008	4,6	0,8	5,0	5,4	1,4	10,1	3,3	39,2	18,3	11,9

Как видим из таблицы 2 с 1955 по 2008 годы доля площади оледенения

бассейнов рек северного склона Илейский Алатау в суммарно площади всей ледниковой системы междуречья Узын-Каргалы-Турген практически не изменилась. Не изменились эти соотношения в Жетысуском Алатау и на Алтае [7]. Судя по публикациям [8, 9], они устойчивы и в горах Памира Гиссоро-Алтая. Данные мониторинга баланса массы ледника Туйыксу в общем виде отражают динамику оледенения рассматриваемого региона в целом. Судя по этим данным ледник до начала 1970 годов оставался относительно в стабильном состоянии. Резкое ускорение процессов деградации ледника началось с 1973 года и обусловлено сочетанием крайне неблагоприятных для ледника факторов - аномально высокими температурами воздуха в период абляции и обвальным (более чем втрое с 1973 по 1978 г) сокращением величин зимнего баланса массы. В начале 1970 годов наблюдались максимальные отрицательные аномалии годового баланса массы и наибольший темп отступления языка ледника. На начало 1970 годов приходится максимальная за 57 лет интенсивное сокращения площади оледенения Илейско-Кунгейской ледниковой системы (более 1,2 % в/год).

Несравнимо более значительна роль ледниковых вод в речном стоке за вегетационный период. На реках Иле-Алатау их доля изменилась от 60% в начале рассматриваемого периода (1955-1974 гг.) до 40% в среднем за 1955-2008 гг и с 40 до 20% в среднем за 1956-2011 гг. на реках северного макросклона Жетысуского Алатау. С учетом этих факторов можно сделать вывод, что ледниковый сток, по сути обеспечивает саму возможность существования систему орошаемого земледелия, является гарантом водной безопасности и устойчивого развития.[6].

Проанализируем сток трансграничной р. Иле в казахстанской части за 1998-2015 годы по данным РГП «Казгидромета».

Таблица 3 Сток и среднегодовые расходы воды р. Иле.

Годы сток	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Я2011	2012	2013	2014	2015
сток КНР, км ³	17,98	17,85	15,09	16,45	17,74	16,09	13,46	13,22	13,95	13,61	9,69	12,04	18,87	14,73	10,92	10,16	8,132	12,546
сток РК, км ³	6,52	5,82	4,48	4,39	7,381	7,299	7,68	6,12	6,16	6,20	5,9	5,26	8,64	7,40	5,94	6,46	4,94	6,468
Общ. сток, км ³	24,50	23,67	19,57	20,84	25,12	23,39	21,14	19,34	20,11	19,81	15,59	17,30	27,51	22,13	16,87	16,62	13,07	19,014

Как видно из таблицы 3, объем стока поступающей из КНР с 1998 по 2015 гг составляет от 73% до 62%, а сток формирующееся на территории Казахстана составляет от 27% до 38%. За этот период сток поступающий с территории КНР изменялся от 18,87 км³ (2010 г.) до 8,132 км³ (2014 г.), а сток формирующееся на территории Казахстана от 7,40 км³ (2011 г.) до 4,48 км³ (2000 г).

Рассмотрим данные РГП «Казгидромет» о среднемесячных и среднегодовых расходах воды реки Иле за 2007-2015 годы (таблица 4).

Как видно из таблицы 4 явного убывания расхода воды по месяцам р. Иле не наблюдается, расход воды то уменьшается, то увеличивается. Это скорее связано природными факторами, т.е. выпадением осадков на водосборном бассейне реки Иле, как на территории КНР, так и в Казахстанской части.

Таблица 4 Данные РГП «Казгидромета» о среднемесячных и среднегодовых расходах воды р. Иле за 2007 – 2015гг.

Месяцы	Среднемесячный и среднегодовой расход воды реки Иле м³/с										Нормативный расход воды, м³/с	Отклонение максимальн. и минимальн расхода от нормативного расхода %
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015			
январь	288	320	265	360	380	365	370	300	310	207	max +83 min +28	
февраль	340	300	290	370	420	380	390	350	320	219	max +92 min +32	
март	377	461	392	547	461	486	425	420	277	293	max +87 min - 6	
апрель	462	396	434	643	580	507	412	422	346	344	max +87 min +0,6	
май	541	542	565	967	714	375	413	243	437	484	max +100 min -50	
июнь	556	405	543	1220	802	381	474	144	448	743	max +64 min -51	
Средне- месяч- ный рас- ход воды за первое полуго- дуго- дие	427	404	415	684	559	416	414	313	356	381	max +79 min -18	
июль	738	366	584	1230	778	368	317	220	559	895	max +37 min -76	
август	956	301	487	1180	657	348	366	171	565	856	max +38 min -80	
сентябрь	486	314	635	604	635	441	478	216	523	504	max +26 min -43	
октябрь	427	365	540	578	594	487	443	372	590	326	max +82 min +12	
ноябрь	420	356	497	513	459	386	357	317	540	291	max +86 min +9	
декабрь	428	327	344	431	375	360	417	300	450	257	max +75 min +17	
Средне- месяч- ный рас- ход воды за второе полуго- дуго- дие	576	338	514	756	583	583	398	396	538	521	max + 45 min - 35	
Среднемесяч- ный расход воды за год	501	371	464	720	571	571	407	405	447	452	max +59 min -18	

Диаграмма среднемесячного расхода воды р. Иле за первое полугодие, с 2007-2015 годы Q м³/с годы



Диаграмма среднемесячного расхода воды р. Иле за второе полугодие, 2007-2015 годы Q м³/с годы



Какие можно ожидать последствия глобального потепления климата. Российскими учеными под руководством проф. Ю.А. Израиля [10] был сделан детальный прогноз возможных изменений климата и их последствий. Они использовали несколько сценариев оценок потенциальных воздействий изменения климата. По первому сценарию произойдет обычное удвоение концентрации CO₂ в атмосфере в период между 2025 и 2050 годами. По второму сценарию произойдет повышение глобальной температуры в пределах от 1,5 до 4-5 0С. По третьему сценарию произойдет неравнозначное глобальное распределение повышения температуры, а именно, небольшое повышение, составляющее половину глобального среднего, в тропических регионах и повышение, вдвое превышающее глобальное среднее в полярных регионах. Прогнозируемые влияния изменения климата были рассмотрены с учетом крупномасштабных природных явлений, таких как Эль-Ниньо, которые в совокупности с изменениями климата могут оказать значительное воздействие на сельское хозяйство, на рост и развитие человеческого общества. Будущее изменение климата, возможно, приведет к движению в направлении полюсов границ климатических зон на несколько

сотен километров, в течение следующих 50 лет. Изменения флоры и фауны будут отставать от климатических сдвигов, и оставаться в своих современных местах обитания, оказавшись тем самым в другом климатическом режиме. Эти режимы могут быть более или менее благоприятными для разных видов. Наибольшему риску подвергаются те биологические сообщества, возможности адаптации которых, ограничены, а также те сообщества, где климатические изменения добавляются к существующим стрессам. Социально-экономические последствия этих воздействий будут существенными, особенно для тех регионов земного шара, где благосостояние общества и его экономика зависят от естественных экосистем суши. По мере повышения глобальных температур будет меняться характер глобальной циркуляции атмосферы в связи с изменением частоты и количества осадков. В результате удвоения концентрации диоксида углерода сила тропических циклонов или ураганов может возрасти на 40 %. В связи с этим человечество может столкнуться с проблемой расширения территорий, подверженных воздействиям тропических циклонов. Ожидается, что наряду с прогнозируемым нарушением атмосферной циркуляции и изменением характера бурь, человечество столкнется с проблемой значительного подъема уровня моря. Ожидается, что на протяжении 100 лет уровень моря повысится на 1 м или более. Если не предпринять согласованных действий по возведению защитных сооружений на побережье, то подъем уровня моря на 1 м может привести к затоплению портовых территорий и нанести ущерб миллионам людей. Ожидаемое резкое повышение глобальных температур скажется на здоровье людей, удобствах и образе жизни людей, производстве пищевых продуктов, экономической деятельности, характере расселения и миграции. Прогнозируемый рост населения вызовет серьезные воздействия на землепользование, расход энергии, пресной воды, продуктов питания и жилищное строительство. В настоящее время имеется достаточно оснований, свидетельствующих о том, что климатические изменения окажут заметное воздействие на сельское хозяйство и животноводство. В результате прогнозируемых изменений потребуются введение новых технологий и методов ведения сельского хозяйства. Последствия для некоторых регионов могут оказаться весьма серьезными, включая возможное сокращение производства продукции в регионах, которые на сегодня являются весьма уязвимыми и которые хуже всего могут приспособиться к климатическим изменениям. Все это может усугубить трудности, связанные с быстрым ростом населения. Пр о в е д е н н ы е исследования, основанные на данных более 50 метеорологических станций Казахстана за период 1936-2005 гг., показали, что повышение температуры наблюдалось практически повсеместно на территории Казахстана и во все сезоны года. Как было выявлено авторами среднегодовая температура воздуха возрастала в среднем на 0,310С каждые 10 лет. Причем наибольшими темпами повышалась температура воздуха в зимний период, а наименьший рост температуры наблюдался в летний период. [11]

Анализ рассчитанных изменений температуры за период с 1936 по 2005 гг. показал: значительное увеличение количества экстремально теплых дней и ночей; - существенное увеличение продолжительности волн тепла на большей части территории Казахстана (местами на ~3 дня каждые 10 лет), при этом наблюдалось (местами на 3-4 дня каждые 10 лет) сокращение продолжительности волн холода;

- на большей части территории на 1-2 дня каждые 10 лет увеличивался вегетационный период .

- режим осадков по территории Казахстана менялся неоднозначно и по сезонам года.

- в большинстве регионов Казахстана количество осадков зимнего периода увеличивалось.

Среди огромного количества задач, связанных с исследованием климатической системы, центральной является проблема предсказания климата. Оценка того, как будет меняться климат в ближайшие десятилетия и даже столетие в различных

регионах Земли, используя средний сценарий увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере (Р-50) и средние по 5-ти моделям изменения температуры воздуха и осадков (среднее по моделям), был получен усредненный сценарий изменения регионального климата относительно базового периода 1961 - 1990 гг. Согласно данному сценарию в среднем по территории Казахстана ожидаемое изменение среднегодовой температуры составит: +1,40С к 2030 г.; +2,70С к 2050 г.; и +4,60С к 2085 г. При этом годовое количество осадков увеличится лишь незначительно: на 2 % к 2030 г., на 4 % к 2050 г. и на 5 % к 2085 г. Инициативы первого президента РК по выходу из экологического и планетарного кризиса в случае их поддержки на саммите ОБСЕ и других крупнейших форумах могут поставить Казахстан в центр международных инициатив по переходу на «зеленую» (экологическую) и инновационную экономику.

Учитывая все приведенные факторы, прогнозы и фактические материалы РГП «Казгидромет», гляциологов можно заключить, пока глобальные климатические изменения приведенные в прогнозах, особо не влияет на сток трансграничной р. Иле. (таблицы). На сток реки трансграничной реки Иле в настоящее время большее влияние оказывает антропогенное воздействие и природные факторы, как количество выпавших осадков на водосборных бассейнах, как на территории КНР, так и на территории Казахской части.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Учитывая, что на леднике Туяксу, который является истоком р. Малая Алматинка, имеется стационар института Географии для гляциологических наблюдений, предлагаем поставить автоматический гидропост и метеостанцию на выходе из ущелья, до зоны отдыха Шымбулак и перед селезащитной плотиной Медео, т.к. в нижнем бьефе плотины начинается водозабор, т.е. увязать гляциологические, климатологические наблюдения с гидрологическими наблюдениями.

STUDYING THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES OF THE TRANSBOUNDARY RIVER ILE.

Annotation: The article analyzes the impact of global climate change on the transboundary runoff from the PRC. Ile, which flows into the lake Balkhash. In connection with the global climate change, questions are being raised about its impact on the water resources of transboundary rivers, and p. Ile, provides forecasts for the flow of rivers in Central Asia, incl. and rivers of Kazakhstan.

One of the main components of the surface runoff of rivers is, along with rain and snow precipitation, glaciers located in the mountains. In this regard, studies on the glaciers of Kazakhstan performed by glaciologists of Kazakhstan are given. Analyzed the materials of RSE "Kazgidromet" on the flow of the river. Ile coming both from the territory of the People's Republic of China and emerging on the territory of Kazakhstan, provides data on the average monthly runoff. Ile for a series of observations.

Keywords: monthly average water discharge, catchment area, tributaries p. Ile, global climate change, glaciers, hydrometeorological observation, glacier degradation, ecosystem.

ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУ РЕСУРСТАРЫНА КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТЕУ

Аңдатпа: Мақалада ҚХР территориясынан келіп Балхаш өзеніне құятын трансшекаралық Іле өзенінің ағымына жаһандық климаттың өзгеруінің әсері талданды. Жаһандық климаттың өзгеруіне байланысты климаттың трансшекаралық өзендердің ағымына әсері қарастырылуда, бұл өзендерге Іле өзені де жатады, Орталық Азияның және Қазақстан өзендерінің ағымы туралы болжамдар келтірілген.

Қазақстанның мұздақтары туралы Қазақстан гляциологтары орындаған зерттеулер келтірілген. Іле өзенінің ҚХР түсетін және Қазақстан территориясында

қалыптасатын ағыны туралы мәліметтер талданған және Іле өзенінің бірқатар жылдардағы ортаайлық ағымы туралы мәліметтер берілген. **Түйінді сөздер:** судың ортаайлық ағымы, су жиналу алабы, Іле өзенінің салалары, жаһандақ климаттың өзгеруі, мұздақтар, гидрометеорологиялық бақылау, мұздақтардың азғындауы, экожүйе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог водных ресурсов Казахстана.
2. Базарбаев А.Т., Баекенова М.К. и др. Мониторинг качества воды трансграничной р.Иле. Национальная академия наук Азербайджана. Отделение аграрных наук. Общество почвоведов Азербайджана. X11 том, часть 11.Баку 2012. С. 672-676.
3. А.Е.Гаглоева. Влияние изменения климата на водные ресурсы Центральной Азии. Водные ресурсы Центральной Азии и их использование. МатериалыМеждународной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». Г.Алматы. Казахстан 23-24 сентября 2016 года. С. 297-302.
4. Аламанов С.К. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии: учебный курс для студентов естественных и гуманитарных специальностей./ С.К.Аламанов, В.М.Лелевкин, О.А.Подрезов, А, О.Подрезов. –М.; Бишкек. 2006.
5. Диагностический доклад для подготовки региональной стратегии рационального и эффективного использования водных ресурсов. Проектная рабочая группа по энергетическим и водным ресурсам. ООН. ЕЭК.Февраль 2002 -83 с.
6. И.В.Северский. Изменение оледенения Балхаиш-Алакольского бассейна за последние 60 лет и его влияние на сток и водные ресурсы. Водные ресурсы Центральной Азии и их использование. Материалы Между-народной научно-практической конференции, посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». Г.Алматы. Казахстан 23-24 сентября 2016 года. С. 403-417.
7. Северский И.К. К проблеме мониторинга изменений оледенения целостных ледниковых систем. Вопросы географии и геоэкологии.-2011-№2.с.12-18.
8. Shshetinnikov S.A. (1998) The morphology and regime of Pamir-Alai glaciers. Central Asia Hydro -Meteorological Institute, Tashkent (In Russian).
9. Batyrov R., Yakovlev A. (2004) Monitoring of glaciers in some of Gissar-Alai using satellite imagery ASTER NERRA. Glaciology in mountain areas: NIGMI worka 3 (248). 22-27 (In Rossian).
10. <http://masters.donntu.edu.ua>
11. Долгих С.А. Изменение климата Казахстана// МООС. Национальная гидрометеорологическая служба РК Астана, 2010.1 С.22-25.