

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. АРАБАЕВА

ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Диссертационный совет Д 25.15.515

На правах рукописи
УДК 556.5.048: 556.18

Галаева Анастасия Владимировна

**РЕСУРСЫ РЕЧНОГО СТОКА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
БАСЕЙНА ОЗЕРА БАЛКАШ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Специальность: 25.00.36 – «Геоэкология»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Бишкек – 2017

Работа выполнена на кафедре география и технологии обучения КГУ им. И. Арабаева и РГП «Казгидромет».

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор,
директор кафедры экологии и туризма
Кыргызского государственного университета
им. И. Арабаева
Чодураев Темирбек Макешович

**Официальные
оппоненты:** доктор географических наук, профессор
Достай Ж.Д.
кандидат географических наук
Аламанов С.К.

Ведущая организация: Кыргызско-Российский Славянский
университет им. Б.Н. Ельцина, кафедра
метеорологии

Защита состоится 28 апреля 2017 г. в 11.00 на заседании
Диссертационного совета Д 25.15.515 при Кыргызском государственном
университете им. И. Арабаева и Ошском государственном университете по
адресу: Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Раззакова 51, Кыргызский
Государственный университет им. И. Арабаева.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке
Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева по адресу:
Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Раззакова 51, Кыргызский
Государственный университет им. И. Арабаева и на сайте
<http://arabaev.kg/ds.kg/>

Автореферат разослан «___» марта 2017 г.

Ученый секретарь
Диссертационного
совета Д 25.15.
к.г.н., доцент

К.О. Молдошев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Начиная с последних десятилетий 20-го века, под влиянием изменения климата начался новый период изменения речного стока, существенно отличающийся от предыдущего периода основной части XX века. Это стало особенно заметным в пределах отдельных водохозяйственных бассейнов Республики Казахстан, в частности в бассейне озера Балкаш. С середины 80-х годов прошлого века сток рек в данном бассейне начал увеличиваться за счет деградации горного оледенения и некоторого увеличения атмосферных осадков. В настоящее время, деградация горного оледенения в речных бассейнах этого региона достигла 45–50 % от его объема, сформировавшегося в XVI-XVII веках. По прогнозам гляциологов деградация горного оледенения может завершиться вначале второй половины нынешнего века. Это, по-видимому, приведет к сокращению речного стока до уровня, наблюдавшегося в XX веке, а затем уменьшится вследствие увеличения потерь осадков на испарение и инфильтрацию. В этих условиях исследование по оценке изменения речного стока в XXI веке представляется актуальным и чрезвычайно необходимым для обеспечения водохозяйственной и экологической политики Республики Казахстан.

Связь темы диссертации с крупными научными программами. Исследования, проводимые по теме диссертации, вошли в качестве составной части выполненных работ по теме «Разработка метода оценки водопотребления в пределах сопредельных государств для отдельных трансграничных рек Республики Казахстан», программы 093 «Интегрированное управление водными ресурсами и повышение эффективности водопользования» по заданию Министерства охраны окружающей среды, Комитета по водным ресурсам Республики Казахстан. Кроме того, результаты исследования применялись для научно-практической работы «Трансграничные реки Казахстана. Исследования влияния изменений климата на водные ресурсы». Результаты исследований используются для обоснования межгосударственных соглашений по совместному использованию водных ресурсов трансграничных водных объектов.

Цель и задачи исследования. Основная цель работы – оценка изменения поверхностного стока бассейна озера Балкаш в результате воздействия антропогенной и климатической составляющей. На этой основе рассчитать возможное изменение речного стока на ближайшую и более отдаленную перспективу. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Оценить изменение температуры воздуха и атмосферных осадков в конце 20-го – начале 21-го века;
2. Разработать методы и восстановить ряды наблюдений годового стока ос-

- новных притоков р. Иле;
3. Оценить многолетние характеристики изменения стока реки Иле и рек, впадающих в восточную часть озера Балкаш, за последние 100 лет;
 4. Разработать методику и выявить изменение стока реки Иле за счет водопотребления в пределах территории Китайской Народной Республики (КНР);
 5. Определить изменение во внутригодовом распределении стока реки Иле;
 6. Калибровка и адаптация гидрологической воднобалансовой модели HBV (разработанная Стином Бергстром) к условиям бассейна озера Балкаш;
 7. Провести моделирование стока реки Иле на перспективу на основе различных сценариев изменения климата с использованием гидрологической модели HBV;

Научная новизна работы.

- 1) Впервые разработана методика определения изменения стока реки Иле за счет водопотребления в КНР.
- 2) Впервые была применена и адаптирована гидрологическая модель HBV для прогнозирования изменения стока в бассейне озера Балкаш.
- 3) Используя различные климатические сценарии, проведено моделирование и дана количественная оценка изменения и перераспределения стока реки Иле на перспективу.

Практическая и экономическая значимость полученных результатов.

Полученные результаты могут быть использованы для оценки речного стока бассейна озера Балкаш, для разработки природоохранных мероприятий, а также для подготовки межправительственных соглашений в сфере использования и охраны трансграничных рек. В частности, научные выводы диссертационной работы используются для выбора стратегии по совместному использованию водных ресурсов трансграничной реки Иле.

Разработанные рекомендации по рациональному использованию природных ресурсов региона позволят адаптировать хозяйственную деятельность к изменяющемуся климату и водным ресурсам региона и провести природно-охранные мероприятия.

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1) В диссертационном исследовании выявлено, что сток рек бассейна озера Балкаш существенно изменился, начиная с 80-х годов прошлого столетия.
- 2) Проведённый в рамках диссертационной работы анализ, позволил выявить, что водопотребление из верхней части бассейна реки Иле составляет порядка $1,59 \text{ км}^3$ в год.

3) В рамках диссертационного исследования установлено, что внутри-годовое распределение стока реки Иле изменилось под влиянием климатического и антропогенного воздействия; увеличился сток весеннего половодья и осенней межени, а сток за вегетационный период – уменьшился.

4) Выявлена взаимосвязь изменения стока реки Иле на перспективу под влиянием изменения климата и деградации горного оледенения.

5) Предлагаются мероприятия для рационального использования и сохранения экологической стабильности в бассейне озера Балкаш.

Личный вклад соискателя. В диссертации использованы материалы собственных исследований автора, выполненные в 2007–2015 гг. в РГП «Казгидромет». Личный вклад автора заключается в:

1) в сборе и анализе исходной информации;
2) в создании метода и восстановлении рядов наблюдений;
3) в создании метода определения водопотребления из реки Иле на территории КНР.

4) адаптации и калибровке гидрологической модели HBV к условиям бассейна озера Балкаш;

5) в выполнении всех гидрологических расчетов.

Апробация результатов работы. Результаты исследований обсуждались на следующих международных конференциях и форумах:

1) «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала Трансграничных рек Центральной Азии», г. Тараз (Казахстан), 2009 г.

2) Международный научный симпозиум «Вода в Центральной Азии», г. Ташкент (Узбекистан), 2010 г.

3) Международная конференция «Навстречу 6-му всемирному водному форуму. Совместные действия в направлении водной безопасности», г. Ташкент (Узбекистан), 2011 г.

4) «9-я Международная конференция об осуществлении Европейской Рамочной Водной Директивы», г. Порто (Португалия), 2011 г.

5) Международный семинар «Региональная водная безопасность и таяние ледников в Южной и Центральной Азии», г. Алматы (Казахстан), 2011 г.

6) «Международный симпозиум по изменению криосферы, водных ресурсов и устойчивого развития в Центральной Азии», г. Урумчи (КНР), 2011 г.

7) Центрально-Азиатская конференция International Water Association «Опыт и молодость в решении водных проблем», г. Алматы (Казахстан), 2011 г.

8) Международная научно-практическая конференция на тему «Горы и климат», г. Бишкек (Киргизия), 2012 г.

9) Европейская конференция ИВА «Опыт и молодость в решении вод-

ных проблем», г. Будапешт (Венгрия), 2012 г.

10) Международный семинар «Влияние изменения климата на водные ресурсы Центральной Азии», г. Потсдам (Германия), 2013 г.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. Основные результаты проведенных исследований опубликованы в 20 статьях, из них 1 статья в издании, входящем в систему индексирования Scopus, 14 статей, в журналах, которые входят в систему индексирования РИНЦ (зарубежные и КР) и 5 статей в изданиях, относящихся к дополнительным.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Работа состоит из 138 страниц, в ней приводится 34 таблицы, 60 рисунков, 2 приложения и список литературы из 84 источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрывается актуальность темы, поставлена цель и определены задачи исследования; сформулированы основные положения, выносимые на защиту; представлены научная новизна работы, практическая и экономическая значимость полученных результатов.

В первой главе приведены сведения об исследуемой территории. Рассмотрены особенности физико-географических условий территории бассейна озера Балкаш. Дана гидрологическая характеристика региона, особенностей водного режима рек исследуемого региона, описано современное оледенение зоны формирования стока. Кроме того, в данной главе приводятся сведения о современном экологическом состоянии района исследования.

Бассейн озера Балкаш (Балхаш) – уникальный природный комплекс, расположенный на территории двух государств: Республики Казахстан (РК) и Китайской Народной Республики (КНР). Он расположен в Юго-Восточной части Республики Казахстан и в северо-западной части Синьцзянь Уйгурского Автономного района КНР (рис.1).

Особенности физико-географических условий бассейна озера Балкаш подробно изложены в монографии «Ресурсы поверхностных вод СССР, том 13 Центральный и Южный Казахстан. – Вып. 2. Бассейн озера Балкаш».

По характеру рельефа на рассматриваемой территории выделяются следующие физико-географические области: мелкосопочник и низкогорья Казахской складчатой страны, равнины Балкаш-Алакольской впадины, системы Казахстано-Джунгарской горной области, Шу-Илийские горы и восточная часть Северного Тянь-Шаня.

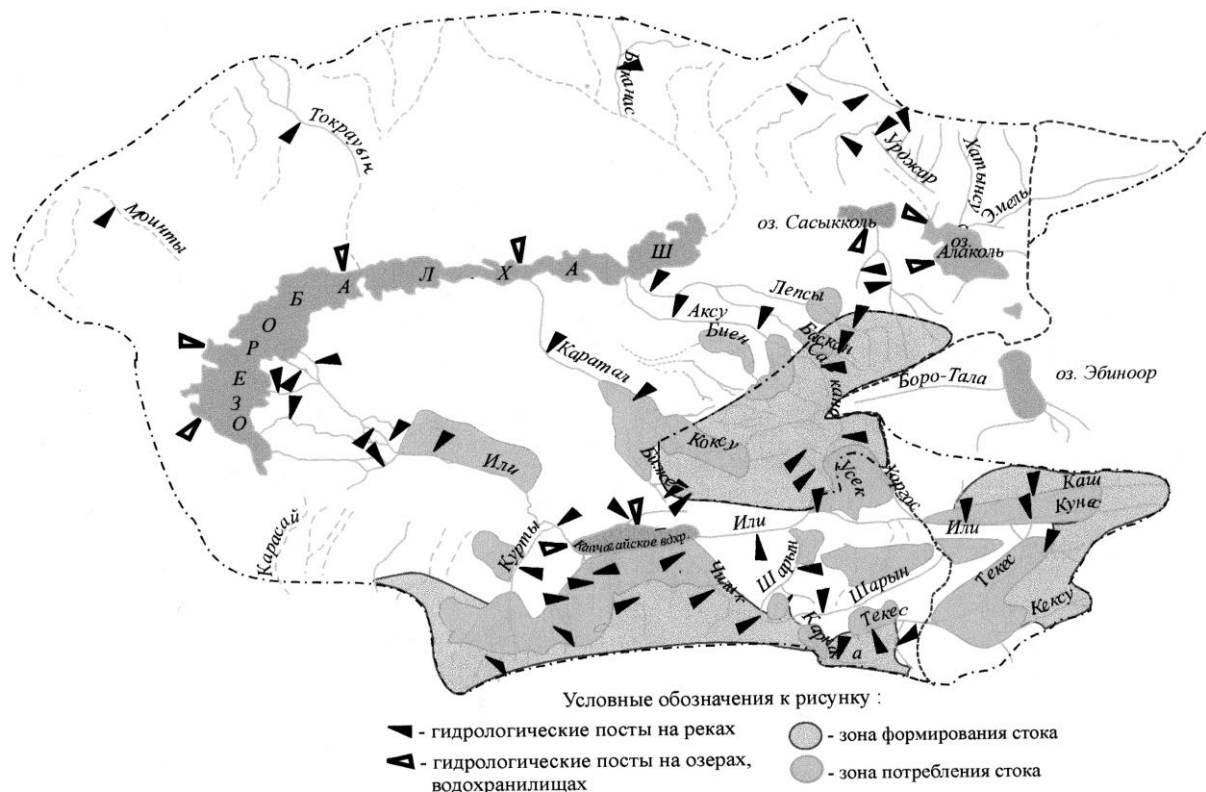


Рис.1. Схема гидрографической сети бассейна оз. Балкаш, зоны формирования и хозяйственного потребления стока.

Река Иле является основной водной артерией бассейна оз. Балкаш. Она начинается истоком реки Текес на территории Казахстана, затем течет по территории КНР, где сливается с реками Кунес и Каш, затем снова входит в пределы Республики Казахстан и на 1001-м км впадает в оз. Балкаш.

С юга в оз. Балкаш, кроме р. Иле впадают реки, стекающие с хребта Жетысуский (Джунгарский) Алатау (Каратал, Аксу, Лепси). Самым большим на территории хребта Жетысуский Алатау является бассейн реки Каратал. Река Каратал начинается на северо-западных склонах Центрального хребта Джунгарского Алатау и образуется от слияния рек Кора, Шыжын (Чижа) и Текели. Истоки р. Кора расположены на высоте 3800–3900 м, поэтому ледники играют большую роль в формировании ее стока. Река Баканас берет начало с юго-западного склона хребта Чингиз-Тау. Длина ее 240 км, площадь водосбора 25100 км². Не доходя до оз. Балкаш река теряется в песках.

Самый большой водоем рассматриваемой территории – озеро Балкаш – относится к числу крупнейших бессточных озер земного шара. Средняя площадь озера Балкаш составляет около 16,4 тыс. км², что делает его самым крупным из озёр, целиком расположенных на территории Казахстана.

Исследуемая территория – бассейн оз. Балкаш, расположена в центральной части Евразии. Удаленность территории от океанов обусловила форми-

рование континентального климата (резкие перепады температуры воздуха зимы и лета, дня и ночи, засушливость).

Зимой территория исследуемого бассейна оказывается под воздействием западного отрога Сибирского антициклона. Летом на территории формируется термическая депрессия. Большую изменчивость погоды обуславливают выходы южных циклонов, а также северные и северо-западные вторжения, особенно в переходные сезоны.

Годовой ход температуры воздуха, когда самым жарким месяцем является июль, а самым холодным – январь, характерен для всей исследуемой территории. Средняя месячная температура воздуха может значительно меняться от года к году. Средняя годовая температура воздуха в приземном слое практически везде выше 0 °С за исключением горных районов. Межгодовая изменчивость средней годовой температуры не высокая. Атмосферные осадки на территории исследуемого бассейна распределяются достаточно неравномерно. Наименьшее количество осадков выпадает на побережье озера Балкаш, а наибольшее – в высокогорных районах северо-западного склона Жетысуского Алатау.

Условия формирования стока рек рассматриваемого региона различны, но, несмотря на это, основной фазой режима всех рек является половодье, в период которого проходит большая часть годового стока, а также наблюдаются максимальные расходы и уровни воды. Даты, в которые наблюдаются наибольшие расходы воды весьма неустойчивы и зависят преимущественно от питания реки. На реках с ледниковым питанием они обычно отмечаются в июне – июле, а на реках снего-дождевого питания чаще всего в апреле. На реках с преимущественно ледниковым питанием, проходит летнее половодье с интенсивным подъемом уровня обычно в конце апреля – начале мая. Заканчивается этот тип половодья обычно в августе – сентябре.

В Иле-Балкашском регионе сложилась критическая экологическая ситуация с прогрессирующей уязвимостью экосистемы и нестабильностью уровня озера. Увеличивается загрязненность и минерализация воды в озере, деградируют водно-болотные угодья, которые являются домом для многих видов редких птиц. В исследуемом регионе довольно часто происходят песчаные бури, которые имеют особую активность в весенние и осенние сезоны года. Береговая линия загрязнена отходами пластиковых бутылок и упаковок, и превышает пределы допустимого для разумного отношения человека к природе.

Таблица 1 – Состояние качества поверхностных вод реки Иле и оз. Балкаш по последним экспедиционным данным

Наименование водного объекта (бассейн, река, гидрохимический створ)	Комплексный индекс загрязненности воды (КИЗВ) и класс качества воды		Содержание загрязняющих веществ за 1 полугодие 2016 г.		
	1 полугодие 2015года	1 полугодие 2016года	показатели качества воды	средняя концентрация, мг/дм ³	кратность превышения
оз. Балхаш	11,5 (нормативно чистая)	10,4 (нормативно чистая)	Растворенный кислород	10,4	
	0,53 (нормативно чистая)	1,1 (нормативно чистая)	БПК ₅	1,1	
	6,3 (высокого уровня загрязнения)	5,5 (высокого уровня загрязнения)	тяжелые металлы		
			Медь	0,0115	11,5
			Цинк	0,017	1,7
			Марганец	0,011	1,1
			главные ионы		
			Хлориды	1146,0	3,8
			Сульфаты	938,3	9,4
			Магний	294,3	7,4
			Натрий	636,3	5,3
биогенные вещества					
Аммоний солевой	4,75	9,5			
Железо общее	0,12	1,2			
р. Иле		9,9 (нормативно чистая)	Растворенный кислород	9,9	
		1,1 (нормативно чистая)	БПК ₅	1,1	
	1,3 (умеренного уровня загрязнения)		главные ионы		
			Сульфаты	124,75	1,25
			тяжелые металлы		
			Медь	0,0016	1,6
Цинк	0,011	1,1			
Марганец	0,018	1,8			

Как показывают данные таблицы 1, вода в озере Балхаш по содержанию в ней тяжелых металлов относится к классу – выюкий уровень

загрязненности. Вода в реке Иле более чистая и относится к классу – умеренного уровня загрязнения.

Исходя из всего вышеперечисленного, проблема стабилизации экологической ситуации в бассейне уникального озера Балкаш является крайне актуальной.

Во второй главе подробно описаны методики расчетов, оценки и прогнозирования стока, используемые при выполнении данного научного исследования.

Речной сток бассейна озера Балкаш оценивался по изменению параметра нормы стока. При выборе расчетного периода для определения нормы стока, коэффициента вариации и коэффициента асимметрии использовались разностные интегральные кривые в пунктах с наиболее продолжительными наблюдениями. Разностная интегральная кривая представляет собой нарастающую сумму отклонений модульных коэффициентов от среднемноголетнего значения ряда на конец каждого M_i года.

Сток рек, имеющих котормкие ряды наблюдений или пропуски в них, восстанавливался по методикам, приведенным в книге Владимирова А.М. Для каждой расчетной реки тщательно подбирались реки-аналоги, удовлетворяющие всем требованиям, которые учитывают следующее: географические условия, т.е. расчетная река и выбираемая нами река-аналог должны находиться в максимальной географической близости;

– климатические условия, влияющие на формирование стока рассматриваемых рек, должны быть практически одинаковыми;

– рельеф водосборов, почво-грунты и гидрогеологические условия в бассейнах рассматриваемых рек не должны сильно отличаться;

– на потенциальной реке-аналоге должны отсутствовать факторы, значительно искажающие ее естественный сток (водохранилища, сбросы или заборы воды);

– продолжительность совместных лет наблюдений за годовым стоком на исследуемой реке и реке-аналоге должна быть не менее 10 лет. Далее строились зависимости стока исследуемых рек от рек-аналогов, и если коэффициент корреляции (r) был равен более 0,7, то определялось уравнение связи, и по нему восстанавливался сток.

Также во второй главе дано описание методики оценки водопотребления в бассейне реки Иле на территории Китайской Народной Республики.

Оценка водопотребления на территории КНР в бассейне реки Иле производилась как разность восстановленного естественного стока и бытового (наблюденного) стока рассматриваемой реки на границе КНР и РК.

Для восстановления естественного стока реки Иле в верхней части ее бассейна применялся широко используемый в гидрологии метод гидрологи-

ческой аналогии. Для оценки дефицита воды определялось возможное сокращение годового стока р. Иле в пределах КНР, используя косвенные методы. Один из таких методов основан на предположении синхронности формирования стока в верхней части бассейна реки в пределах КНР и его средней части в пределах территории Республики Казахстан. Это предположение основано на том, что влажные воздушные массы поступают на территорию бассейна в основном с северо-западного направления. В качестве характеристики годового стока, формирующегося в средней части бассейна реки Иле на территории Казахстана, был использован суммарный годовой сток её притоков и рек, расположенных в одном бассейне и имеющих неискаженный сток: рек Шарын – с. Сарытогой, р. Шилик – с. Малыбай, р. Каратал – с. Каратал, р. Коксу – с. Коксу и р. Тентек – с. Тункурус за 1932 – 2013 гг. В качестве характеристики стока р. Иле на границе Казахстана и КНР были использованы ряды наблюдений в гидрометрическом створе р. Иле – с. Ямату (площадь водосбора 48182 км²). Для подтверждения синхронности формирования стока в верхней части бассейна р. Иле, т.е. на территории КНР и стока 5 рек, формирующих сток бассейна озера Балкаш на территории Казахстана сделано сопоставление стока р. Иле в гидрометрическом створе с. Ямату со стоком 5 рек за период до 1986 г. Была построена зависимость стока р. Иле – с. Ямату за период до 1986 г. и суммарного годового стока указанных выше пяти рек за это же период. Оказалось, что эта зависимость имеет высокий коэффициент корреляции ($r = 0,91$). Следовательно, до 1986 г. формирование стока р. Иле в створе с. Ямату аналогично формированию стока 5 рек бассейна озера Балкаш на территории Казахстана. Эту зависимость рекомендуется использовать для восстановления стока р. Иле – с. Ямату за период позже 1986 г., когда увеличилось водопотребление стока на территории КНР. Восстановленный сток был принят за условно-естественный, который не отражает водопотребление стока на территории КНР.

Кроме всего, во второй главе приведено описание гидрологической модели HBV, с помощью которой проводилось гидрологическое моделирование стока на перспективу, с учетом сценариев изменения климата. Проведена калибровка модели к условиям бассейна реки Иле. Были собраны и обработаны необходимые входные данные: средневзвешенные осадки, а также распределение осадков по высотным зонам; средневзвешенные значения температуры воздуха, и ее распределение по высотным зонам; потенциальное испарение. Также для подготовки входных данных были построены карты цифровой модели рельефа исследуемой территории и распределение склонов по заданным экспозициям, используя программу ArcMap 10.1 (рис.2, 3).

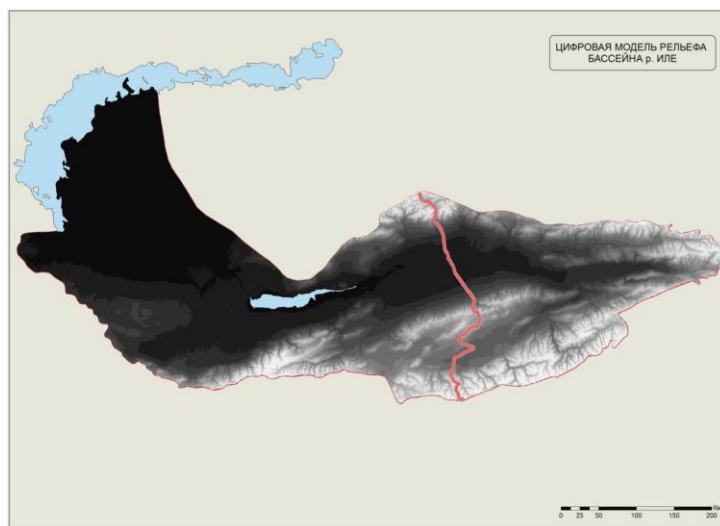


Рис. 2. Цифровая модель рельефа бассейна реки Иле

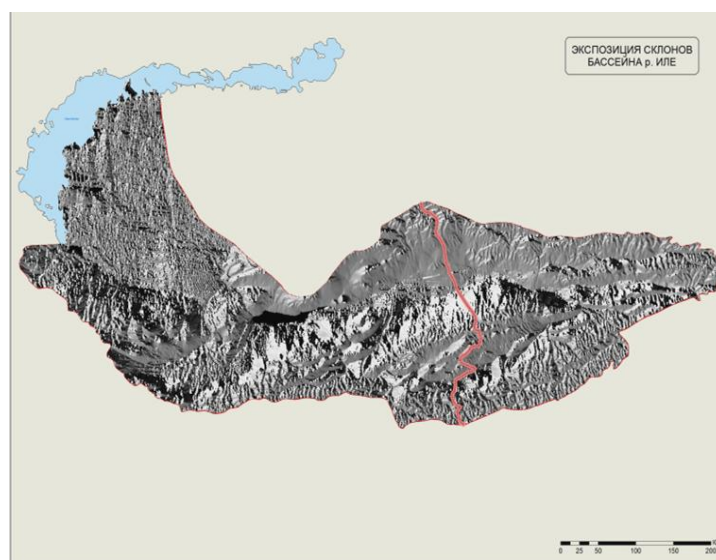
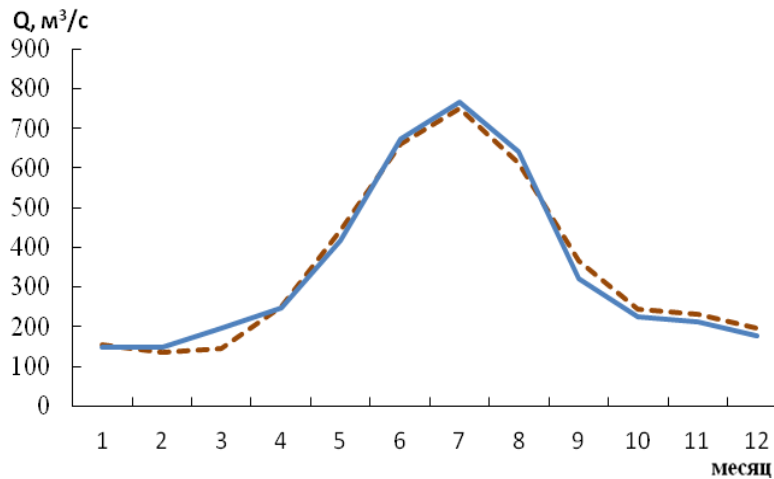


Рис. 3. Распределение склонов по экспозициям

Для калибровки модели и последующей ее проверки использовались среднемесячные значения речного стока реки Иле, измеренные в створе с. Ямату, среднемесячная температура воздуха и месячные значения осадков, измеренные на метеостанции Инин. Калибровочный период составил тридцать лет с 1961 г. по 1990 г. На рис. 4 приведены результаты моделирования стока реки Иле за 1961–1990 гг.



— наблюдаемый сток за базовый период, м³/с
 - - - - моделированный сток, м³/с

Рис. 4. Сопоставление моделированного и наблюдаемого гидрографа стока р. Иле – с. Ямату за период наблюдений 1961–1990 гг.

Результаты калибровки и адаптации модели HBV показали, что модель дает хорошие результаты при моделировании стока реки Иле за базовый период (разница моделированного и наблюдаемого стока составляет не более 5 %), а, следовательно, может быть использована для моделирования стока на перспективу.

Третья глава является наиболее объемной, где подробно рассмотрены многие вопросы исследовательской работы. В начале третьей главы приводится подробный анализ изменения стока реки Иле и ее основных притоков. Кроме этого, большое внимание уделено вопросу восстановления пропусков в рядах наблюдений за годовым стоком основных рек бассейна озера Балкаш. Все методы, используемые при восстановлении стока, описаны в главе 2. Восстановленные данные для удобства приведены в табличном виде.

Далее была произведена оценка водопотребления в бассейне реки Иле на территории Китайской Народной Республики. Методика, с помощью которой оценивалось водопотребление, подробно описана во второй главе. А в этой части приведены непосредственные расчеты, графики и посчитанные значения. Согласно разработанной методике, сначала восстанавливался естественный сток реки Иле в створе Ямату; затем водопотребление рассчитывалось по разности восстановленного-естественного стока и наблюдаемого (бытового) стока этой реки. Кроме этого приведена их последовательная сумма за период с 1987 по 2013 гг., которая представляет собой суммарный дефицит стока р. Иле. За рассматриваемый период среднее водопотребление составляет 1,59 км³/год. Наибольшее среднегодовое сокращение стока, равное 1,83 км³/год, отмечалось в период с 1987 г. по 1997 г. Суммарное сокра-

шение стока за 1987–2013 гг. составляет порядка $42,9 \text{ км}^3$. Полученные результаты были использованы при оценке поступления воды в водохранилище Капшагайской ГЭС и оз. Балкаш.

Кроме количественного изменения стока реки Иле, также была произведена оценка изменения внутригодового распределения стока, поступающего в Республику Казахстан из КНР. Оценка внутригодового распределения стока р. Иле в пункте с. Ямату производилась согласно своду правил по проектированию и строительству «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», по методу среднего распределения стока за годы характерной градации водности. Согласно этой методике, внутригодовое распределение стока рек определяется в зависимости от водности отдельных лет. Для оценки изменения внутригодового распределения стока р. Иле нами были использованы данные наблюдений за 2003–2013 гг. Проведенные исследования показывают, что использование стока р. Иле в верхней части ее бассейна на территории КНР, в основном, осуществляется во втором и третьем кварталах.

Больше всего негативное воздействие сказывается в средние по водности годы, когда сокращение стока в третьем квартале составляет порядка $95 \text{ м}^3/\text{с}$ (23 %) (рис.5).

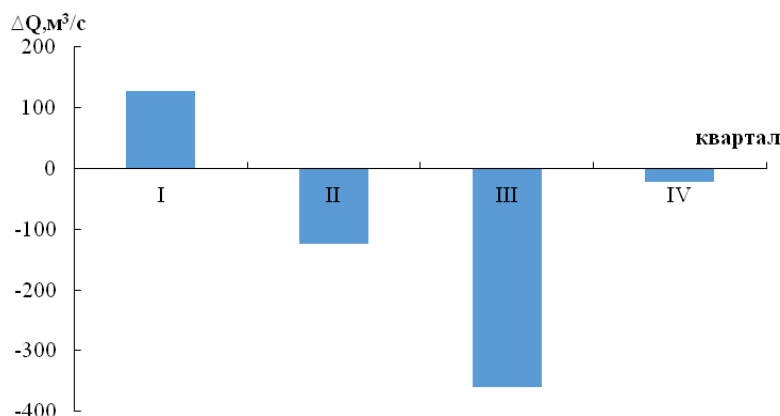


Рис. 5. Сокращение стока р. Иле в пределах КНР в средние по водности годы, $\text{м}^3/\text{с}$.

Следующим шагом был проведен расчет ресурсов речного стока рек Северного склона Жетысуского Алатау, впадающих в восточную часть озера Балкаш. Были восстановлены пропуски в наблюдениях за стоком рек и их основных притоков; определены основные статистические характеристики. Результаты исследования показали, что период с 1987 по 2013 год отражает современное увеличение стока под влиянием повышенного увлажнения, и поступления воды за счет деградации горного оледенения. Полученные результаты могут быть использованы для оценки водного баланса озера Балкаш. Разностные интегральные кривые показывают, что, начиная со второй половины 80-х годов 20-го века, происходит повышение стока рек по выходе

из гор. Средний годовой сток р. Каратал за 1987–2013 гг. по сравнению с предыдущим периодом (1932–1986 гг.) увеличился с 25,0 до 34,9 м³/с, т. е. на 9,90 м³/с или на 28 %. Одновременно с этим происходило повышение потерь стока на участке от выхода из гор до впадения в озеро Балкаш. В результате этого, сток при впадении в озеро Балкаш за 1987–2013 гг. возрос на 8 % с 71,5 до 77,4 м³/с, т. е. на 5,9 м³/с.

Средний годовой сток р. Лепси за 1987–2013 гг., по сравнению с 1932–1986 гг., возрос на 0,3 м³/с или на 1,5 %. Сток при впадении в озеро Балкаш увеличился на 1,5 м³/с или на 6 %.

Средний годовой сток р. Аксу за указанный период (1987–2013 гг.) повысился на 0,7 м³/с или на 6 %.

По выходе из гор суммарный сток рек Каратал, Аксу, Лепси, Коксу увеличился за период 1987–2013 гг. с 88,4 до 111 м³/с, т. е. на 22,6 м³/с (26 %). При впадении в озеро Балкаш суммарный сток исследуемых рек изменился со 104 до 114 м³/с, т. е. повысился на 10 м³/с (9,9 %).

Сток возрастает не только за счет увеличения деградации горного оледенения, но и поступления воды от талых вод подземных льдов и некотором повышении количества атмосферных осадков.

После того, как было определено водопотребление из реки Иле, появилась возможность оценить его влияние на водохозяйственную и экологическую системы озера Балкаш. Сокращение стока реки Иле, в верхней части ее бассейна на территории КНР, оказало существенное влияние на заполнение Капшагайского водохранилища и уровенный режим озера Балкаш. Оценка возможного изменения уровенного режима Капшагайского водохранилища производилась путем его моделирования при отсутствии сокращения стока в верхней части бассейна реки Иле за период с 1970 по 2013 гг. При моделировании использовалась оценка сокращения стока реки Иле в верхней части ее бассейна, которая производилась по данным наблюдений на посту р. Иле – с. Ямату (СУАР КНР, вблизи с границей Казахстана). При этом допускалось заполнение Капшагайского водохранилища до принятых в современных условиях предельных значений его уровня (1150 см над 0 гр.) и объема, равного 18,45 млрд. м³. А излишки воды, добавлялись к бытовому сбросу воды из водохранилища Капшагайской ГЭС.

Для моделирования уровня озера Балкаш было использовано следующее уравнение водного баланса:

$$W_n = (W_{n-1}) + W_{np} - E ,$$

где W_n – объем воды в озере на конец года, млрд. м³; (W_{n-1}) – объем воды в озере на начало года, млрд. м³; W_{np} – объем притока речных вод в озеро,

млрд. м³; E – объем затрат воды на испарение минус осадки, млрд. м³. Моделирование уровня показало, что при отсутствии сокращения стока в верхней части бассейна реки Иле, уровень Капшагайского водохранилища, начиная с 1987 г. можно было бы поддерживать на отметке близкой к 1150 см над 0 графика (рис. 6). Для этого было необходимо использовать 4,7 км³ из суммарного сокращения стока за период 1987–2013 гг., равного 42,9 км³.



Рис. 6. Изменение уровня Капшагайского водохранилища за 1970–2013 гг. (см над 0 графика)

Приток воды в озеро Балкаш оценивался по суммарному стоку впадающих в него рек. Сток реки Иле, впадающей в его западную часть, определялся как разность сброса воды из Капшагайского водохранилища и потерь в ее дельте. Потери в дельте реки Иле определялись по формуле И.И. Скоцеляса:

$$P = \alpha \cdot (1,92 - 1,20 \cdot C_v) \cdot (0,15 \cdot V - 1,03) / [1 + \exp \cdot (3,75 \cdot H_H - 9,95)] \cdot k,$$

где P – потери стока в дельте реки Иле, млрд. м³; V – объем стока реки Иле в урочище Капшагай, млрд. м³; C_v – коэффициент вариации среднемесячных расходов воды р. Иле в уроч. Капшагай; α – коэффициент, определяемый в зависимости от состояния обводнения дельты реки Иле; H_H – уровень воды в озере Балкаш на начало года, м; k – коэффициент, учитывающий степень уменьшения водоотдачи по мере истощения запасов воды в дельте реки Иле. Проведя все расчеты, получили следующие результаты: при отсутствии сокращения стока в верхней части бассейна реки Иле, уровень озера Балкаш к 2013 году увеличился бы на 0,87 м до отметки 343,48 м БС (рис. 7). В то же время в 2016 году он составил 342,27 м БС.

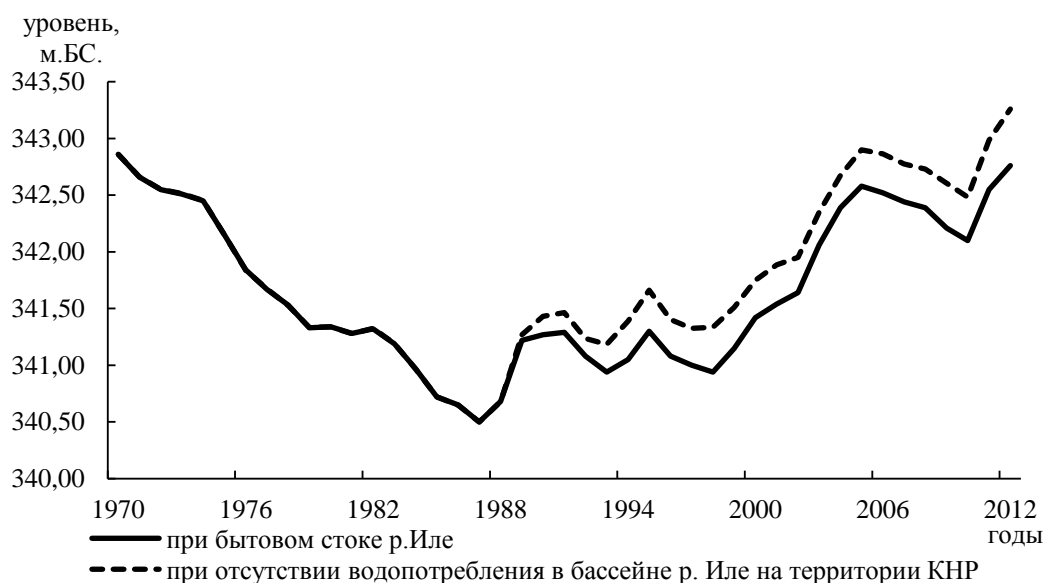


Рис. 7. Изменение уровня озера Балкаш за 1970–2013 гг. (м БС).

В работе подробно описаны экологические последствия изменения водопотребления из реки Иле. Для существования озера Балкаш необходимы обязательный экологический приток не менее 11 км^3 в год. Уровень озера Балкаш характеризуется значительными циклическими колебаниями и зависит: – от стока впадающих в него рек; – от режима работы Капшагайской ГЭС; – безвозвратного водопотребления в верхней части бассейна р. Иле на территории КНР, а также в средней части бассейна на территории Республики Казахстан. Известно, что критическим уровнем для озера Балкаш является 341 м БС. В случае, если уровень воды в озере понизится ниже критической отметки, могут произойти следующие негативные последствия:

1. Засоление западной пресной части озера Балкаш может привести к гибели многих видов рыб, обитающих в пресной воде;
2. Увеличение повторяемости пыльных бурь в регионе, перенос песка, на плодородные, распаханые земли приведет к деградации земель;
3. Ухудшение условий проживания людей в районе экологического бедствия повлечет за собой миграцию населения в более благоприятные районы;
4. Внутригодовое перераспределение стока реки Иле может негативно сказаться на сельском хозяйстве;
5. Загрязнение воды пестицидами и другими ядовитыми веществами;
6. Снижение уровня воды в Капшагайском водохранилище может стать причиной экономических потерь.

Следующим этапом работы было моделирование стока реки Иле на перспективу на основе различных сценариев изменения климата. Для этой цели была выбрана гидрологическая модель HBV, адаптирована и откалибрована. Сток моделировался по двум климатическим сценариям (A1B и B1),

за периоды 2030 г. (2016–2045 гг.), 2050 г. (2036–2065 гг.) и 2085 г. (2071–2100 гг.). Эти сценарии были выбраны исходя из того, что они отражают предельные изменения температуры воздуха и осадков.

Результаты моделирования стока реки Иле в створе с. Ямату под влиянием изменения климата до конца 21-го века, показывают, что при изменении климата, описанном сценариями А1В и В1 (табл. 2), сток реки Иле будет постепенно увеличиваться. Но увеличение стока будет наблюдаться в основном в весенние и осенне-зимние периоды, а в летние месяцы, наоборот, последует его уменьшение.

Таблица 2 – Изменения осредненных по территории бассейна р. Иле-оз. Балкаш среднегодовой температуры приземного воздуха (°С), годового количества атмосферных осадков (%) и смоделированного стока (%)

Характеристика	Период					
	2016–2045		2036–2065		2071–2099	
	В1	А1В	В1	А1В	В1	А1В
температура воздуха	1,6	1,8	2,0	2,8	2,6	4,1
осадки	5,0	8,3	7,9	9,3	9,0	12,4
сток (по НВУ)	4,0	6,4	8,0	12,4	11,3	17,5

Четвертая глава является заключительной главой работы. В ней представлены рекомендации по рациональному использованию и стабилизации экологической ситуации в бассейне озера Балкаш.

В результате бесконтрольного использования воды в верховьях реки Иле, в бассейне озера Балкаш уже в самое ближайшее время может сложиться очень неблагоприятная экологическая ситуация, и озеро может повторить судьбу Аральского моря.

В связи с этим, автор работы предлагает рекомендации по стабилизации экологической ситуации в бассейне озера Балкаш.

1) Приток воды в озеро по реке Иле не должен быть меньше экологически допустимого, т.е. 11 км³ в год. Тем самым уровень воды в озере не уменьшится до предельно допустимого 341 м БС.

2) Необходимо предпринять реальные шаги по заключению договора с КНР о совместном использовании ресурсов поверхностных вод бассейна реки Иле в соответствии с международным водным правом и принятыми конвенциями. А именно, определить и обозначить в этом договоре совместный уровень водопотребления в этом бассейне.

3) Провести модернизацию оросительной сети в бассейне и переориентацию сельскохозяйственной политики.

4) В случае развития неблагоприятного сценария и уменьшения уровня

исследуемого озера: необходимо рассмотреть возможность строительства плотины с регулируемым водосбросом в проливе Узын-Арал, которая будет отделять западную часть Балкаша от восточной; увеличить попуски из Капшагайского водохранилища; Перебросить часть стока из бассейна реки Ер-тис (Иртыш) в озеро Балкаш.

5) Усилить просветительскую работу среди населения о возможных негативных последствиях. Для примера автором были разработаны две брошюры, позволяющие просто и интересно донести до местного населения основные принципы бережного отношения к воде.

Для решения проблем бассейна озера Балкаш необходимы скоординированные действия двух государств: Республики Казахстан и Китайской Народной Республики. Только объединив усилия можно предотвратить большую экологическую катастрофу.

ВЫВОДЫ

Основные результаты заключаются в нижеследующем:

1. Для того, чтобы более целостно понимать все особенности исследуемого региона была описана краткая характеристика его природных условий, подробно приведены гидрографические характеристики и особенности водного режима рек исследуемого региона, их гидрологическая изученность, климатические условия, приведены данные по современному оледенению верховьев рек, а также экологическая обстановка в данном бассейне.

2. В работе описаны существующие методы оценки речного стока, а также выбран конкретный метод для исследуемого бассейна, основанный на изменении параметра среднегодового стока (нормы стока). По выбранным методикам, восстановлен сток рек, с пропусками данных наблюдений, а также естественный (не искаженный хозяйственной деятельностью) сток, были определены основные гидрологические характеристики рек, впадающих в восточную часть озера Балкаш.

3. Проведенные исследования позволили выявить, что период 1929–1986 гг. отражает климатические условия 20-го века, а второй период 1987–2013 гг. – конец 20-го века и начало 21-го века, характеризующихся значительными изменениями климата, в первую очередь, температуры воздуха и атмосферных осадков.

4. В работе разработана специальная методика для оценки дефицита стока, с помощью которой определялось возможное сокращение годового стока р. Иле в пределах КНР, как разность восстановленного естественного и бытового (наблюденного) стока этой реки. Результаты расчета сокращения стока, поступающего с территории КНР, позволили оценить его влияние на

уровень Капшагайского водохранилища и озера Балкаш.

5. В работе рассматривался вопрос изменения внутригодового распределения стока реки Иле. При решении вопросов использования речного стока большое значение имеет его внутригодовое распределение в зависимости от водности отдельных лет. Оценка внутригодового распределения стока р. Иле в пункте с. Ямату производилась согласно своду правил по проектированию и строительству «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», по методу среднего распределения стока за годы характерной градации водности.

6. Важным этапом работы было моделирование стока реки Иле на границе с КНР с учетом изменения климата до конца текущего столетия с помощью гидрологической модели HBV, разработанной в Шведском гидрологическом и метеорологическом институте. Для этого использовались различные сценарии изменения регионального климата на ближайшую и более отдаленную перспективу в бассейне реки Иле.

7. В завершении работы даны рекомендации по рациональному использованию и стабилизации экологической ситуации в бассейне озера Балкаш, которые помогут в будущем сохранить экосистему озера Балкаш.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **А.В. Линеицева.** Изменение годового стока реки Каратал во второй половине 20-го начале 21-го века. // Гидрометеорология и экология, №1, 2009. С. 23–27.
2. **А.В. Линеицева.** Современное поступление речного стока в Восточный Балхаш. // Гидрометеорология и экология, №1, 2010. С. 109–116.
3. В.В. Голубцов, С. А. Ерисковский, **А.В. Линеицева.** Изменение стока реки Улкен Алматы при деградации горного оледенения в ее бассейне. // Гидрометеорология и экология, №2, 2010. С. 42–47.
4. В.В. Голубцов, **А.В. Линеицева.** Поступление воды в реку Каратал за счет деградации горного оледенения. // Гидрометеорология и экология, №4, 2010. С. 101–108.
5. **А.В. Линеицева.** Современное поступление речного стока в озеро Балхаш. Материалы международной научно-практической конференции «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии», г. Тараз, 10–12 ноября 2009 г. Алматы, 2010. С. 114–118.
6. В.В. Голубцов, **А.В. Линеицева.** Поступление воды в реки северного склона Жетысуского Алатау в связи с деградацией горного оледенения. Сборник статей международного научного симпозиума «Вода в Центральной Азии». Ташкент, Узбекистан. 2010. С. 13–14.

7. **А.В. Линейцева.** Изменение водных ресурсов рек Каратал, Лепси и Аксу в результате деградации горного оледенения. // Гидрометеорология и экология, №1, 2011. С. 95–100.
8. В.И. Ли, А.О. Домран, **А.В. Линейцева.** Оценка уязвимости водных ресурсов Казахстана при антропогенном изменении климата на перспективу до 2035 года. // Гидрометеорология и экология, №2, 2011. С. 37–55.
9. **А.В. Линейцева.** Поступление стока в Республику Казахстан по реке Урал на перспективу до 2035 года. // Гидрометеорология и экология, №2, 2011. С. 64–68.
10. В.В. Голубцов, **А.В. Линейцева.** Поступление стока республику Казахстан из Российской Федерации по трансграничной реке Урал в современных условиях и на перспективу до 2035 г. // Чистая вода: проблемы и решения. М.: АО «Институт микроэкономики», 2012. – №1-2. – С. 117–120.
11. **А.В. Галаева.** О необходимости внесения озера Балхаш в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. // Гидрометеорология и экология, №2, 2012. С. 160–165.
12. **А.В. Галаева.** О возможности применения модели HBV для моделирования стока рек Или и Иртыш. // Гидрометеорология и экология, №2, 2013. С. 108–114.
13. С.П. Шиварева, **А.В. Галаева.** Анализ изменения стока в бассейне р. Или в пределах Казахстана и Китая // Гидрометеорология и экология, №1, 2014. С. 55–67.
14. Igor Klein, Andreas J. Dietzb, Ursula Gessnerb, **Anastassiya Galayeva**, Akhan Myrzakhmetovd, Claudia Kuenzerba. Evaluation of seasonal water body extents in Central Asia over the past 27 years derived from medium-resolution remote sensing data // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation № 26, 2014. С. 335–349.
15. Э.А. Турсунов, А.С. Мадиебеков, С.У. Ранова, **А.В. Галаева.** Современные батиграфические характеристики Капшагайского водохранилища // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №2. – С. 105–110.
16. С.П. Шиварева, **А.В. Галаева**, М.М. Азнабакиева, А.А. Кишкимбаева. Анализ многолетней динамики внутригодового распределения речного стока в бассейнах рек Иле и Ертис в пределах Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология, №3, 2015. С. 78–92.
17. **А.В. Галаева.** Изменение стока реки Или на участке от гидрометрического створа 164 км выше Капшагайской ГЭС до ур. Капшагай за счет деградации оледенения и увеличения атмосферных осадков // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета, Т. 14, № 7, 2014. С. 93–95.
18. **А.В. Галаева.** Водные ресурсы реки Или в условиях изменения климата и водопотребления // Вестник Кыргызского Государственного университета имени

- И. Арабаева. Серия: естественный науки. Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы совершенствования управления природными и социально-экономическими процессами», посвященной Всемирному дню охраны окружающей среды. Спец. выпуск 1, 2013. С. 54–58.
- 19.Т.М. Чодураев, **А.В. Галаева**. Оценка внутригодового распределения стока в бассейне Иле на примере реки Текес // Проблемы совершенствования управления природными и социально-экономическими процессами на современном этапе: Сбор. труд. III Международ. научно-практич. конференц. – 5-6 июня, г. Бишкек, г. Екатеринбург. – С. 217–220.
- 20.Т.М. Чодураев, **А.В. Галаева**. Моделирование стока реки Иле с помощью модели HBV на основе различных сценариев изменения климата //Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – №10. – 2016. – С. 43–47.

Галаева Анастасия Владимировнанын «Азыркы мезгилдеги климаттын өзгөрүү шартындагы Балхаш көлүнүн дарыя агымынын ресурсу жана экологиялык абалы» аттуу темадагы 25.00.36 – Геоэкология адистиги боюнча география илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Түйүндүү сөздөр: дарыя агымы, экологиялык абал, агымды моделдештирүү, климаттын өзгөрүшү, сууну керектөө, көлдөгү суунун төмөнкү деңгээли.

Изилдөөнүн объектиси болуп Балхаш көлүнүн алабынын дарыялары, айрыкча – эң ири дарыя – Иле саналат.

Изилдөөнүн максаты: Антропогендик жана климаттык түзүмдөрдүн таасиринин натыйжасында Балхаш көлүнүн алабынын жер үстүндөгү дарыя агымынын өзгөрүшүн баалоо. Мунун негизинде дарыя агымынын жакынкы жана кийинки келечекке карата мүмкүн болгон өзгөрүшүн эсептөөгө болот.

Изилдөөнүн ыкмалары: инженердик-гидрологиялык, гидрологиялык аналогиянын ыкмалары, айырма-интегралдык ийри сызыктарды колдонуу, HBV модели.

Алынган жыйынтыктар жана жаңычылдык: Балхаш көлүнүн бассейнинин дарыя агымдарынын өзгөрүшү эсептелинген; Иле дарыясынан келип куюлган суунун чоңдугу жана анын изилденип жаткан аймактын экологиялык абалына тийгизген таасири бааланган. Ар кыл климаттык сценарийлерди эске алуу менен Балхаш көлүнүн алабынын агымдарынын өзгөрүшүн алдын ала айтуу үчүн HBV гидрологиялык модели ыңгайлаштырылган.

Пайдалануу даражасы: Алынган жыйынтыктар жана иштелип чыккан ыкмалар илимий-изилдөө иштерин аткарууда пайдаланылган: «Климаттын өзгөрүшүнүн суу ресурстарына тийгизген таасирин изилдөөлөр», Алматы, 2013-ж.; «Климаттын жана чарбалык ишмердүүлүктүн өзгөрүү шарттарында жаратылыш сууларынын ресурстарын, режимин жана сапатын баалоо жана божомолун иштеп чыгуу» 1-блок боюнча «Антропогендик- жана климаттык негизделенген өзгөрүүлөр шарттарында Казакстандын жаратылыш сууларын ресурстарын жана аны пайдаланууну божомолдоо». Алматы, 2011; «Казакстандын мамлекеттер аралык дарыялары. Суу ресурстарына карата климаттын өзгөрүшүнүн таасирлерин изилдөөлөр». Алматы, 2014. Кийин алар жаратылышты коргоо иш-чараларында, ошондой эле мамлекеттер аралык макулдашууларды даярдоо үчүн колдонулушу мүмкүн.

Сунуштар: Иле дарыясы боюнча көлгө келип куюлган агын суулар жылына 11 км³ экологиялык мүмкүн делген көлөмдөн төмөн болбошу кажет. Бассейндеги сугат түйүндөрүн жакшыртуу жана айыл -чарба саясатын кайра багыттоо. Жагымсыз сценарий өнүккөн учурда жана изилденип жаткан көлдүн деңгээлинин азайышы байкалган учурда, Узун-Арал кысыгында суу чогулткучту жөнгө салуучу камсыздаган суу тосмосун куруу мүмкүндүгүн кароо, ал Балхаш көлүн анын чыгыш бөлүгүнөн бөлүп турат. Ертис (Иртыш) дарыясынын агын сууларынын бир бөлүгүн Балхаш көлүнө которуу. Калк арасында мүмкүн болгон терс кесепеттер жөнүндө агартуучулук иштерди күчөтүү.

Колдонуу аймагы: Изилдөөнүн жыйынтыктары жана иштелип чыккан ыкмалар Балхаш көлүнүн алабынын дарыя агымынын баалоо үчүн, Иле жана Ертис мамлекеттер аралык дарыяларын Кытай Эл Республикасы менен биргеликте пайдалануунун стратегиясын иштеп чыгуу арналган.



РЕЗЮМЕ

диссертации Галаевой Анастасии Владимировны на тему: «Ресурсы речного стока и экологическое состояние бассейна озера Балкаш в условиях современного изменения климата», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности: 25.00.36 – Геоэкология.

Ключевые слова: речной сток, экологическое состояние, моделирование стока, изменение климата, водопотребление, критический уровень воды в озере.

Объектом исследования являются реки бассейна озера Балкаш, в частности – самая крупная река – Иле.

Цель исследования: Оценка изменения поверхностного стока бассейна озера Балкаш в результате воздействия антропогенной и климатической составляющей. На этой основе рассчитать возможное изменение речного стока на ближайшую и более отдаленную перспективу.

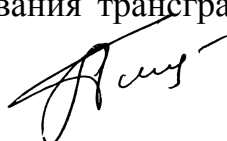
Методы исследования: инженерно-гидрологические, методы гидрологической аналогии, использование разностно-интегральных кривых, модель HBV.

Полученные результаты и новизна: Рассчитано изменение речного стока в бассейне озера Балкаш; оценена величина забора воды из реки Иле и его влияние на экологическое состояние исследуемой территории. Адаптирована гидрологическая модель HBV, для прогнозирования изменения стока в бассейне озера Балкаш с учетом различных климатических сценариев.

Степень использования: Полученные результаты и разработанные методы использованы при выполнении научно-исследовательских работ: «Исследования влияния изменений климата на водные ресурсы», Алматы, 2013 г.; «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно- и климатически обусловленных изменений» по блоку 1 «Дать оценку и разработать прогноз ресурсов, режима и качества природных вод в условиях изменения климата и хозяйственной деятельности». Алматы, 2011; «Трансграничные реки Казахстана. Исследования влияния изменений климата на водные ресурсы». Алматы, 2014. В дальнейшем они могут быть использованы для разработки природоохранных мероприятий, а также для подготовки межправительственных соглашений.

Рекомендации: Приток воды в озеро по реке Иле не должен быть ниже экологически допустимого 11 км³ в год. Модернизация оросительной сети в бассейне и переориентация сельскохозяйственной политики. При развитии неблагоприятного сценария и уменьшения уровня исследуемого озера, важно рассмотреть возможность строительства плотины с регулируемым водосбросом в проливе Узун-Арал, которая будет отделять западную часть Балкаша от восточной. Переброска части стока из реки Ертис (Иртыш) в озеро Балкаш. Усилить просветительскую работу среди населения о возможных негативных последствиях.

Область применения: Результаты исследований и разработанные методы предназначены для оценки речного стока бассейна озера Балкаш. Для выработки стратегии совместного использования трансграничных рек Иле и Ертис с Китайской Народной Республикой.



SUMMARY

of the dissertation of **Anastassiya Galayeva** on the topic: "Resources of rivers runoff and ecological state of the Balkash Lake basin in the context of modern climate change", presented for the degree of candidate of geographical sciences in specialty: 25.00.36 – Geoecology.

Key words: river runoff, ecological state, flow simulation, climate change, water consumption, critical level of water in the lake.

The objects of the study are the rivers of the Balkhash Lake basin, in particular – the largest river – Ile.

Objective: To assess the change in surface runoff in the Balkash Lake basin as a result of anthropogenic and climatic impacts. On this basis, calculate the possible change in river flow for the future.

Research methods: engineering-hydrological, methods of hydrological analogy, using difference-integral curves, model HBV.

Obtained results and novelty: The change in river flow of the Balkash Lake basin is calculated. The value of water consumption from the Ile River and its influence on the ecological state is estimated. The hydrological model HBV was adapted to predict the change in runoff in the Balkash Lake basin using various climate scenarios.

Measure of use: The results obtained and the methods developed were used in the implementation of research projects: "Investigations of the climate change impact on water resources", Almaty, 2013; "Estimation of resources and forecast of natural water use in Kazakhstan under anthropogenic and climatic changes" for block 1 "To assess and develop the forecast of natural resources, regime and quality in conditions of climate change and economic activity", Almaty, 2011; "Transboundary rivers of Kazakhstan. Studies of the climate change impact on water resources", Almaty, 2014. In the future, they can be used to develop environmental protection measures, as well as to prepare intergovernmental agreements.

Recommendations: The water inflow into the Balkhash Lake along the Ile River should not be below the ecologically permissible 11 km³ per year. Modernization of irrigation network in the basin and reorientation of agricultural policy. With the development of an unfavorable scenario and a decrease in the level of the lake under study, it is important to consider the possibility of constructing a dam within the Uzyn-Aral Strait, which will separate the western part of Balkash from the eastern one. Transfer the part of the Ertis (Irtysh) River flow to the Balkash Lake. To strengthen educational work among the local population about possible negative consequences.

Application area: The results of the research and developed methods are intended to assess the river flow of the Balkash Lake basin. To develop a strategy for sharing the Transboundary Ile River with the People's Republic of China.



Формат 60X84 1/16.
Бумага офсет. Печать офсет. Объем. 1,5 п.л. Тираж 100 экз.

г. Бишкек, ул. Раззакова, 49. ЧП «Сарыбаев Т.Т.» т. 62-67-76
e-mail: talant550@gmail.com