

ISSN 1998 – 7838

ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

# ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ

---

## ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

**1**

ЯНВАРЬ – МАРТ 2012 г.

ОСНОВАН В ОКТЯБРЕ 2007 ГОДА

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2012

Главный редактор  
академик НАН РК, доктор географических наук  
**И. В. Северский**

Зам. главного редактора:  
доктор географических наук **Ж. Д. Достай**,  
доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**

Редакционная коллегия:

**С. А. Абдрахманов**, доктор географических наук **Э. К. Ализаде** (Азербайджан), доктор географических наук  
**Н. А. Амиргалиев**, доктор географических наук **В. П. Благовещенский**, доктор географических наук  
**Г. В. Гельдыева**, доктор географических наук **А. П. Горбунов**, доктор географических наук  
**С. Р. Ердаuletov**, доктор географических наук **А. А. Ергешов** (Кыргызская Республика), доктор географических наук  
**И. М. Мальковский**, доктор географических наук **А. Р. Медеу**, доктор географических наук  
**У. И. Муртазаев** (Таджикская Республика), кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**,  
доктор географических наук, **Р. В. Плохих**, доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**, кандидат  
географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**, доктор технических наук **А. А. Турсунов**, кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**

Ответственный секретарь  
кандидат географических наук **В. С. Крылова**

Собственник: ТОО «Институт географии»

Подписной индекс: 24155

Адрес редакции:

050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99

Тел.: 291-81-29, факс: 291-81-02, e-mail: ingeo@mail.kz

---

© ТОО «Институт географии», 2012

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г.  
и перерегистрации № 11303-Ж от 22 декабря 2010 г.  
выдано Министерством связи и информации Республики Казахстан

## От редактора

В предлагаемом номере журнала представлены статьи по вопросам гидрологии, геокриологии, геохимии ландшафтов, гляциологии, рекреационной географии. Особого внимания заслуживает статья А. Р. Медеу, посвященная основным достижениям Института географии за годы независимости Казахстана.

В статье Н. А. Амиргалиева, Л. Т. Исмухановой описаны исследования трансграничного притока минеральных солей и токсичных соединений по р. Иле, выявлено превышение предельно допустимого уровня стока по меди, цинку, фенолам и другими соединениям. Статья Н. А. Амиргалиева и А. У. Турсумбаева дает оценку качества воды водных объектов Верхнего Тобыла.

В статье Л. З. Шерфединова рассмотрена проблема столкновения интересов ирригации и гидроэнергетики в верховьях р. Сырдарии и обусловленные ею социально-экологические ущербы и риски.

В статье Р.И. Гальперина и А. Авезовой оценены максимальные модули стока и расходы редкой повторяемости в разных створах р. Есиль. Авторами даны рекомендации для расчета максимальных расходов воды в различных створах.

В статье А.Р. Медеу, Т.Л. Киренской и др. в качестве методической основы прогноза ледово-водных паводков на реках Иле Алатау предлагаются фазовые портреты ситуаций, обуславливающих их возникновение.

Статья Э. В. Северского посвящена качественной и количественной оценке степени опасности основных геокриологических процессов и явлений горных районов Казахстана.

В статье Р. В. Плохих освещены некоторые вопросы геохимии ландшафтов на примере Северного и Северо-Западного Прибалкашья.

В статье А. П. Горбунова рассмотрены география и некоторые элементы морфологии активных, неактивных и древних каменных глетчеров. Выявлены и охарактеризованы современные и древние земляные глетчеры.

В статье А. В. Егориной представлены основные природные составляющие рекреационного потенциала Сибирских озер (Восточно-Казахстанская область Республики Казахстан). Отмечено, что необходимо проведение специальных организационных мероприятий для обеспечения охраны и рационального использования этих уникальных природных объектов.

В разделе «Рецензии» приведен отзыв на монографию А. Р. Медеу «Селевые явления Юго-Восточного Казахстана. Основы управления».

Раздел «Юбилейные даты» представлен сообщениями о Н. А. Северцове, П. П. Семенове-Тянь-Шанском, М. Т. Погребцеком.

# ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ ЗА 20 ЛЕТ НЕЗАВИСИМОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

*А. Р. МЕДЕУ*

Директор Института географии РК, профессор, д.г.н.

На протяжении 20 лет истории суверенного Казахстана Институт географии АО «ННТХ «Парасат» КН МОН РК является ведущим научно-исследовательским учреждением географического профиля в республике и единственным специализированным институтом в Центрально-Азиатском регионе. В нем представлены основные направления географической науки – физической и социально-экономической географии, гидрологии и геоэкологии.

Исследования, проводимые в институте, ориентированы на решение экологических проблем и оценку природно-ресурсного потенциала геосистем республики с разработкой географических основ рационального природопользования.

Основными научными направлениями деятельности института являются:

географические основы обеспечения водной безопасности природно-хозяйственных систем Казахстана;

географические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности в зонах проявления опасных природных процессов Казахстана;

географическое обеспечение экологически безопасного развития и функционирования природно-хозяйственных систем Казахстана.

В институте действуют восемь специализированных лабораторий: гляциологии, рекреационной географии, ландшафтоведения и проблем природопользования, геоморфологии и геоинформационного картографирования, водных ресурсов, водообеспечения природно-хозяйственных систем, географических информационных систем, природных опасностей, а также функционируют шесть научных стационаров в горах Северного Тянь-Шаня, в Приаралье, в Прикаспии и в Прибалкаше.

В настоящее время в штате института 159 человек, в том числе академик НАН РК, 13 докторов и 28 кандидатов наук. Более 45 % сотрудников – молодые специалисты, владеющие современными методами научных исследований, в том числе технологий ГИС и данных дистанционного зондирования.

С 1993 г. Институт географии является головной организацией и основным исполнителем Государственных программ фундаментальных исследований в области наук о Земле.

За 1995–2010 гг. было выполнено около 90 научно-прикладных исследований, за 1993–2010 гг. – 34 крупных международных проекта (рис. 1).

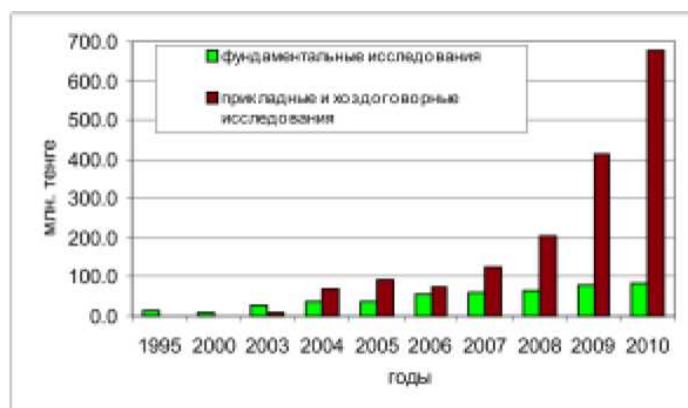


Рис. 1. Финансирование фундаментальных и прикладных исследований за 1995-2010 гг.

С 1993 по 2010 г. включительно в диссертационном совете при Институте географии защищена 91 диссертация, из них докторских 25, кандидатских 66. Из числа диссертаций, защищенных сотрудниками Института географии, докторских 7 и кандидатских 24.

За 2003-2010 гг. опубликовано более 500 работ, в том числе Национальный атлас Республики Казахстан в 3-х томах, 30 монографий, 34 государственных каталога географических названий РК, 12 учебных пособий, русско-казахский словарь географических терминов.

За 2003—2010 гг. сотрудниками института было представлено около 300 научных докладов на 104 международных, республиканских, региональных симпозиумах, конференциях и совещаниях.

В связи с официальным признанием Приаралья зоной экологического кризиса Институт географии активно проводит исследования в данном регионе. В условиях новой геополитической обстановки в Центральной Азии были разработаны концептуальные основы и механизм международного сотрудничества по проблемам Аральского моря. В концепции сохранения Аральского моря и нормализации экологической и социально-экономической обстановки в Приаралье предусматривалось восстановление нарушенного речного притока в море за счет реализации в течение 20 лет программы оптимизации водопользования в сфере производства.

Начало 90-х гг. XX в. стало периодом активного включения Института географии в международные научно-технические программы по аральской тематике. Для координационной работы и выполнения программ при институте был организован временный творческий коллектив «Арал» численностью более 70 специалистов широкого профиля из 30 научно-исследовательских организаций бывшего СССР и Казахстана. За счет безвозмездного финансирования Правительством Германии Приаральский экологический центр Института географии был оснащен современными измерительными комплексами, компьютерной техникой и лабораторным оборудованием. В результате комплексных трансдисциплинарных исследований в рамках государственных заказов и международных проектов была создана информационно-аналитическая база для выработки конкретных предложений для программы реабилитации Аральского региона.

В условиях изменения требований суверенных государств к водным ресурсам в трансграничном Арало-Сырдаринском бассейне согласно распоряжению Правительства РК проведены исследования и на этой основе предложена принципиально новая схема независимого каскадного регулирования речного стока в казахстанской части бассейна, реализованная по решению Президента Республики Казахстан в Коксарайском водохранилище.

Рекомендовано восстановить естественный весенне-летний режим обводнения озерных систем дельты р. Сырдарии для более эффективного затопления лиманов и сенокосных угодий, сохранения лесостепной растительности, развития рыбохозяйственного производства, восстановления ондатроводства.

Исходя из наиболее актуальных проблем депрессивных районов Приаралья разработаны типовые модели водоустройства сельских общин: «растениеводческая», «рыбохозяйственная», «водоснабженческая», реализованные в рамках десяти пилотных проектов программы ЮНДП «Развитие потенциала водопользователей для устойчивого развития».

Основное научное направление включает теоретические и прикладные вопросы обеспечения водной безопасности Республики Казахстан, предметом изучения, которых являются географические аспекты взаимодействия общества и природных вод суши в целях гармонизации и оптимизации этих отношений. Данный водный проект поддержан Советом безопасности и Правительством РК.

Выполняется широкий спектр работ по государственной программе фундаментальных исследований, а также по хозяйственным договорам и международным проектам.

В Концепции обеспечения водной безопасности показано, что республике присущ полный спектр гидрологических угроз, связанных с истощением и загрязнением водных ресурсов. Следствиями реализации гидрологических угроз могут стать обострение межгосударственных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития. Обоснованы реальные пути нейтрализации гидрологических угроз — устранение дефицита водных ресурсов в Казахстане.

Даны оценка и прогноз водных ресурсов с учетом изменения климата и хозяйственной деятельности. Показано, что в Казахстане ожидается дальнейшее повышение температуры призем-

ного воздуха и увеличение среднемноголетнего количества осадков. С учетом выявленных климатических тенденций оценены норма годового стока (средневзвешенное значение) и расчетный минимальный сток (с обеспеченностью 95%), формирующийся в республике и поступающий с территорий сопредельных государств.

Показана необходимость реализации комплексных многокомпонентных проектов полной реконструкции гидромелиоративной инфраструктуры в ирригации и внедрения прогрессивных водосберегающих технологий полива. Ожидаемый на перспективу рост промышленного производства в стране должен быть в максимальной степени обеспечен развитием систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Показаны перспективы освоения гидроэнергетических ресурсов в увязке с решением водохозяйственных проблем на основе строительства крупных и малых ГЭС. Обоснованы возможности развития товарного рыбоводства прудового, озерно-товарного и индустриального типа.

Даны предложения по совершенствованию межгосударственных водных отношений Казахстана с сопредельными странами (Китаем, Россией, центральноазиатскими государствами) в трансграничных бассейнах. Установлен экологический спрос природно-хозяйственных систем на воду как ограничение производственного использования водных ресурсов. Рассмотрены объективные предпосылки территориального перераспределения водных ресурсов в Казахстане.

Показано, что потенциальным бассейном-донором для вододефицитных районов является бассейн р. Ертис, где формируется до половины возобновляемых водных ресурсов республики (рис. 2). Предложена трасса Трансказахстанского канала как основы формирования единой системы водообеспечения Республики Казахстан. Обоснована целесообразность взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхнекатунскому направлению.



Рис. 2. Возобновляемые водные ресурсы в речных бассейнах Казахстана

Установлено, что в сочетании с широким применением современных водосберегающих технологий в отраслях экономики межбассейновые и трансграничные переброски речного стока (рис. 3) могут стать реальной основой обеспечения водной безопасности Республики Казахстан.

Комплексные гляциогидроклиматические исследования позволили оценить состояние современного оледенения гор Казахстана, вклад талых снеговых и ледниковых вод и их роль в формировании региональных водных ресурсов.



Рис. 3. Потенциальные направления межбассейновых перебросок стока р.Ертыс

Созданная казахстанскими гляциологами серия унифицированных каталогов ледников Заилийско-Кунгейской и Джунгарской ледниковых систем с 1955 по 2000 г. не имеет аналога в мире. Содержание этих каталогов является надежной основой оценки и прогноза изменений ледниковых и водных ресурсов бассейнов главных рек Центральной Азии как реакции на глобальные изменения.

Установлено, что темпы деградации оледенения в течение последних 50 лет не оставались постоянными. После максимума в середине 1970-х гг. они существенно сократились, и есть основания считать, что процесс их сокращения продолжается и в настоящее время (рис. 4).

На основе сравнительного анализа данных каталогов ледников, составленных по материалам аэрофотосъемки за 1956, 1975, 1979 и 1990 гг. и космических съемок за последующие периоды, исследована динамика оледенения гор региона с 1955 по 2000 и 2008 гг. и дан прогноз вероятных изменений ледовых ресурсов до середины XXI в.

Весомым вкладом в развитие гляциологии являются и результаты исследований по проблемам оценки снежности и лавинной опасности горных территорий. Итогом их стали оригинальные методы расчета характеристик снежности и лавинной опасности. Помимо этого, составлена серия карт снежности и лавинной опасности гор Средней Азии и Казахстана, а также серия специальных карт для Атласа снежно-ледовых ресурсов мира, в том числе по территории Гималаев, Гиндукуш-Каракорума, Куньлуня, Тибетского нагорья, Восточного (Китайского) Тянь-Шаня и Монгольского Алтая. Признанием заслуг и международного авторитета казахстанской школы гляциологии является решение Генеральной Ассамблеи ЮНЕСКО о создании на базе института Центрально-Азиатского регионального гляциологического центра под эгидой ЮНЕСКО.

Специалисты Института географии с привлечением видных ученых Казахстана активно участвовали в разработке научных основ выявления, изучения и картографирования процесса опустынивания, в исследовании предпосылок его возникновения и развития, разработке методов борьбы по предотвращению деградации и нарушения земель, других неблагоприятных последствий хозяйственной деятельности как по отдельным регионам (Приаралье, Прикаспий, Прибалкашье), так и по республике в целом.







предлагаемому проекту наряду с социальным и экологическим эффектом имеют и фундаментальное научное значение для выяснения общих и региональных закономерностей динамики эоловых процессов пустынных регионов Казахстана. С учетом географического положения и комплекса природно-экономических условий района пос. Сенек был организован круглогодичный геоэкологический стационар Института географии.

Опыт наблюдений на стационаре, апробация имеющихся и создание новых методов закрепления подвижных песков использованы в проектах по защите сел Уштаган и Тушыкудук Мангистауской области, которые были разработаны в 2006 г. и реализованы Институтом географии в 2007-2010 гг.

Создан уникальный трехтомный научно-справочный «Национальный атлас Республики Казахстан», картографическая и аналитическая информация которого является основой обеспечения устойчивого, экологически безопасного природопользования и сохранения ресурсно-экологического равновесия, снижения ресурсоемкости производства и уменьшения воздействия экономики на природные комплексы. Атлас может быть использован при реализации ряда государственных программ, в том числе Программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан. Пользователями «Национального атласа Республики Казахстан» станут широкий круг специалистов, студентов, школьников, а также все граждане страны, интересующиеся ее современным состоянием и развитием.

Создан Государственный каталог географических названий, содержащий как правильную казахскую форму написания русских топонимов, так и русскую форму написания казахских топонимов и их характеристик по многим показателям. Он состоит из 32 томов (на казахском и русском языках) и включает названия всех географических объектов, имеющих на крупномасштабных государственных топографических картах.

Результаты исследований, проводимых Институтом географии, актуальны и востребованы государством. Основными потребителями научной продукции являются Министерство сельского хозяйства РК (Комитет по водным ресурсам), Министерство охраны окружающей среды РК, Министерство по чрезвычайным ситуациям РК, а также подведомственные им организации.

УДК 551.4

## КОЛЛИЗИИ ИРРИГАЦИИ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ НАРЫНА

**Л. З. ШЕРФЕДИНОВ**

Гл. научный сотрудник ГИДРОИНГЕО, д.г.-м.н., профессор

*Сырдария өз. жогаргы агысындагы ирригация мен гидроэнергетика талаптарының өзара кақтыгысы және оның нәтижесінде орын алып отырған әлеуметтік-экологиялық зардаптар мен қауіптер ерекшеліктері қарастырылған.*

*Рассмотрены особенности столкновений интересов ирригации и гидроэнергетики в верховьяхр. Сырдарьиобусловленныемисоциально-экологическиевущербымириски.*

*In the article describes features of collisions of irrigation and hydropower engineering interests in upper Syr-Daryariver and the socially-ecological damages and risks caused by them.*

Ферганская долина – межгорная впадина, поверхность которой наклонена на запад, а ее подгорно-равнинную и низкопредгорную части окаймляет 500-метровая горизонталь. Межгорная впадина вместе с сопряженными горными системами составляет Ферганский регион, который занимает большую часть трапеции с координатами 39-42<sup>0</sup> с.ш., 69-75<sup>0</sup> в.д.<sup>1</sup>

Естественные границы региона проходят по водоразделам: на севере — Кураминского и Чаткальского хребтов субширотного простирания - структурам Западного Тянь-Шаня, на юге -Туркестанского и Алайского хребтов субширотного простирания — структурам Южного Тянь-Шаня, на востоке — Ферганского хребта субмеридио-нального простирания - структуре Внутреннего Тянь-Шаня, на западе — виргациям Кураминского (хр. Маголтау) и Туркестанского (низкого-рье междуречий Аксу и Даганксяя) хребтов. Природа региона обусловлена его географическим положением внутри Центрально-Азиатского субконтинента, а своеобразие проявляется в высотной поясности распределения благ (и антиблаг), а также в проточности гидрографической сети.

С «естественной истории» и поныне экологическая ниша населения приурочена, главным образом, к подгорно-равнинной и низкопредгорной частям региона. Они составляют основную морфоструктуру, сложенную долинами большой реки Сырдарьи, средних рек — Нарына и Карадарьи, а также нижними адырами. Эта сложно-построенная морфоструктура занимает нижний, пустынный пояс региона. Он осваивался под орошаемое земледелие с энеолита, а в третьей четверти прошлого столетия оно охватило солончаково-болотные котловины и песчаные массивы Центральной Ферганы и низкие адыры.

Предгорный и низкогорный — пустынно-степной и сухостепной — пояса также в большей части освоены под орошаемое и богарное земледелие во второй половине XXв.

Средгорный — лесо-, лугостепной, высокогорный (с высотой более 3000 м) —лугостепной, гляциально-нивальный пояса издревле используются в пастбищном животноводстве и горном земледелии. Пастбищная сукцессия вслед за окончанием плювиала нового времени ныне примерно на 80% сократила лесистость среднегорий и существенно уменьшила первичную продукцию автотрофов остальных поясов.

Климатические особенности региона [1] в первую очередь определяются высокой степенью континентальности: разница дневных и ночных температур составляет 10-12 °С в воздухе и 20-25 °С на почве. Солнечное сияние на равнинах достигает 4400-4500 ч, в горах (на высоте в 2000 м) – 1230-2500 ч. Продолжительность лета около 160 дней в году. Среднемесячная температура июля за многолетие находится в пределах 27-30 °С. Теплота суммарной радиации оценивается в 130-160 ккал/см<sup>2</sup> год, поглощается примерно 90-120 ккал/см<sup>2</sup> год, а радиационный баланс

---

<sup>1</sup> С.ш. – северная широта, в.д. – восточная долгота.

поверхности составляет около 40-65 ккал/см<sup>2</sup> год. Атмосферные осадки на подгорной равнине составляют 100-200 мм в год, а вертикальный градиент годовых сумм осадков достигает 60-80 мм в год на каждые 100 м высоты. В зависимости от экспозиции и высотного положения климат характеризуется от очень сухого и жаркого с суммой положительных температур 4900-4400 °С до умеренно влажного и прохладного с суммой температур 2800-1000 °С [1].

Относительная влажность воздуха в 13 часов в Ферганской долине (подгорной равнине) близка в июле в среднем к 30—35%, а в предгорьях и горах - к 20-30% [1, 9].

Ветры в западной части Ферганской долины со скоростью больше 15 м/с наблюдаются в среднем 40-50 дней в году. В отдельные годы число таких дней здесь достигает 95-100. В остальной части региона отмечается горно-долинная циркуляция атмосферы, предопределяемая направлением простирания и экспозицией долин и склонов. Горные бризы в большей части постоянны и устойчивы по сравнению с долинными [1].

В общем природные блага Ферганской долины пригодны для ведения орошаемого земледелия и осваивались под таковое с глубокой древности.

**Гидрография и водные ресурсы.** В Ферганской долине, как считается, со слияния рек Нарын и Карадарья берет свое начало большая река Сырдарья. Однако функционально Нарын-Сырдарья - единая река, в которую впадает р. Карадарья и притекает еще ряд горных рек региона. Общая площадь водосбора Нарын-Сырдарьи до выхода из «Фархадских ворот» составляет 142 тыс. км<sup>2</sup>. Поперечный профиль рек в горных местностях в зависимости от крепости пород, выстилающих русла V-, И- и корытообразный. Продольный профиль рек чаще всего крутой, осложненный порогами, западинами, а также гидротехническими сооружениями [1],

Нарын-Сырдарья протекает по самым низменным местностям долины и является, с одной стороны, ее естественной дренажной, а с другой - до 60-х гг. XX в. характеризовалась разливами, которые формировали болотно-луговые и солончаковые ландшафты Центральной Ферганы. Конечно, в многоводные годы до них дотекали и воды горных рек.

Водные ресурсы по оценкам [7, 9, 10, 11, 15, 19 и др.] характеризуются данными табл. 1.

Таблица 1. Водные ресурсы Ферганской долины, км<sup>3</sup>/год

Река	Средний годовой сток (примерно 50% обеспеченности)	Наименьший годовой сток (примерно 90% обеспеченности)	Наибольший годовой сток (примерно 10% обеспеченности)
А. Всего (приток по сумме рек)	-25,0	17	33
В том числе:			
Нарын (г.п. Учкурман)	13,3	9,9	18,3
Карадарья (г.п. Кампырват)	3,8	1,7	5,6
Горные реки (в сумме)	7,7	5,5	9,6
Из них:			
на правобережье долины:			
Падшаата	~0,2	0,1	~0,3
Касансай	~0,3	0,15	0,4
Гавасай	~0,2	0,09	0,3
Чадаксай	~0,1	0,05	0,2
на левобережье долины:			
Майласу	~0,3	0,14	0,44
Тентексай	0,8	0,5	1,5
Акбура	~0,7	0,5	0,9
Аравансай	0,3	0,2	0,5
Исфайрансай	0,7	0,5	0,9
Шахимардансай	0,3	0,25	0,4
Сох	1,3	0,9	1,8
Исфара	0,4	0,25	0,6
Б. Всего отток (по створу Фархадского водохранилища)	15,6		

Из табл. 1 следует, что в средний по водности год в Ферганской долине всеми участниками водохозяйственного комплекса, включая потребителей от природы (растительность и фауна), расходуется на эвапотранспирацию до 9,4-11,7 км<sup>3</sup> ( $\pm 0,5$  км<sup>3</sup>) вод.

Подземные воды региона в горной части дренировались реками и составляли до 30% от объема их стока в естественном режиме. По контуру предгорно-равнинной и низкопредгорной частей подземный приток в долину по верхнему структурному ярусу оценивается примерно в 1,4 км<sup>3</sup>/год [22]. Ирригацией и гидроэнергетикой естественный режим подземных вод существенно преобразован [1].

Земельный фонд региона оценивается по валу в 8954 тыс. га, из них 1539 тыс. га пригодны для орошаемого земледелия, а остальные — для пастбищ (1737 тыс. га), богарного земледелия и др.

Фонд орошаемых земель Узбекистана в развитии характеризуется данными табл. 2 [4, 8].

Таблица 2. Фонд орошаемых земель Ферганской долины в развитии, тыс. га

Административные (или водохозяйственные образования)	Основной фонд орошаемых земель на			
	1910-1917 гг.	1940-1958 гг.	1990 г. наметки	2005-2006 гг. наметки/факт
Ферганская область Туркестанского края [8]	917	—	—	-1500/
Из них по группе областей Ферганской долины [8, 4]	529	-610	880	926/910
В том числе в нынешних границах [4, 8]:				
Андижанская область	212	215	275	281/282
Наманганская область	122	159	244	265/273
Ферганская область	194	239	365	380/355

Следует заметить, что культура орошаемого земледелия в регионе в глубокую древность — на границе палеолита и неолита начиналась на затопляемых в паводок поймах и дельтах горных рек, когда отсыпались валы из наносов и горных пород и естественные лиманы дополнялись искусственными. «Лиманный способ орошения», как полагают исследователи [9], был прототипом всей современной ирригации. Возможно, в медном и бронзовых веках в долине стали создавать ирригационные каналы. С начала новой эры к первой четверти XX в. в Ферганской долине была организована сеть каналов от горных рек. Тем самым по каждой реке в отдельности формировались массивы орошаемых земель. Водообеспеченность орошаемого земледелия каждого массива зависела от водности конкретной реки, а воды многоводного Нарына (см. табл. 1) даже в маловодные годы не могли быть задействованы для орошения. Это обстоятельство обусловило идею «кольцевания» ирригационной сети региона [9].

Наиболее крупным воплощением этой идеи в реальность является Большой Ферганский канал, построенный в 1939 г. и введенный в эксплуатацию в 1940 г. Был построен также Южный Ферганский канал на расход 60 м<sup>3</sup>/с с водозабором из р. Шахрихансай и Северный Ферганский канал на расход 115 м<sup>3</sup>/с с водозабором из р. Нарын. После Второй мировой войны идея «кольцевания» получила дальнейшее развитие — были построены Большой Андижанский и Большой Наманганский канал, канал им. Ю. Ахунбабаева и из них развита ирригационная сеть. Все это вместе взятое позволило только в Узбекистане почти удвоить площадь орошаемых земель (см. табл. 2).

Организация ирригационных систем Узбекистана в Ферганской долине базируется на двух принципах: первый предопределяется природой региона, когда распределение воды и земли приводится во взаимное соответствие и для этого к пригодным для возделывания угодьям подводится из источников орошения вода; второй — административно-хозяйственный, обуславливающий систему распоряжения водными ресурсами и обеспечения оросительной водой заинтересованного потребителя-сельхозпроизводителя для орошения угодий.

Идея «кольцевания» ирригационной сети в первую очередь воплотилась в межобластных, а ныне трансграничных каналах. На правобережье Нарын-Сырдарьи это Большой Наманганский и Северный Ферганский каналы, а на левобережье — Большой Андижанский и Ферганский, Южный Ферганский каналы.

Большой Наманганский канал с водозабором на территории Кыргызстана обслуживает в основном земли Наманганской области — около 47 тыс. га.

Северный Ферганский канал орошает около 63 тыс. га земель Узбекистана и примерно 5 тыс. га Таджикистана. Большой Андижанский канал с водозабором из р. Нарын орошает земли Наманганской и Андижанской областей (74 тыс. га).

Наиболее крупный в регионе Большой Ферганский канал, который орошает около 310 тыс. га, из них в Узбекистане - 175 тыс. га [4]. Южный Ферганский канал орошает в Андижанской и Ферганской областях около 80 тыс. га. Гидравлические характеристики этих каналов достаточно представительные. Например, Большой Ферганский канал, имеющий два подпитывающих водозабора из Нарына и один из Карадарьи, рассчитан на расход 380 м<sup>3</sup>/с. Это почти в 3 раза превышает среднюю величину стока р. Карадарьи — второй по величине реки региона. Ко всем средним и малым рекам региона приурочены орошаемые массивы. Часть стока этих рек зарегулирована в сезонном отношении, а в сопряженные с ними ирригационные системы также осуществляется подпитка из «кольцевых» магистралей. На Узбекистан приходится около 530 тыс. га, Кыргызстан — 230 тыс. га и Таджикистан — примерно 50 тыс. га орошаемых земель на «местном» стоке, а забор воды из ствола Нарын-Сырдарья гарантирует урожаи в маловодные годы.

Коллекторно-дренажная (мелиоративная) сеть в Ферганской долине обеспечивает нормальный водно-солевой режим орошаемых земель. Сеть делится на три уровня: дрены плантаций, внутривладельческие и межхозяйственные магистральные коллекторы. От дрен плантаций вода выводится во внутривладельческие и межхозяйственные коллекторы, а затем в магистральные. Водоприемником последних, как правило, в конечном счете является р. Сырдарья. Основное предназначение этой сети заключается в выносе легкорастворимых солей с орошаемых земель и предупреждение их вторичного засоления, а также в поддержании нормальной влажности почв — недопущении переувлажнения или подсушки. В зависимости от природных условий на 1 га плантации закладывается от 20 до 50 пог. м дрен на глубины 2,5 - 4,5 м. С этих глубин они призваны отводить формирующиеся в процессе поливов ирригационно-грунтовые воды, не допускать капиллярного вброса соленых грунтовых вод в почвенные слои и тем самым предупреждать угнетение возделываемых сельскохозяйственных культур и т.д. Кроме того, дрены должны отводить и сбросные воды или ту часть поливных вод, что не успела профильтроваться в почву, а заливать плантации или другие углубления ландшафтов.

В ирригационных системах происходит так называемый прокат воды, т.е. сток затрачивается на поддержание функционирования самих гидротехнических сооружений, а на концевых участках осуществляется слив (сброс) воды в водоприемник.

Мощности коллекторно-дренажной сети по сравнению с ирригационной наращиваются в обратном порядке: от дрен плантаций вода подтекает к внутривладельческим дренам и коллекторам, далее — к межхозяйственным, а от последних — к магистральным.

Магистральные коллекторы имеют водосборную площадь до нескольких десятков тысяч гектаров, а их устьевые расходы достигают на максимуме от 10÷30 до 100 м<sup>3</sup>/с и более (Ащиккуль, Сарыксу, Шахрихан, Каракалпак, Северо-Багдадский, Сохский и т.д.). Сырдарья сохраняет при этом свою функцию главной дрены региона [22, с. 57], особенно для правобережья. Лишь Кайраккумское и Фархадское водохранилища подпирают горизонты воды в реке, а грунтовые воды отводятся от Кайраккумского водохранилища системой защитного дренажа у г. Ходжикента и других населенных пунктов этой части левобережья.

В регионе были задействованы система вертикального дренажа, а также группы или одиночные скважины для сельхозводоснабжения. В совокупности общее число таких скважин приближалось к 20 тыс. Однако физический и моральный износ этих сооружений, а главное, высокая стоимость электроэнергии значительно сократили число эксплуатируемых скважин.

Ирригация и дренаж, согласно руководящим документам прошлых лет, дополняя друг друга, были призваны обеспечить высокую продуктивность орошаемых земель. Однако долгие годы средняя оросительная норма (брутто) в долине находилась в пределах 15 тыс. м<sup>3</sup>/га год и даже превышала эту величину. Во всех планировках намечалось ее снижение до 11-12 тыс. м<sup>3</sup>/га год и менее. В соответствии с оросительной нормой планировалось и водоотведение на уровне 31÷37 %.

В общем по Ферганской долине водозабор на орошение определялся в  $\sim 18 \text{ км}^3/\text{год}$ , водоотведение — в  $6,2 \text{ км}^3/\text{год}$  и безвозвратное водопотребление - на уровне  $\sim 11,7 \text{ км}^3/\text{год}$  [19]. Директивная установка на сокращение водозабора, как правило, даже в условиях жесткого советского администрирования оставалась благим пожеланием. В маловодные годы он сам по себе равнялся притоку из зоны формирования стока, а в более или менее многоводные годы оценочно водозабор превосходил установленный норматив [11, 22]. Эвапотранспирация же и атмосферные осадки оставались не под прямым управлением водопользователей, что несколько смягчало водохозяйственную обстановку для среднего течения Сырдарьи. Однако сложившаяся практика водо- и землепользования в Ферганской долине в общем характеризовалась ростом, а ныне почти стабильным уровнем солености речной воды около 1‰ (или  $1,23 \pm 0,25\text{‰}$ ). Солевой фактор совместно с химическим и биологическим загрязнением речных вод во многом контролирует экологическое благополучие р. Сырдарьи в среднем и нижнем течении [12]. Поэтому не только количество, но и качество вод в бассейне определяется порядком функционирования экономики Ферганской долины и Нижнеарынского каскада водохранилищ. Для водообеспечения орошаемого земледелия в бассейне р. Сырдарьи построено несколько водохранилищ объемом около  $3510^9 \text{ м}^3$ , из них самые крупные Токтогульское объемом  $19,510^9 \text{ м}^3$  на Нарыне в Кыргызстане, Андижанское объемом  $\sim 2 \cdot 10^9 \text{ м}^3$  на Карадарье на границе Узбекистана и Кыргызстана, Кайракумское объемом  $\sim 2,510^9 \text{ м}^3$  в Таджикистане на Сырдарье [9, 18]. Основные характеристики русловых водохранилищ на Нарын-Сырдарье и Карадарье, т.е. имеющих прямое отношение к Ферганской долине, приведены в табл.3 [4, 5, 21].

Таблица 3. Характеристики водохранилищ и гидроэлектростанций

Водохранилища и гидроэлектростанций	Водные ресурсы в створе водохранилищ, км <sup>3</sup>		Параметры водохранилищ			ГЭС	
	50% обеспеченности	90% обеспеченности	Расчетный напор НПУ, м	Полезный объем, км <sup>3</sup>	Полный объем, км <sup>3</sup>	Установленные мощности, ТВт	Выработка электроэнергии в год 50% обеспеченности, ТВтч
Токтогульское	11,1	7,9	140	14	19,5	1,2	4,0
Курпсайское			74	0,27	0,42	0,5	2,2
Ташкумырское			56	0,05	0,25	0,385	1,7
Учкурганское 2	13,3	9,9	25	0,005	0,015	0,17	0,7
Учкурганское 1			29	0,02		0,18	0,9
Кайракумское			21	2,5	3,4	0,12	0,8
Фархадское	15,6	~12	32,5		0,3	0,13	-0,8
Андижанское	~3,8	~2,2	86,5	1,6	1,7	0,14	0,6
Итого	17,5	~12	—	-18,5	-25,6	-2,5	-12,0
В том числе по стволу Нарын-Сырдарья				-17	-24	-2,5	-10

В табл. 3 отражены два факта:

Для регулирования речного стока в регионе построена система водохранилищ, по объему превышающему годовой приток. Таким образом, для использования речных вод в ирригации коэффициент регулирования был доведен до 0,93 [19]. Это обеспечивало бесперебойное орошение в течение 90 лет из 100 с гарантированным ежегодным водозабором до  $23 \text{ км}^3$  в год.

В компоновке водохранилищ предусматривались гидроэлектростанции, которые вырабатывали электроэнергию при попуске вод на нужды ирригации. Такой порядок использования водных ресурсов устанавливался с согласия правительств бывших союзных республик в руководящих документах планового характера — «схемах комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарьи» [15, 16 и 17, 19]. Эти руководящие документы проходили государственную экспертизу, рекомендовались к утверждению научно-техническим советом союзного Минмелиоводхоза, Госпланом и утверждались правительством в целом или по их компетенциям — основным положениям. Во всех этих документах четко формулировалась цель — развитие ирригации и преимущественное использование вод в хлопководстве. Такая целевая

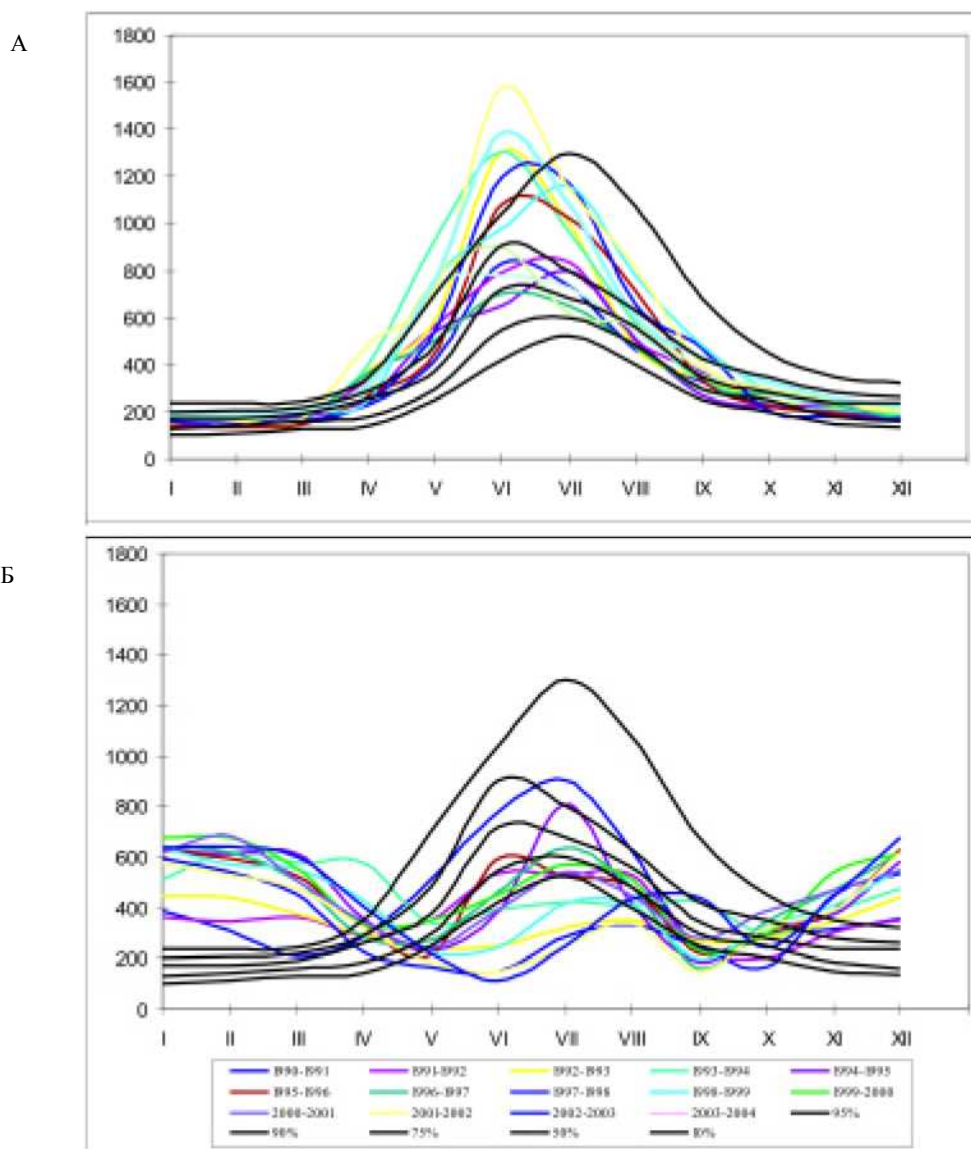


установка предопределяла производство электроэнергии в объединенной энергетической системе (ОЭС) Средней Азии преимущественно на тепловых электростанциях (до 70%) и «попутную» ее выработку на ГЭС. Узбекистан «управляет» водовыпусками и ГЭС Андижанского и Фархадского водохранилищ, а их емкости расположены в Кыргызстане и Таджикистане. Кайраккумское водохранилище и ГЭС — собственность Таджикистана. Каскад Нижненарынских водохранилищ и ГЭС (от Учкурганских до Токтогульского) — собственность Кыргызстана.

По оценкам [13, 18], Нижненарынский каскад ГЭС ныне вырабатывает до 90—95 % потребляемой Кыргызстаном энергии. Кайраккумская ГЭС и тепловые станции Сугдской области Таджикистана не покрывают потребностей в энергии [13, 18], и для их покрытия энергия передается из соседних стран.

Нижненарынский каскад водохранилищ и ГЭС, а из них Токтогульское представляют собой главные регулирующие сооружения не только для потребителей Ферганской долины, но и для всего бассейна р. Сырдарья в целом, вплоть до бассейнового базиса стока — Аральского моря.

На рисунке продемонстрированы графики притоков к Токтогульскому водохранилищу и водовыпусков из него на фоне маркирующих гидрографов стока, рассчитанных по данным наблюдений до строительства этого объекта.



Расчетные (для условно-естественного режима) и фактические гидрографы притока (А) и стока (Б) из Токтогульского водохранилища за 1990—2004 гг.

Как видно из верхних графиков (см. рисунок), приток в створе Токтогульского водохранилища в сравнении с естественным режимом принципиально не изменился. Конечно, каждый из отслеженных 14 годов имеет свои особенности, состоящие в том, что 4 года из 14 по водности вегетационного периода равны и превосходят свои аналоги года 10% обеспеченности, а не вегетационный сток (1X—X11, 1—Ш) все эти годы находился в пределах 90-50% обеспеченности. Отмеченные особенности отражают, по-видимому, наметившиеся изменения в природе формирования стока, но главное, все отслеженное четырнадцатилетие по водности при наличии столь мощного регулятора — Токтогула было относительно многоводным. Однако режим эксплуатации Токтогульского водохранилища в эти годы был трансформирован в энергетический. Водовыпуск из водохранилища, как видно из графиков, начал удовлетворять требования производства электроэнергии. В таком режиме не вегетационные попуски по Нарын-Сырдарье возрастают на 3-4 км<sup>3</sup>, и на эту же величину практически уменьшается вегетационный сток, вследствие чего в большей части несут ущербы земледельцы Сырдарьинской и Джизакской областей Узбекистана [20, 21]. Они (ущербы) достигают в растениеводстве 50 % и более от средней урожайности. Казахстан благодаря Чардаринскому водохранилищу с полезной емкостью около 5 км<sup>3</sup> и притоку в ствол Сырдарьи со среднего течения рек Чирчик, Ахангаран и Келес в год 90 % обеспеченности имеет гарантированный лимитами еще «советских схем» вододелиния объем притока. Более того, повышенная водность последних лет позволила Казахстану частью обводнить дельту Сырдарьи, восстановить рыбопромысловое значение залива Сары-Чаганак [13, 18].

Маловодные годы, видимо, характеризуются ущербом и на некоторых орошаемых массивах Таджикистана с водозаборами ниже Кайраккумского и в створе плотины Фархадского водохранилища [18]. В стоимостном выражении годовая выработка электроэнергии на Нижненаарынском каскаде (2001 г.) оценивается ( по региональным ценам ) примерно в 250-300 млн. долл. США [21]. Но, вероятно, эта электроэнергия не имела платежеспособного спроса.

Прямой ущерб хлопководству в двух названных областях Узбекистана ориентировочно оценивается в 75-100 млн. долл. США. И это при наличии спроса на хлопок. Частью летний экспорт электроэнергии Кыргызстана в Узбекистан покрывался импортом природного газа и зимними поставками электроэнергии. По энергетическому эквиваленту ежегодно экспорт Кыргызстана (импорт Узбекистана) в 1993—1999 гг. составлял приблизительно 930—1015 ГВтч [18]. Но сальдо взаимопоставок было отрицательным для Кыргызстана, и его ежегодная задолженность в текущих ценах достигала 6,5-25,9 млн. долл. США. Ситуация парадоксальная: неся ущербы в сельском хозяйстве из-за изменения режима эксплуатации Токтогульского водохранилища, Узбекистан щедро поставлял природный газ (и электроэнергию) Кыргызстану. Такого рода неэквивалентный обмен прекратился. Но ущербы сельского хозяйства из-за отклонений от естественного режима речного и летних наведенных маловодий продолжают. И только повышенная водность по всему бассейну Сырдарьи несколько компенсировала наводимые маловодья.

Урожайность ведущей культуры растениеводства — хлопчатника варьировала в 1993—1998 гг. в пределах 20—35 ц/га, а новой для земледельцев культуры — пшеницы (на орошении) возросла с 24,3-35 до 38-71 ц/га. Однако риски земледельцев, несмотря на стремление к их снижению, возрастают из-за неустойчивости как природных, так и социально-экономических факторов. Природные факторы, связанные с глобальным потеплением, повышают требования на воду «дикого мира», экономики и населения. К тому же таяние ледников и снижение площадей горного оледенения формируют «отложенные» на будущее проблемы. По крайней мере, ожидания по водобразованию противоречивы - от повышения водности рек на 5-10% до снижения почти на одну треть [2, 3, 18, 20].

Для преодоления таких проблем требуется заблаговременная подготовка, что в первую очередь основывается на социальной мобильности. Однако опыт, пусть пока еще и небогатый, по преодолению анемии прошлого времени и порожденной ею социальной апатии свидетельствует о формировании активности лишь в среде собственников. В связи с этим заметим, что главная рекомендация конференции «Аральский кризис: экологические проблемы Средней Азии» (Блумингтон, Индиана, 14-19 июля 1990 г.) о введении «всеохватывающей и работающей системы рыночной экономики» получила признание и претворяется в реальность. Кстати, это редкость, когда научные рекомендации в условиях Средней Азии, благо они со стороны, начали внедряться.

Однако для их реализации в полной мере требуется время, так как внедрение новой водохозяйственной парадигмы возможно в современную социокультурную среду. Становление такой среды и ее полномасштабное формирование — настоятельная необходимость для социально-экологического развития.

Разработчики [4] показали, что развитие сельскохозяйственного производства в основном соответствует темпам, которые были запроектированы в схемах комплексного использования водных ресурсов бассейнов рек, в том числе и Сырдарьи [14, 15], но есть и существенные отклонения. Низкими темпами осуществлялись капитальные вложения на мелиоративные мероприятия при освоении земель. Это отрицательно сказалось на их продуктивности, что повлекло за собой невыполнение основных проектных решений [4, с.8-9]. Например, разработчики [4] оценивают недофинансирование мероприятий схемы Аральского моря [14 и др.] за 1971—1985 гг. почти на одну треть (а это почти 8 млрд. руб.). Здесь следует обратить внимание на недофинансированность мелиоративных мероприятий. Такое положение дел было и в Ферганской долине, и, казалось бы, «идеальные» по замыслу ирригационные и мелиоративные системы в сочетании были призваны обеспечить высокопродуктивное растениеводство. Однако почти повсеместно не обеспечены запроектированные мелиоративные режимы, что приводит орошаемое земледелие к водозатратности в целом и проявлениям солевого фактора, а также загрязнению вод, как в регионе, так и в подкомандных ему регионах бассейна Сырдарьи. Сам же достигнутый уровень продуктивности базируется на затратных факторах и с экономической стороны оценивается как малорентабельный, по крайней мере, непосредственно для производителя. Парадоксальность складывающейся ситуации имеет свои концептуальные основания, с одной стороны, в незавершенности и несовершенстве конструктивных принципов развития ирригации и мелиорации, а с другой — в том, что преодоление «незавершенки» осуществляют носители и творцы руководящих идей схемных проработок и их проектных воплощений, пока еще не выработав адаптивных к рыночным отношениям и новым геополитическим условиям предложений. Поэтому ряд разработок, выполненные последние годы на средства или под эгидой международных фондов и спонсоров [8], пока «ложатся на полку», так как не содержат взаимоприемлемых решений для стран Центральной Азии. Причина этому — институциональная неупорядоченность водно-земельных отношений, прежде всего, в каждой стране в отдельности и в общем по бассейну. Концепция интегрированного управления водными ресурсами [2] в том формате, что предлагают ее разработчики [7], требует адаптации в специфическую социальную структуру с укорененным традиционализмом. Внедрение неадаптированной к местным условиям системы управления привнесет неустойчивость в сложившийся порядок институализации и чревато социальными рисками.

Ныне, по-видимому, следует разработать систему мер по преодолению ошибок и недоработок прошлого и уже накопленных за годы независимости недоразумений и противоречий. Не исключено, что необходимо отойти от руководящей идеи подсчета располагаемых водных ресурсов, когда в их количество засчитываются возвратные воды. Эта категория представляет собой аналог сточных вод промышленности и жилищного быта. Поэтому она является негативным фактором формирования экологической ситуации [12]. Избежать формирования возвратных вод по технологиям орошаемого земледелия и по логике гидрохимических процессов в ближайшей перспективе (возможно, и в отдаленной) нельзя. Но ничто в формате обладаемых технологий не мешает минимизировать их количество (кроме стоимости). В связи с этим в число управляемых параметров выдвигаются безвозвратные потери (изъятие) стока. Урожай растениеводства обеспечивает продуктивное испарение. Оно несколько меньше суммарного испарения (эвапотранспирации), которое начинается с водозабора из источника орошения и протекает во всех технологических звеньях орошаемого земледелия, вплоть до сброса в конечной водоприемник. Оценочно продуктивное испарение по всей Ферганской долине варьирует в пределах 7-9 км<sup>3</sup>/год, а суммарное (вместе с местными атмосферными осадками) достигает 14-16 км<sup>3</sup>/год. Собственно, и эти оценки требуют своего уточнения по данным прецизионных агрометеорологических и гидрологических наблюдений на орошаемых массивах. Но в любом случае при водodelении квотах стран на водные ресурсы наряду с правом на водозабор по разделам «водопользование» и «водопотребление» следует предусматривать лимиты на безвозвратные потери, возвратные воды и

требования к качеству последних. Такое лимитирование потребует пересмотра сложившихся мелиоративных режимов орошаемых земель и предопределил новую конфигурацию ирригационных и мелиоративных сетей, оптимальное решение гидротехнических и технологических аспектов внедрения концепции интегрированного управления водными ресурсами региона. Не исключено, что изменение методологии квотирования позволит сблизить позиции верховых стран — Кыргызстана и Таджикистана и низовых — Узбекистана и Казахстана по установлению размера квот. Верховые страны практически полно используют речной сток в гидроэнергетике и планируют наращивать свои мощности в этой отрасли. Гидроэнергетика является водопользователем, и ее безвозвратное водопотребление даже на каскаде находится в пределах точности определения гидравлических характеристик. Для верховых стран принципиальна квота на безвозвратное водопотребление [3], так как использование водных ресурсов в гидроэнергетике находится под их юрисдикцией. Собственно, заинтересованность в значительной квоте на безвозвратное водопотребление у верховых стран связана с надеждами на их продажу соседям. Вряд ли эти ожидания оправданы. Не менее принципиальна квота безвозвратного водопотребления и для низовых стран, но для них в связи с изменением изначального режима водохранилищ многолетнего регулирования возникает фундаментальная проблема контррегулирувания. Имеющийся факт безвозвратного сброса стока в невегетационный период в Айдар-Арнасайское озерную систему, а это в среднем за последние пятнадцать лет около 4 км<sup>3</sup>/год [20], для аридных стран неприемлем. Уже ныне это приводит к экономическому и экологическому ущербу, а в перспективе приведет к образованию в Узбекистане очередного мертвого озера площадью 3-4 тыс. км<sup>2</sup>.

Весьма остра в регионе проблема питьевого водоснабжения. Хотя областные центры и большинство городов и райцентров имеют системы централизованного хозяйственного водоснабжения, часть сельских населенных пунктов - децентрализованного, другие же не имеют таковых [4, с. 132]. В общем потребность в питьевой воде оценивается в Андижанской области в 0,18 км<sup>3</sup>/год, в Наманганской - ~0,18, в Ферганской - ~0,27 [4, с. 133-136]. В Фергано-Маргиланском и Коканд-Какирском промрайонах происходит загрязнение подземных вод [10, с. 49-50].

Невегетационные энергетические попуски по Нарыну коренным образом изменили водохозяйственную обстановку в бассейне р. Сырдарьи и в частности в Ферганском регионе. Однако целостной научной картины последствий и коренных преобразований на фоне физического и морального старения фондов водного хозяйства и мелиорации при их изначальных недостатках пока не получено. Таким образом, будущее орошаемого земледелия, которое составляет основу экологической ниши населения в Ферганской долине, не имеет очерченной перспективы. Не принятие действенных превентивных мер чревато повышающимися из года в год рисками.

Как видно из изложенного, земельно-водные отношения в Ферганском регионе отражаются на экологическом состоянии как его территории, так и подкомандных ему регионов бассейна р. Сырдарьи. В совокупности со вновь внедренным гидроэнергетическим режимом водопользования и глобальным потеплением все это приводит к снижению продуктивности экологической ниши и ее комфортности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Узбекской ССР. Часть первая. Москва; Ташкент: ГУГК СССР - АНУз ССР, 1982. 124 с.
2. Вода - жизненно важный ресурс для будущего Узбекистана. Ташкент: ПРООН Узбекистана, 2007. 128 с.
3. Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Бишкек: ИВП и ГЭ НАН КР, 2001. 178 с.
4. Генеральная схема использования орошаемых земель, водных ресурсов и их охраны в Узбекской ССР на период 1991-2105 гг: Основные положения. Ташкент: Объединение «Водпроект», 1990. 375 с.
5. Гидроэнергетика бассейна Аральского моря: Пресс-релиз. Ташкент: Ташгидропроект, 1994. 28 с.
6. Глобальные экологические конвенции: стратегические направления действий по развитию потенциала. Ташкент: ГЭФ / ПРООН, 2006. 84 с.
7. Основные положения водной стратегии бассейна Аральского моря. Алма-Ата; Бишкек; Душанбе; Ташкент: МГС, 1996. Кн. 1. 209 с.
8. Давыдов А.И. Земельный фонд Узбекской ССР и его использование. Ташкент: Фан, 1971. 356 с.
9. Ирригация Узбекистана. Ташкент: Фан, 1975. Т. II. 360 с.
10. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов Республики Узбекистан. Ташкент: СЫпогЕ^К, 2002. 168 с.

11. *Рубинова Ф.Э.* Изменение стока р. Сырдарьи под влиянием водохозяйственного строительства в ее бассейне. М.: Гидрометеониздат, 1979. 139 с.
12. *Рубинова Ф.Э.* Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря. М.: Гидрометеониздат, 1987. 131 с.
13. *Сарсенбеков Т.Т.* и др. Использование и охрана трансграничных рек в странах Центральной Азии. Алматы: Атамур, 2004. 272 с.
14. Схема комплексного использования водных ресурсов бассейна Аральского моря. Основные задачи и направленность работ. Ташкент: Средгазгипроводхлоп- пок, 1970. 34 с.
15. Схема комплексного использования водных ресурсов бассейна реки Сырдарьи. Предварительный водный баланс на перспективу. Конспективная записка. Ташкент: Средгазгипроводхлопок, 1969. 126 с.
16. Схема комплексного использования водных ресурсов бассейна реки Сырдарьи. Конспективная записка. Ташкент: Средгазгипроводхлопок, 1969. 122 с.
17. Схема комплексного использования водных ресурсов бассейна Аральского моря. Сводная записка. Ташкент: Средгазгипроводхлопок, 1973. 408 с.
18. Усиление регионального сотрудничества по рациональному и эффективному использованию водных и энергетических ресурсов Центральной Азии. Нью- Йорк: ООН, 2003. 125 с.
19. Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р Сырдарьи. КОР- ректирующая записка. Ташкент: Средгазгипроводхлопок, 1983. 124 с.
20. *Чуб В.Е.* Гидрометеорологические аспекты безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений // Водохранилища, чрезвычайные ситуации и проблемы устойчивости. Ташкент: Университет, 2004. С. 73-78.
21. *Шерфединов Л.З., Пак Е.Л.* Центральная Азия: ирригационно-энергетическое «противостояние» // Там же. С. 114-122.
22. *Хасанов А.С., Шерфединов Л.З.* Аридный гидрогеолого- мелиоративный процесс на примере бассейна Сырдарьи. Ташкент: Фан, 1987. 153 с.

## ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ПРИТОК МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ И ТОКСИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО Р. ИЛЕ

Н. А. АМИРГАЛИЕВ<sup>1</sup>, Л. Т. ИСМУХАНОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Заведующий лабораторией Института географии РК, д.г.н., профессор;

<sup>2</sup>Младший научный сотрудник

*Минералды тұздар және токсикологиялық қосылыстардың Іле өзені арқылы трансшекаралық ағысы зерттелген, мыс, мырыш, фенол және т.б. қосылыстардың ағысының мөлшері шектеулі деңгейден асуы анықталған. Токсиканттардың максималды ағыны көктем-жаз мезгілінде тіркелген.*

*Исследован трансграничный приток минеральных солей и токсичных соединений по р. Иле, выявлено превышение предельно допустимого уровня стока по меди, цинку, фенолам и другим соединениям. Максимальный сток токсикантов зарегистрирован в весенне-летний период.*

*Transboundary inflow of mineral salts and toxic connections is investigated on area Ile, excess of maximum permissible level of a drain on copper, zinc, phenols, etc. connections is revealed. The maximum drain toxic is registered during the spring year-old period.*

Для оценки качества трансграничного стока р. Иле и объема поступающих токсикантов использованы многолетние данные сети Казгидромета по створам г/п 164 км выше Капшагайской ГЭС за 2001-2009 гг. и Добын за 2008-2009 гг. На основании этого материала рассчитаны объемы месячного и годового стока токсичных соединений (меди, цинка, свинца, кадмия, мышьяка, фенолов и нефтепродуктов) и главных ионов (минерализации) в трансграничном притоке р. Иле.

Изучение выноса химических веществ является одним из важных вопросов в условиях большого динамизма речного стока и химического состава воды под воздействием антропогенных факторов. Расчет стока химических веществ имеет большое значение не только для оценки ряда составляющих химического баланса и биологической продуктивности, но и для познания интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов, происходящих в бассейне реки. Следовательно, изучение многолетней динамики этого процесса позволяет глубже понять характер влияния тех или иных литологических и антропогенных факторов в бассейне на формирование химического состава и качества речной воды. Исследование этого вопроса особенно важно в современных условиях для оценки уровня загрязненности поступающих на территорию Казахстана трансграничных вод из сопредельных государств с учетом того, что республика расположена в нижнем течении всех основных трансграничных рек.

Химический сток рек Казахстана в целом изучен слабо. Для рек Тобыл и Аят он рассчитан И. С. Соседовым и Ц. И. Слуцкой [1]. Позже сток химических соединений был определен для р. Урал [2], для рек бассейна оз. Балкаш [3, 4] и для некоторых других рек Казахстана [5]. Материалы по стоку химических веществ рек бассейна Аральского моря, изложенные в работах К. М. Степановой [6] и Н.Ф. Соловьевой [7], относятся к периоду до зарегулирования стока Сырдарии и Амударии. Впоследствии подобные расчеты были проведены рядом авторов [8-12]. Некоторые сведения об ионном стоке р. Иле имеются лишь в работе [8].

Сток химических веществ рассчитывали по методике О. А. Алекина и Л. В. Бражниковой [13, 8].

Годовые объемы стока ряда токсикантов, по которым имеются более подробные сведения, даны в таблице. Заметно отсутствие тесной зависимости между годовыми значениями стока воды и минеральных солей; максимум стока главных ионов 5590 тыс. т (2005 г.) соответствует годовому объему водного стока 15,53 км<sup>3</sup>, а минимум ионного стока 4155 тыс. т - водному стоку относительно многоводного 2006 г. Однако по данным 2008 и 2009 гг. эти показатели в целом друг друга коррелируют.

Наблюдаемое несоответствие годового стока рассматриваемых токсичных компонентов водному стоку в целом - закономерное явление, указывающее на наличие в водосборной части бассейна реки источников антропогенного загрязнения этими соединениями. Следовательно,



концентрация токсикантов в трансграничном стоке возрастает преимущественно за счет вносимых загрязнителей, а роль денудационных процессов в бассейне, очевидно, имеет подчиненное положение.

#### Годовые объемы притока химических соединений по р. Иле через г/п 164 км

Год	Водный сток, км <sup>3</sup>	X, тыс. т	Си, т	2п, т	Фенолы, т	Нефтепродукты, т
2001	17,60	4433	186,4	613,2	55,7	
2003	15,08	4996	72,9	212,1	13,5	1273
2004	14,68	4853	82,4	190,7	33,7	638,2
2005	15,53	5590	87,0	217,2	18,4	625,1
2006	17,23	4155	85,8	35,6	9,3	778,3
2007	15,43	4972	137,1	58,7	14,9	742,3
2008	12,83	4312	106,3	18,0	0,9	443,7
2009	13,48	4255	85,3	25,2	1,5	197,2

Анализируя многолетний материал, необходимо отметить, что объем трансграничного притока токсичных веществ по реке имеет тенденцию к снижению. Этот позитивный процесс более характерен для цинка, фенолов и нефтепродуктов.

Наиболее многоводным был 2001 г., и, как следствие, на него приходится наибольший приток загрязняющих веществ. Зависимость от объема водного стока свойственна не всем токсикантам. Так, сток фенолов в 2005 г. значительно снизился по сравнению с 2004 г., несмотря на рост водного стока почти на 1,0 км<sup>3</sup>. Приток нефтепродуктов в 2004 и 2005 гг. находился примерно на одном уровне при разности водного стока в 1,6 км<sup>3</sup>, причем объем стока нефтепродуктов в эти годы был в 2 раза меньше значений 2003 г., когда водный сток составил 15,08 км<sup>3</sup>, т.е. меньше, чем в 2005 г.

Суммарные годовые объемы стока тяжелых металлов и фенолов значительно колеблются по годам при сравнительно близких по величине объемах годового водного стока. Так, в 2003, 2004, 2005 и 2007 гг. при близких объемах водного стока реки (по г/п 164 км выше Капшагайской ГЭС) в пределах 14,68–15,53 км<sup>3</sup> зафиксированы заметные изменения стока загрязняющих веществ. Сток цинка от 212,1 и 217,2 т в 2003 и 2005 гг. снизился в 2007 г. до 58,7 т, а в 2006 г. при годовом водном стоке 17,23 км<sup>3</sup> сток этого элемента составил 35,6 т.

Сток меди в отличие от цинка в эти годы имел тенденцию к росту от 72,9 т в 2003 г. до 137,1 т в 2007 г., т.е. увеличился почти в 2 раза. Сток фенолов в последние годы заметно снизился. Заметные межгодовые колебания трансграничного стока загрязняющих веществ зависят главным образом от концентрации токсичных веществ в речной воде.

Трансграничный приток загрязняющих веществ значительно колеблется по сезонам года. На протяжении всего периода наблюдений максимальный приток загрязняющих веществ регистрируется в летний период, а минимальный — в зимний (рис. 1).

Летом приток загрязняющих веществ составляет от годового стока за отдельные годы 45—55 % по цинку, 33—55 % по меди и 40—55 % по фенолам. Главным фактором внутригодового распределения стока токсичных соединений является водный сток, объем которого за летний период (VI—VIII) достигает в отдельные годы 36—48 %.

На рис. 2 и 3 представлено внутригодовое изменение притока загрязняющих веществ за ряд лет по г/п 164 км. В 2003—2005 гг. для тяжелых металлов, особенно для цинка, были характерны большие перепады стока в течение года с максимальными значениями в весенний и летний периоды. В 2006 и 2007 гг. наиболее высокие объемы стока были свойственны меди, сток которой увеличивался и зимой в результате роста ее концентрации в трансграничном стоке. Сток цинка в эти годы существенно уменьшился, и внутригодовой его режим приобрел более сглаженный вид с некоторым подъемом в весенне-летние месяцы.

Для стока фенолов характерен более равномерный внутригодовой режим. Более повышенный уровень этого показателя зарегистрирован в 2004 и 2005 гг. В отдельные месяцы фенолы в трансграничном стоке отсутствовали. Имеется определенная зависимость объема стока

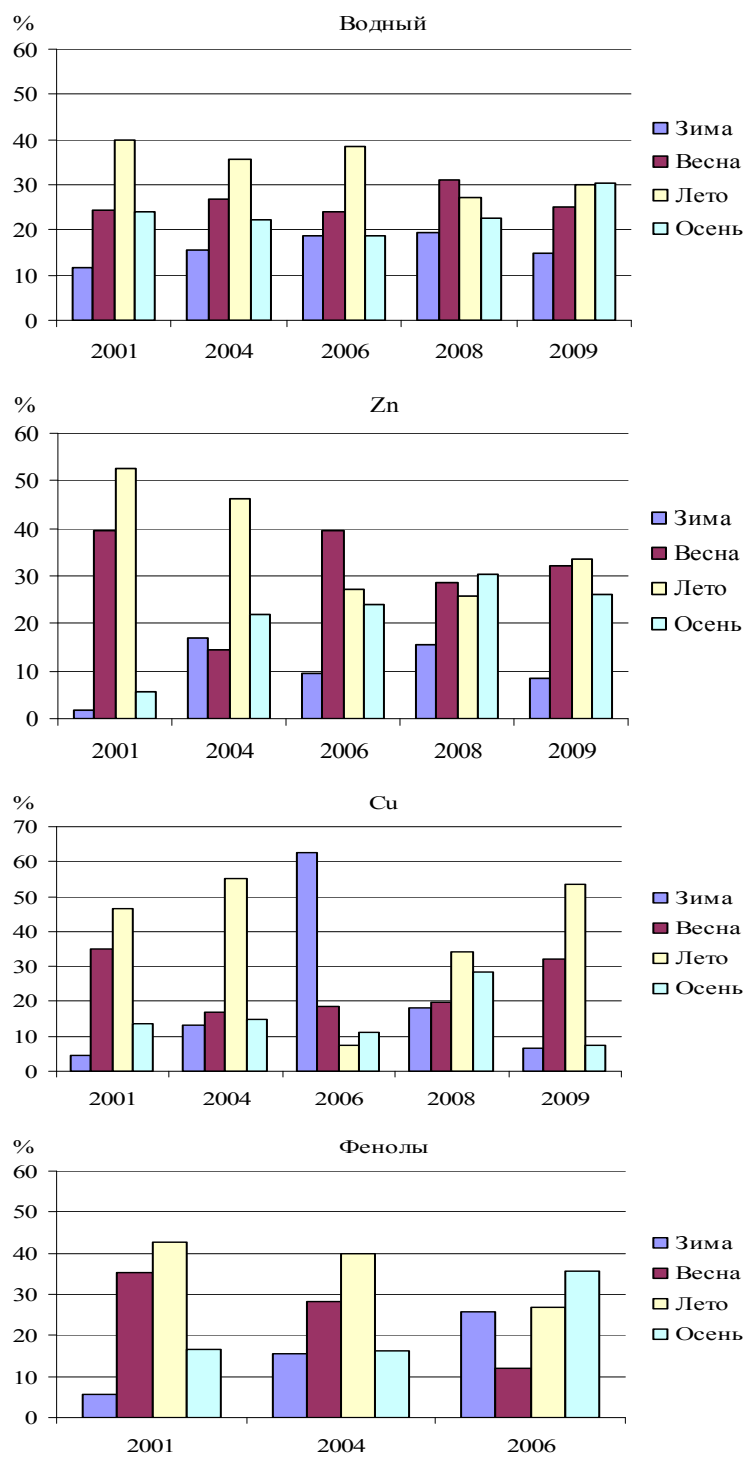
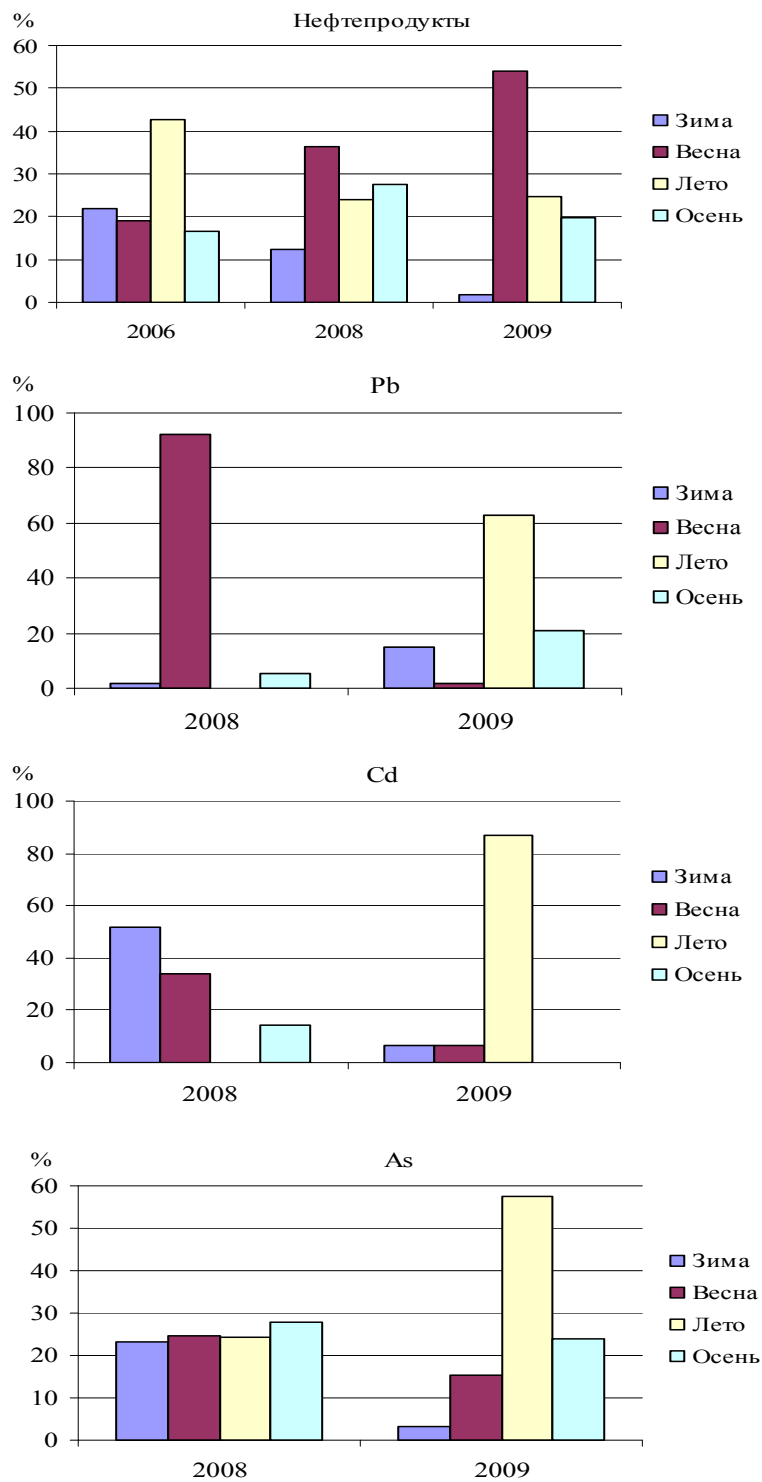


Рис. 1. Сезонное изменение стока воды и



и токсичных соединений за ряд лет по г/п 164 км, %

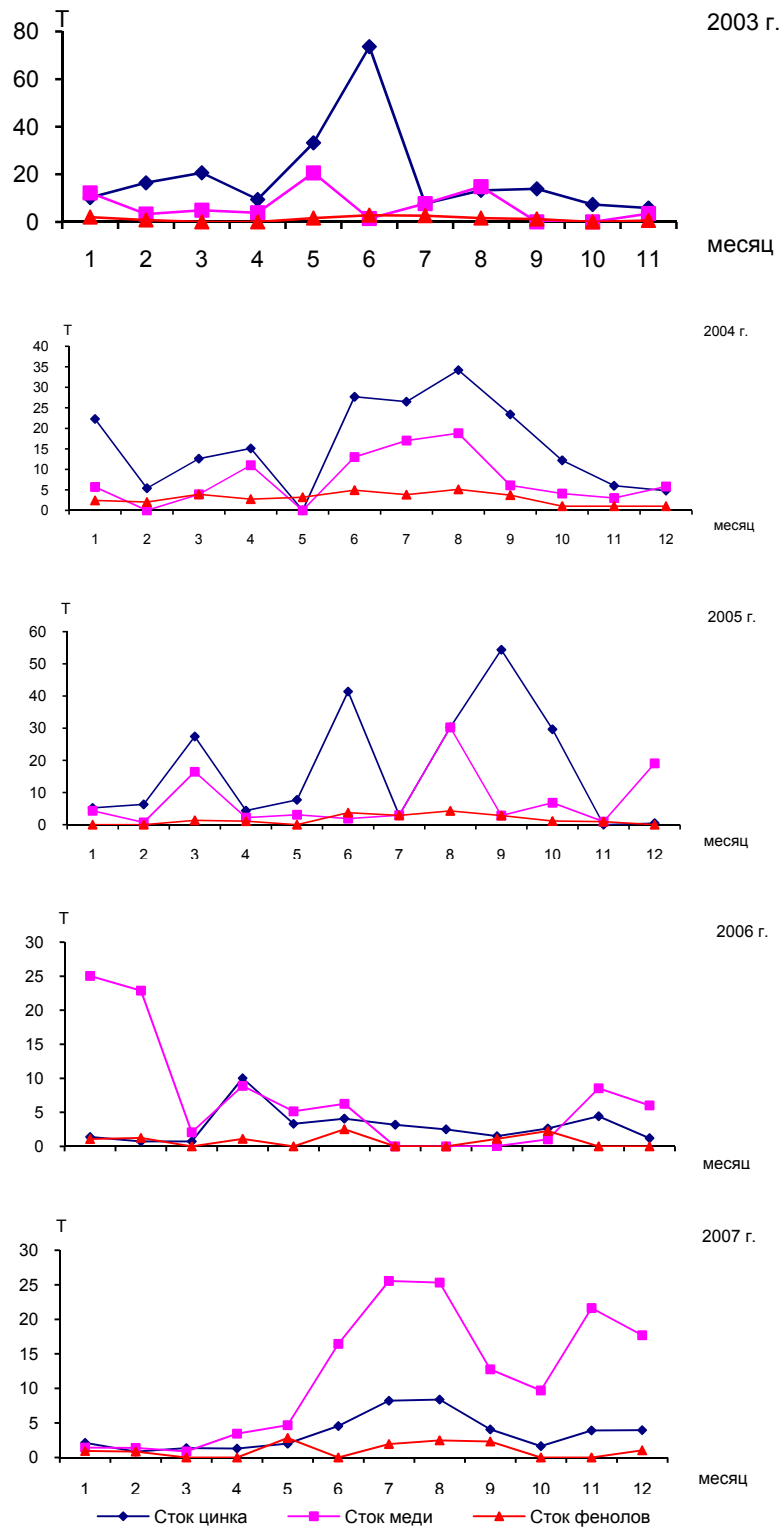


Рис. 2. Внутригодовое изменение притока загрязняющих веществ по р. Иле за 2003-2007 гг.

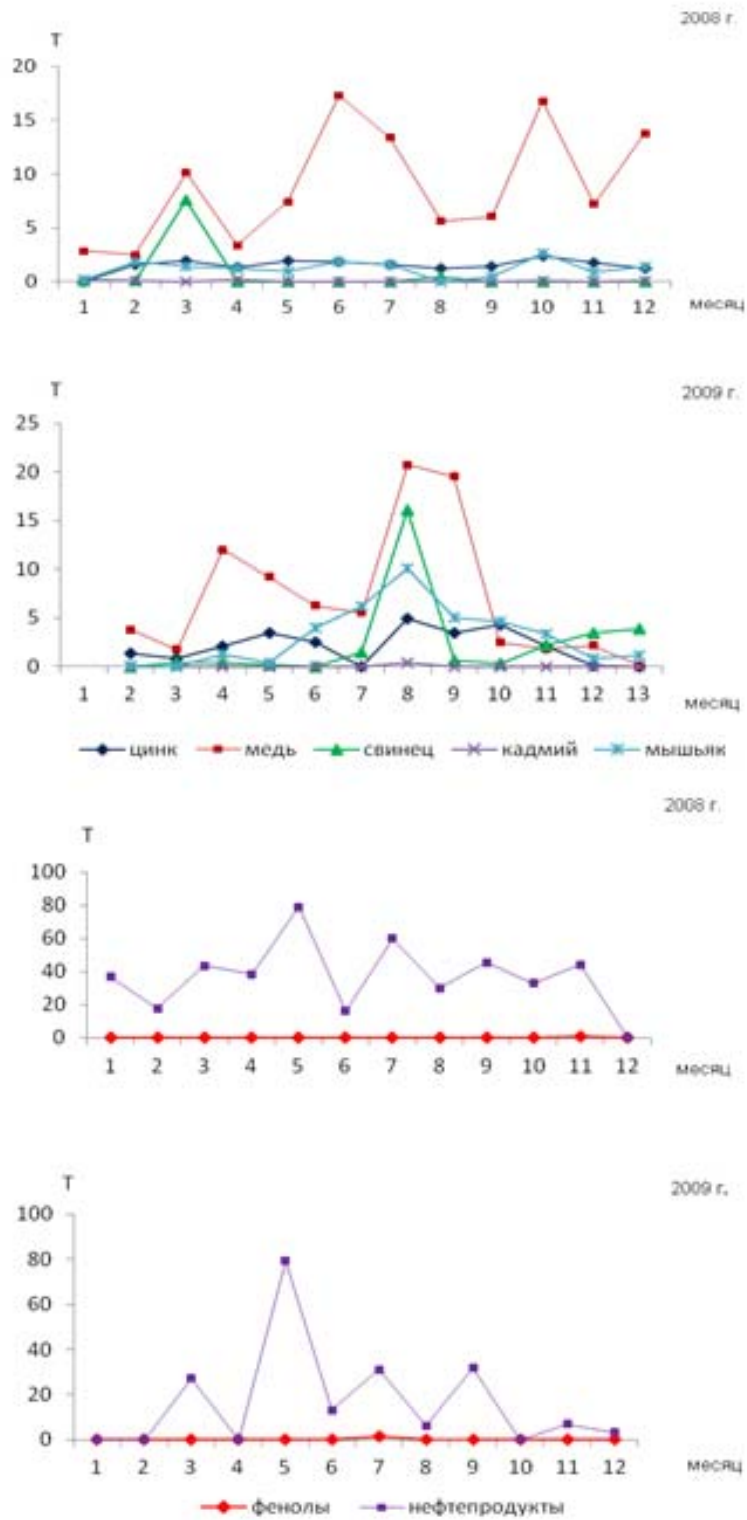


Рис. 3. Внутригодовое изменение притока загрязняющих веществ по р. Иле за 2008 и 2009 гг.

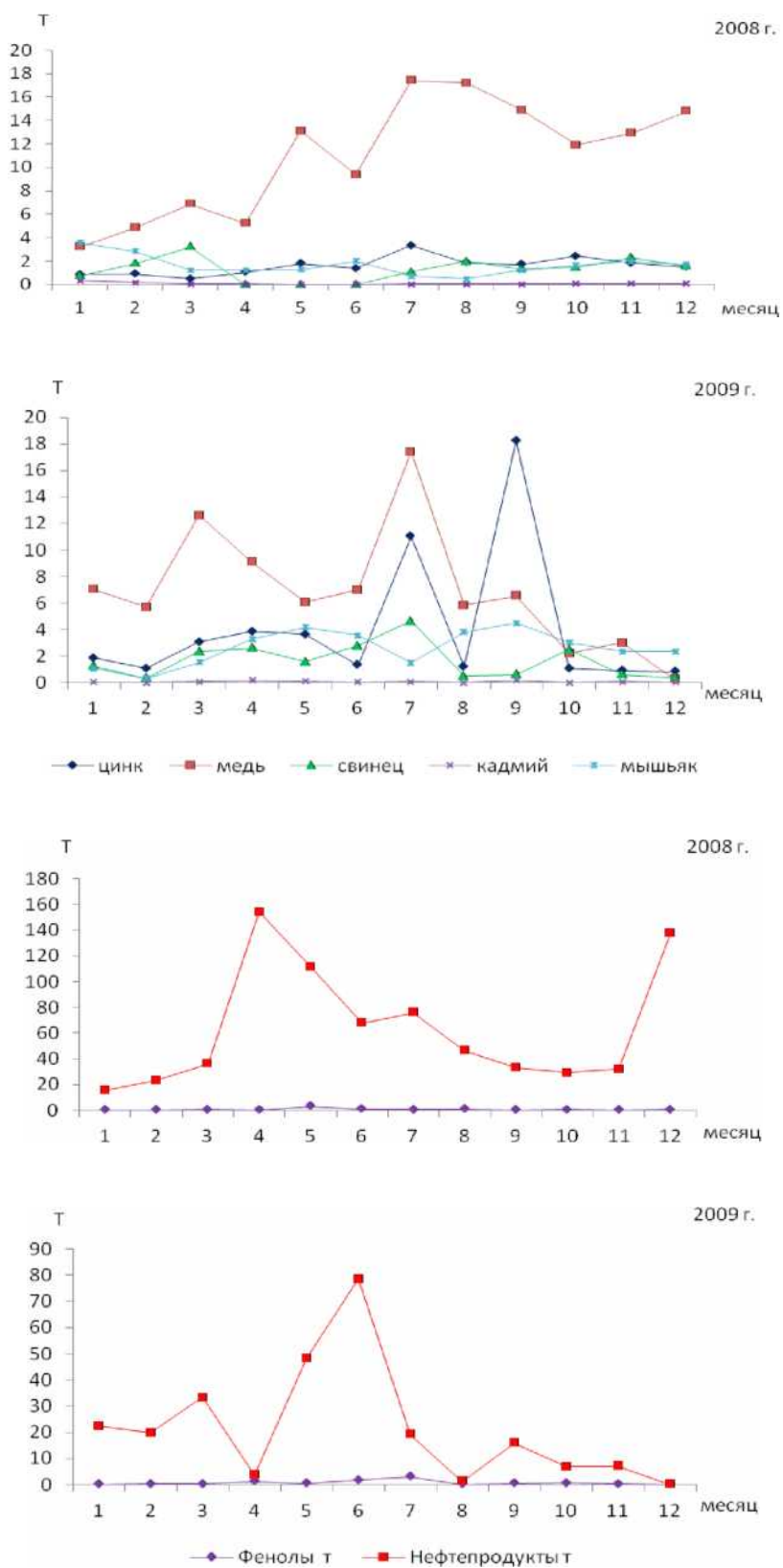


Рис. 4. Внутригодовое изменение стока загрязняющих веществ р. Иле за 2008-2009 гг. по г/п Добын



нефтепродуктов и цинка от стока воды, которая более наглядно просматривается по данным 2008 и 2009 гг., т.е. в годы наименьшего притока воды. Отличительных черт в межгодовой динамике стока фенолов и минеральных солей (главных ионов) не обнаруживается, первые, особенно в последние годы, часто отсутствовали.

В 2008 и 2009 гг. на г/п 164 км Казгидромет заметно расширил перечень анализируемых в воде ингредиентов. По проведенным нами расчетам годовые объемы притока ряда токсичных металлов характеризуются следующими данными, т:

Год	Свинец	Кадмий	Мышьяк
2008	8,21	0,56	14,22
2009	29,06	0,46	36,95

Внутригодовой режим стока этих элементов показан на рис. 3.

Объем трансграничного притока загрязняющих веществ за 2008 и 2009 гг. рассчитан также по г/п Добын (рис. 4). Из-за отсутствия данных о водном стоке по створу Добын при расчете сток воды взят по г/п 164 км.

В 2008 г. для тяжелых металлов внутригодовой режим стока был в целом плавным, высокими значениями выделялся лишь сток меди. Стоки остальных элементов близки между собой. В течение 2009 г. для стока всех элементов были характерны большие перепады с максимальными значениями в основном с июня по сентябрь, что соответствует режиму водного стока.

Доминирующее положение стока меди сохранилось и в 2009 г., в отдельные месяцы — июль и сентябрь отмечалось резкое повышение концентрации и стока цинка. В 2008 и 2009 гг. суммарные стоки всех четырех тяжелых металлов были близки между собой и составили в 2008 г. 167 т, а в 2009 г. — 151 т, хотя объем водного стока в 2009 г. был несколько выше.

Для стока фенолов характерен более равномерный внутригодовой режим. В отдельные месяцы фенолы в трансграничном стоке отсутствовали.

Сток нефтепродуктов существенно колеблется по годам и сезонам. Во внутригодовом цикле наибольший объем стока приходится на весенне-летние периоды, отдельные подъемы концентрации и соответственно стока нефтепродуктов отмечены осенью и зимой.

Значительные внутригодовые колебания стока всех рассматриваемых параметров свидетельствуют о наличии антропогенных источников загрязнения в бассейне р. Иле на территории КНР.

Сравнивая внутригодовой режим стока рассматриваемых токсикантов за 2008 и 2009 гг. по г/п Добын и 164 км (см. рис. 3 и 4), можно отметить, что максимальный объем притока и резкие внутригодовые колебания характерны для меди. Значительный подъем стока цинка особенно во второй половине 2009 г. зарегистрирован на обоих створах и для цинка. Остальные металлы по внутригодовому стоку в целом были аналогичны.

Заметное изменение в течение года свойственно стоку нефтепродуктов. Максимальный сток их в 2008 и 2009 гг. по г/п 164 км и в 2009 г. по г/п Добын достигал 80 т в мае и июне. По Добыну объем притока их в 2008 г. был выше и составлял 140—150 т весной и зимой. Ход внутри годового притока фенолов аналогичен по створам и без заметных колебаний во времени.

Различие в величинах стока отдельных компонентов в рассматриваемых створах при одинаковых взятых для расчета объемах водного стока, естественно, зависит от концентрации токсичных соединений в воде.

Регистрируемый повышенный уровень стока токсикантов у г/п Добын более объективно характеризует степень загрязненности трансграничного притока р. Иле. Результаты сравнительного анализа позволяют предположить, что снижение стока токсикантов у г/п 164 км является результатом процессов самоочищения речных вод, интенсивность которых существенно различается по сезонам года.

На основании изложенного можно заключить, что:

трансграничный сток р. Иле характеризуется повышенным содержанием меди, цинка, фенолов, иногда и других соединений; во внутригодовом аспекте более высокие значения стока регистрируются в весенне-летние периоды;

наблюдаемое в подавляющем большинстве случаев несоответствие годовых значений стока токсикантов водному стоку может быть результатом наличия в водосборной части реки источников антропогенного загрязнения этими токсичными соединениями; концентрация и сток токсичных соединений у г/п Добын выше, чем у г/п 164 км, содержание их по течению реки снижается под влиянием процессов самоочищения речных вод;

в последние годы прослеживается тенденция снижения концентрации и стока ряда токсикантов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Соседов И.С., Слуцкая Ц.И.* Гидрохимическая характеристика верховьев рек Тобол и Аят // Изв. АН КазССР. Сер. энергетическая. 1956. Вып. 11. С. 3-12.
2. *Амиргалиев Н.А.* Ионный сток реки Урал в солевом балансе Каспийского моря // Изв. АН КазССР. Сер. хим. 1966. № 3. С. 35-40.
3. *Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Шильников-ская Л.С.* Биогенный сток рек в оз. Балхаш // Водные ресурсы. 1984. № 6. С. 97-103.
4. *Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н.* Антропогенная составляющая биогенного стока рек как главный элемент экологического мониторинга поверхностных вод бассейна оз. Балхаш // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши. Ростов-на-Дону: Гидрометеиздат, 1987. Т. 111. С. 16-17.
5. *Вампилов В.Г., Желваков И.С., Ковин М.И., Сыдыков Ж.С.* Поверхностный химический сток на территории Казахстана // Вестник АН КазССР. 1975. №1. С. 16-24.
6. *Степанова К.М.* Вещества, сбрасываемые водой рек Амударьи и Сырдарьи в Аральское море // Докл. АН УзССР. 1948. № 2. С. 47-58.
7. *Соловьева Н.Ф.* Солевой и биогенный сток р. Сырдарьи // Тр. Лаборатории озероведения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 8. С. 84-111.
8. *Алекин О.А., Бражникова Л.Б.* Сток растворенных веществ с территории СССР. М.: Наука, 1964. 143 с.
9. *Никоноров А.М., Коренева В.И., Павленко Е.С.* Вынос минеральных компонентов стоком рек Амударьи и Сырдарьи // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. СПб.: Гидрометеиздат, 1991. С. 58-66.
10. *Амиргалиев Н.А., Елибаев Н.* Гидрохимия и качество водной среды водоемов бассейна Аральского моря в условиях его экологической деградации. Алматы, 1995. 71 с. Деп. КазГосИНТИ 5.09.95, № 6351-Ка95.
11. *Амиргалиев Н.А.* Особенности изменения ионного стока р. Сырдарьи в условиях усиления антропогенных воздействий в бассейне // Мат-лы симпозиума «Современные проблемы экологически чистых технологий и материалов», посвященного 85-летию члена-корреспондента НАН РК, профессора Б. А. Беремжанова. Алматы, 1996. С. 13-14.
12. *Амиргалиев Н.А.* Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия, проблемы водной токсикологии. Алматы: Бастау, 2007. 223 с.
13. *Алекин О.А., Бражникова Л.Б.* Методы расчета ионного стока // Гидрохимические материалы. 1963. Т. 35. С. 135-148.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВЕРХНЕГО ТОБЫЛА

Н. А. АМИРГАЛИЕВ<sup>1</sup>, А. У. ТУРСУМБАЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Заведующий лабораторией Института географии РК, д.г.н., профессор;

<sup>2</sup>Старший лаборант

*Мақала Тобыл езенінің жоғарғы ағысындағы су объектілерінің гидрохимиялық көрсеткіштері бойынша су сапасын кешенді бағалауына арналады. Ауыр металлдармен ластану дәрежесіне қарай Қаратомар суқоймасы «Төменгі ластану деңгейімен», Аят және Тобыл өзендері — «Жоғары ластану деңгейімен» бағаланды.*

*Проведена комплексная оценка качества воды водных объектов верхнего течения р. Тобыл по гидрохимическим показателям. По степени загрязнения тяжелыми металлами Каратомарское водохранилище оценено «умеренным уровнем загрязнения», а реки Аят и Тобыл — «высоким уровнем загрязнения».*

*Article is devoted a complex estimation of quality of water of water objects of headwaters of the river Tobyl on hydrochemical indicators. On pollution degree heavy metals the Karatomarsky water basin is estimated by «Moderate level of pollution», and the rivers Aiat and Tobyl - «High level of pollution».*

Верхнее течение р. Тобыл, включая р. Аят и другие притоки, имеет важное значение в экономике страны. Для обеспечения водой развивающейся горно-рудной промышленности в Костанайской области в 1964-1972 гг. в верхней части течения Тобыла и на его притоках создан каскад из пяти водохранилищ общей площадью около 200 км<sup>2</sup>, объемом воды 1,49 км<sup>3</sup>. Они предназначены для удовлетворения нужд в питьевой и технической воде ряда важных промышленных предприятий городов Костаная, Рудного, Лисаковска, Житикары, а также сельского хозяйства и многих населенных пунктов прилегающей территории. Речная сеть и водохранилища играют большую роль в рыбном хозяйстве.

Среднегодовое стока р. Тобыл на границе Казахстана около 900 млн. м<sup>3</sup>. Средние годовые расходы воды до зарегулирования стока были в пределах 5,4-10,5 м<sup>3</sup>/с, а после зарегулирования стока (в 1971-1975 гг.) составили 4,6 м<sup>3</sup>/с при максимуме 18,2 м<sup>3</sup>/с. Основным притоком р. Тобыл является р. Аят, среднегодовое стока которой в 1971-1975 гг. были равны 4,9 м<sup>3</sup>/с [1, 2].

Важным аспектом при исследовании реки и водохранилищ является оценка качественных показателей воды, поскольку водные ресурсы используются для питьевых и технических целей.

Гидрохимический режим, а также динамика ряда тяжелых металлов в водах речных систем и водохранилищ Верхнего Тобыла изучались нами с некоторыми перерывами в 1968-1984 гг. Полученные результаты приведены в ряде публикаций [3-10]. В последующие годы работ, посвященных эколого-токсикологическим вопросам водных объектов рассматриваемого региона, мы не встречали.

В данном сообщении дается комплексная оценка качества вод по трем водным объектам: р. Аят, Каратомарское водохранилище и р. Тобыл у г. Костаная - на основании анализа данных сети «Казгидромет» за 2010 г.

Важность расчета комплексного индекса загрязненности вод (КИЗВ) для указанных объектов заключается в следующем. Во-первых, рекам Тобыл и Аят принадлежит главная роль в формировании гидрохимического режима и качества вод всего каскада водохранилищ. Во-вторых, р. Аят относится к числу трансграничных рек, основная часть водосбора и около 80 % общей ее протяженности (117 км) находятся на территории Магнитогорской области РФ. Рудоносность этой территории и наличие там промышленных объектов черной и цветной металлургии, естественно, требуют оценки качества трансграничного притока в наиболее важное в каскаде Каратомарское водохранилище. И еще одним немаловажным обстоятельством является то, что сток р. Тобыл ниже г. Костаная является трансграничным для территории РФ.

Методы комплексной оценки качества поверхностных вод постоянно совершенствуются, предложен ряд вариантов, в той и иной степени уточняющих и дополняющих существующие методы. Более приемлемы, на наш взгляд, варианты методов, рекомендуемые профессором М. Ж. Бурлибаевым [11-13], которые использованы нами в данной работе.

Согласно рекомендованным методам расчета комплексной оценки загрязненности вод весь перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, разделен на следующие условные группы: главные ионы, биогенные элементы, тяжелые металлы, ядовитые соединения, органические вещества, хлорорганические пестициды. Из этих шести групп гидрохимических и токсичных показателей в используемой нами базе данных имеется информация по четырем группам — главные ионы, биогены, органические вещества и тяжелые металлы.

Основной принцип оценки качества природных вод, официально утвержденный и повсеместно используемый в водоохранной практике, состоит в сравнении значений показателей состава и свойств исследуемой воды с существующими нормативными значениями предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ.

Для расчета КИЗВ по принятым методам берутся загрязняющие ингредиенты, концентрация которых превышает собственные ПДК. Поскольку почти во всех водоемах и водотоках республики обитают ихтиофауна и другие водные животные, качество воды водных объектов должно оцениваться строго с использованием нормативов для вод рыбохозяйственных водоемов.

По полученным аналитическим данным в водах рассматриваемых объектов из числа главных ионов незначительно превышают собственные ПДК сульфаты и щелочные металлы ( $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ ), редко магний. Согласно существующим методам эти показатели должны быть включены в расчет КИЗВ.

Однако, на наш взгляд, в расчет КИЗВ главные ионы природных вод включать вообще не следует, так как эти анионы и катионы не являются загрязняющими веществами, а представляют собой природные компоненты, содержание которых зависит от почвенно-климатических, гидрогеологических и других генетических особенностей территории формирования состава вод, а также гидрологического режима водоемов (проточность и др.) Они могут быть учтены для расчета КИЗВ в речных водах или в водах определенных частей крупных водоемов в том случае, если имеется рост концентрации некоторых из них, например  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Na}^+$  и др., на конкретном створе по сравнению с фоновым створом под влиянием хозяйственной деятельности. Так, в бассейне р. Сырдарии на формирование солевого состава речных вод большое влияние оказывают коллекторно-дренажные воды, повышающие концентрацию  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ . Подобные обстоятельства, естественно, указывают на антропогенное загрязнение [14]. Высокие, превышающие ПДК концентрации главных ионов в воде озер Алаколь, Балкаш — результат влияния природных факторов, в первую очередь бессточного характера их режима.

КИЗВ — комплексная оценка уровня загрязненности вод, поэтому для расчета должны использоваться компоненты, антропогенно загрязняющие водный объект, но не все соединения и элементы, превышающие ПДК. Это следует учитывать особенно для водоемов и водотоков аридных территорий, воды которых содержат повышенные концентрации ряда главных ионов под влиянием природных условий формирования их состава. Исходя из изложенного при расчете КИЗВ главные ионы нами не учитывались.

Предложения о нецелесообразности включения в расчет КИЗВ главных ионов (при отсутствии воздействия антропогенных факторов) были высказаны нами в одной из предыдущих публикаций [15]. Цель такого методического подхода при расчете КИЗВ заключается в том, чтобы оценить истинный уровень загрязненности водных объектов химическими и токсичными соединениями, концентрация которых превышает нормативный уровень под влиянием антропогенных воздействий.

Из биогенных и органических соединений отмечалось незначительное превышение уровня ПДК по аммонийному азоту и летучему фенолу в период весеннего паводка и БПК<sub>5</sub> в некоторые зимние месяцы. Однако единичные факты не привели к росту средних концентраций этих показателей до уровня их ПДК, следовательно, в расчет КИЗВ они не включались.

Из числа тяжелых металлов по значениям средних концентраций превышают собственные ПДК в водах рек Аят и Тобыл пять элементов: общее железо, железо двухвалентное, медь, никель и марганец, а в воде Каратомарского водохранилища — те же элементы, за исключением марганца. Средние концентрации принятых для расчета тяжелых металлов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Тяжелые металлы, концентрация которых превышает собственные ПДК

Ингредиенты	Содержание токсикантов, мкг/дм <sup>3</sup>		
	среднее	минимальное	максимальное
Р. Аят			
Fe <sub>общ</sub>	230,0	90,00	780,0
Fe (II)	90,00	20,00	240,0
Cu	4,08	0,0	8,00
Ni	38,42	0,0	106,0
Mn	174,5	0,0	808,0
Каратомарское водохранилище			
Fe <sub>общ</sub>	140,0	60,00	390,0
Fe (II)	40,00	10,00	60,00
Cu	3,67	0,0	12,00
Ni	22,50	0,0	45,00
Р. Тобыл			
Fe <sub>общ</sub>	220,0	40,00	870,0
Fe (II)	70,00	50,00	130,0
Cu	2,08	0,0	5,00
Na	39,08	0,0	85,00
Mn	227,5	0,64	465,0

Из приведенных в табл. 1 данных особое внимание обращает на себя высокий уровень в воде рек Аят и Тобыл концентрации марганца до 808 мкг/дм<sup>3</sup> (80,8 ПДК) и до 465 мкг/дм<sup>3</sup> (46,5 ПДК) соответственно. При этом внутригодовой режим их не соответствует гидрологическим циклам реки, высокое содержание их регистрируется в течение всего года, что дает основание предположить об антропогенном загрязнении вод р. Аят на территории РФ.

Весьма редкое явление — присутствие марганца в незагрязненных поверхностных водах на уровне регистрируемых высоких концентраций в течение всего года. Он превысил ПДК в 92 % всех анализированных проб воды из р. Аят в 2010 г. По результатам наших ранее выполненных исследований содержание марганца в воде р. Аят достигало 583 мкг/дм<sup>3</sup> [9, 10]. Кроме факторов загрязнения повышенный уровень концентрации марганца и некоторых других элементов может быть связан с наличием в бассейне Верхнего Тобыла, как и в других речных бассейнах азиатской территории, полиметаллических рудных месторождений [16], а также с хорошей обеспеченностью различными металлами черноземных и каштановых почв, широко распространенных на данной территории [17].

Снижение максимальных концентраций марганца в воде Каратомарского водохранилища до 45,00 мкг/дм<sup>3</sup> можно объяснить активным участием его в биомиграции в условиях сравнительно застойного режима водных масс водохранилища.

Наиболее информативными считаются методы оценки качества, предусматривающие совместное использование ИЗВ и классификаций качества поверхностных вод суши. Результаты расчета ИЗВ по средней концентрации приведенных в табл. 1 элементов, превышающих собственные ПДК, представлены в табл. 2 без учета класса опасности (К<sub>о</sub>) и с учетом.

Таблица 2. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) водных объектов

Элемент	Без учета класса опасности			С учетом класса опасности		
	Р. Аят	Каратомарское вдхр.	Р. Тобыл	Р. Аят	Каратомарское вдхр.	Р. Тобыл
Fe <sub>общ</sub>	2,3	1,4	2,2	0,8	0,5	0,7
Fe (II)	18,0	8,0	14,0	6,0	2,7	4,7
Cu	4,1	3,7	2,1	1,4	1,2	0,7
Na	3,8	2,2	3,9	1,3	0,7	1,3
Mn	17,4	—	22,7	4,3	—	5,7

Сравнительно высокие значения ИЗВ регистрируются для двухвалентных ионов железа и марганца в водах рек Аят и Тобыл. В воде Каратомарского водохранилища уровень значений этого показателя ниже, чем в речных водах, почти по всем элементам.

Результаты расчета КИЗВ, на основании приведенных выше данных представлены в табл. 3.

Таблица 3. Комплексные индексы загрязнения воды (КИЗВ) водных объектов

Водный объект	Показатели	С учетом Ко	КИЗВ ср.вз.
р. Аят	КИЗВК3 = ХИЗВ (Fe <sub>общ</sub> +Fe <sup>2+</sup> +Cu+Ni)/n	2,4	3,4
	КИЗВ К4 = ХИЗВ (Mn)/n	4,3	
Каратомарское вдхр.	КИЗВК3 = ХИЗВ (Fe <sub>общ</sub> +Fe <sup>2+</sup> +Cu+Ni)/n	1,3	1,3
р. Тобыл	КИЗВК3 = ХИЗВ (Fe <sub>общ</sub> +Fe <sup>2+</sup> +Cu+Ni)/n	1,9	3,8
	КИЗВ К4 = ХИЗВ (Mn)/n	5,7	

Из табл. 3 видно, что основной рост значений КИЗВ в речных водах при расчете с учетом Ко происходит за счет повышенных концентраций марганца.

В соответствии с положениями рекомендованных методов в табл. 4 дана классификация рассматриваемых водных объектов по степени загрязнения с учетом класса опасности элементов.

Таблица 4. Классификация водных объектов по уровню загрязнения по результатам КИЗВ

Оценочные показатели	Уровень загрязнения			
	Нормативно чистая	Умеренный	Высокий	Чрезвычайно высокий
С учетом Ко	До 1,0	От 1,0 до 3,0	От 3,0 до 10,0	Более 10,0
р. Аят			3,4	
Каратомарское вдхр.		1,3		
р. Тобыл			3,8	

По проведенным выше расчетам КИЗВ вода Каратомарского водохранилища по концентрации Fe<sub>общ</sub>, Fe<sup>2+</sup>, Cu и Ni характеризуется «умеренным уровнем загрязнения» со значением оценочного показателя 1,3. Вода рек Аят и Тобыл со значениями оценочных показателей 3,4 и 3,8 соответственно отнесена к классу «высокий уровень загрязнения» из-за присутствия высоких концентраций марганца.

На основании анализа имеющейся базы данных и расчетов КИЗВ можно заключить, что водная среда рассматриваемых объектов по концентрации основных гидрохимических показателей и ряда токсичных соединений характеризуется нормативно чистым уровнем качества. Однако из-за присутствия в водах повышенных концентраций ряда элементов водные объекты по степени загрязнения относятся к классам «умеренный» и «высокий уровень загрязнения».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сертик Б.И. Норма и изменчивость годового стока рек Кустанайской области // Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Кустанайская область. Л., 1959. Т. 4. 576 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Верхний Иртыш, Верхний Ишим, Верхний Тобол. Л.: Гидрометеиздат, 1977. Т. 15, вып. 2. С. 384.
3. Лопарева Т.Я., Амиргалиев Н.А. О химическом составе воды Каратомарского водохранилища (режим NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, P, Si, Fe // Химия и химическая технология. Алма-Ата, 1973. Вып. 14. С. 154-158.



4. *Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я.* Об особенностях изменения химического состава воды рек Ишим и Тобол в связи с зарегулированием их стока // *Материалы IV лимнологического совещания на Байкале, 1977 (Гидрохимия и качество вод)*. С. 20-22.

5. *Амиргалиев Н.А.* Биогенные элементы водохранилищ Верхнего Тобола // *Тезисы докл. XVII науч. конф. «Биологические основы рыбного хозяйства Средней Азии и Казахстана»*. Фрунзе, 1981. С. 216-218.

6. *Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накупбеков С.* Биогенные вещества в воде водохранилищ верхнего течения р. Тобол // *Гидрохимические материалы*. Л.: Гидромете-издат, 1986. Т. 96. С. 49-60.

7. *Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я.* Оценка качества воды водохранилищ Верхнего Тобола для различных нужд народного хозяйства // *Там же*. С. 40-48.

8. *Амиргалиев Н.А., Елибаев Н.* Условия формирования режима микроэлементов и биогенных веществ в водохранилищах Верхнетобольского каскада // *Изучение процессов формирования химического состава природных вод в условиях антропогенного воздействия: Мат-лы 28-го Всесоюз. гидрохим. совещ. Л., 1987. Ч. 1. С. 4-6.*

9. *Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я.* Распределение микроэлементов в воде и донных отложениях водохранилищ Верхнего Тобола // *Гидрохимические материалы*. 1988. Т. 15. С. 101-113.

10. *Амиргалиев Н.А.* Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). Алматы: Бастау, 1999. 191 с.

11. *Бурлибаев М.Ж., Павличенко Л.М., Шестернева О.Г.* К концепции комплексной оценки качества поверхностных вод // *Гидрометеорология и экология*. Алматы, 1998. № 3-4. С. 86-112.

12. *Бурлибаев М.Ж.* Теоретические основы устойчивости экосистемы трансзональных рек Казахстана. Алматы: Каганат, 2007. 515 с.

13. *Бурлибаев М.Ж., Байманов Ж.Н., Тажмагамбетов Е.А.* Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Алматы: Гылым, 2007. 95 с.

14. *Амиргалиев Н.А.* Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия и проблемы водной токсикологии. Алматы: Бастау, 2007. 224 с.

15. *Амиргалиев Н.А., Туралыкова Л.Т.* К оценке качества вод Алакольской системы озер // *Некоторые аспекты гидроэкологических проблем Казахстана*. Алматы: Каганат, 2011. С. 166-175.

16. *Коновалов Г.С.* Микроэлементы в главнейших реках СССР // *Тр. III Всесоюзного гидрологического съезда*. М., 1959. Т. 10. С. 45-52.

17. *Грабаров П.Г., Харитонова А.Ф.* Содержание микроэлементов в почвах освоенных целинных земель Казахстана // *Изв. АН КазССР. Сер.биол.* 1974. Вып. 3. С. 20-25.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕДОВО-ВОДНЫХ ПАВОДКОВ

*А. Р. МЕДЕУ*<sup>1</sup>, *Т. Л. КИРЕНСКАЯ*<sup>2</sup>, *М. М. МОЛДАХМЕТОВ*<sup>3</sup>,  
*Л. К. МАХМУДОВА*<sup>4</sup>, *А. К. МУСИНА*<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Директор Института географии РК, профессор, д.г.н.;

<sup>2</sup>В.н.с., к.г.н. Института географии РК;

<sup>3</sup>К.г.н., кафедра метеорологии и гидрологии КазНУ им. аль-Фараби;

<sup>4</sup>К.г.н., кафедра метеорологии и гидрологии им. аль-Фараби;

<sup>5</sup>К.г.н., кафедра метеорологии и гидрологии КазНУ им. аль-Фараби

*Іле Алатауы өзендеріндегі мұзды-сулы су тасқындарының болжау әдістемесі ретінде олардың туындауын айқындауға мүмкіндік беретін оқиғалардың фазалық кескіндері ұсынылған.*

*В качестве методики прогноза ледово-водных паводков на реках Илейского Алатау предлагаются фазовые портреты ситуаций, обуславливающих их возникновение.*

*As the methods of prognosis of ice-water floods formed by the rivers of Ile Ala-Tau, the phase portraits of situations causing their occurrence are offered.*

Важным для сокращения ущерба и в первую очередь предотвращения гибели людей является прогнозирование ледово-водных паводков и оповещение об опасности их прохождения. Однако методы прогноза ледово-водных паводков до настоящего времени практически полностью отсутствуют. Исключение составляют работы, выполненные В. В. Ждановым под руководством Б. С. Степанова [1-5]. В связи с актуальностью проблемы предпринята попытка разработки методики прогноза ледово-водных паводков на реках Илейского Алатау по данным об изменении температуры воздуха в низкогорной зоне.

На реках Илейского Алатау в зимний период практически ежегодно проходят ледово-водные паводки, наносящие значительный ущерб, а в отдельных случаях сопровождающиеся человеческими жертвами. Анализ гидрометеорологических условий их происхождения осуществлен по данным наблюдений на г/п «Каскелен — плотина» ГУ «Казселезащита», а также данным для м/постов «Алматы», «Усть-Горельник» Научноприкладного справочника по климату СССР.

Анализ проводился в следующей последовательности:

1. Анализ гидрометеорологических условий в даты прохождения ледово-водных паводков.
2. Анализ гидрометеорологических условий в предшествующий прохождению ледово-водных паводков период.
3. Выявление и анализ типовых метеорологических ситуаций в предшествующий прохождению ледово-водных паводков период.
4. Установление и анализ аналогичных типовых метеорологических ситуаций, при которых прохождение ледово-водных паводков не наблюдалось.
5. Выявление и анализ случаев прохождения ледово-водных паводков (шугоходов) без типовых метеорологических ситуаций.
6. Выявление и анализ случаев отсутствия ледово-водных паводков при типовых метеорологических ситуациях.

К рассмотрению были привлечены данные:

в даты прохождения ледово-водных паводков — по расходам и уровням воды, атмосферным осадкам, высоте снежного покрова, температурам воздуха и воды во все сроки наблюдений;

за десять дней, предшествующих прохождению каждого из зафиксированных ледово-водных паводков, — среднесуточные значения расходов и уровней воды, высоты снежного покрова, температуры воздуха и воды, суточные суммы осадков;

для каждой даты каждого зимнего периода — среднесуточные значения температуры воздуха;

для ноября-февраля — декадные и месячные значения температуры воздуха, высоты снежного покрова и осадков.

**1. Анализ данных в даты прохождения** показал, что они характеризуются:

по температуре воздуха и воды — в подавляющем (85%) числе случаев достаточно высокими для зимнего периода значениями температуры воздуха и воды: положительными, близкими к нулю и слабо отрицательными, превышающими нормы или близкими к среднедекадным, и в отдельных (15%) случаях низкими отрицательными значениями температуры воздуха;

*по расходам воды — в равных количествах случаев близкими к нормам значениями расходов воды, не вполне достигающими или слабо превышающими их;*

по уровням воды — средними для зимнего периода значениями;

по атмосферным осадкам — для всех случаев отсутствием выпадения осадков и лишь в двух случаях выпадением осадков слоем 0,1 и 10 мм соответственно;

по высоте снежного покрова — в 40% случаев высотой 6—10 см, в 30% около 15 см, в 20% около 20 см и по 5 % 0-5 и 30-35 см.

Анализ показывает, что данные о расходах и уровнях воды, скорее всего, не отражают действительной картины происходящих событий из-за низкого качества и недостаточной частоты наблюдений. Преобладающее отсутствие осадков указывает на небольшое влияние данного метеорологического элемента. В целом для даты прохождения ледово-водных паводков наиболее характерны достаточно высокие значения температуры воздуха — не ниже  $-7^{\circ}\text{C}$ . Однако как положительные, так и слабо отрицательные значения температуры воздуха наблюдаются достаточно часто и без прохождения ледово-водных паводков. Поэтому можно констатировать, что наличие температуры воздуха от  $+3$  до  $-6^{\circ}\text{C}$  — преимущественно необходимое, но недостаточное условие для формирования и прохождения ледово-водных паводков.

**2.** Для выявления более полной картины условий формирования и прохождения ледово-водных паводков были рассмотрены элементы гидрометеорологического режима за 10-дневные, предшествующие датам прохождения ледово-водных паводков периоды.

Анализ данных гидрометеорологического режима показал, что эти периоды характеризуются:

по температуре воздуха и воды — по всей совокупности периодов, предшествующих прохождению ледово-водных паводков, большим диапазоном изменения значений температуры воздуха, но в подавляющем (65%) числе случаев достаточно резким понижением их среднесуточных значений (в течение 4—7 дней от  $+2$  до  $-18^{\circ}\text{C}$ ) и последующим достаточно резким повышением (в течение 4—5 дней до  $-6$  —  $+2^{\circ}\text{C}$  тепла), причем общая суммарная продолжительность похолодания и потепления составляет 7—10 дней; в малом числе случаев (менее 5%) стабильное понижение температуры до  $-25^{\circ}\text{C}$  и ниже;

*по расходам воды — изменениями от 1,2 до 2,6 м<sup>3</sup>/св различных периодах при стабильных значениях внутри периодов;*

*по уровням воды — постоянством значений как внутри периодов, так и между периодами, соответствующим постоянству расходов;*

по атмосферным осадкам — выпадением осадков суточным слоем от 0,2 до 20 мм преимущественно в начале похолодания, суммой осадков за период от 0,2 до 44 мм, количеством дней с осадками от 1 до 6 с наибольшей повторяемостью 3 дня;

по высоте снежного покрова — более чем в половине случаев колебанием высоты снежного покрова в пределах 0—15 см и по 5 % случаев в пределах 10—10, 5—30, 10—40, 20—25 см.

Анализ численных значений элементов гидрометеорологического режима за 10-дневные, предшествующие прохождению ледово-водных паводков периоды показывает, что в их совокупности наиболее информативными характеристиками режима являются изменение температуры воздуха и продолжительность этого изменения. Выпадение осадков в начале периодов хотя и отмечается в подавляющем числе случаев, но одновременно в целом естественно для последующего похолодания в любые сезоны года. Значения высоты снежного покрова слишком изменчивы как между различными периодами, так и внутри них для выявления каких-либо особенностей. По значениям расходов воды эти периоды не отличаются от более длительных предшествующих (хотя это может быть связано с неточностью наблюдений).

**Характеристики температурного режима в предшествующие прохождению ледово-водных паводков периоды**

Характеристика	Температура исходного периода, T, °C	Кол-во дней понижения температуры	Температура понижения, T <sub>min</sub> , °C	Кол-во дней повышения температуры	Температура повышения, T <sub>max</sub> , °C	Общая продолжительность периода, дни
Максимальная	+ 1,9	9	- 11,7	5	+1,8	10
Минимальная	- 3,7	3	- 24,8	10	- 10,8	7
Наибольшая повторяемость	+ 0,6 +1,3	4-7	- 17 -18	2-3	- 2 - 5	8-10

Обобщенные численные значения температуры воздуха и продолжительности ее понижения и повышения в течение 10-дневных периодов для 65% случаев формирования ледово-водных паводков приведены в таблице.

При анализе данных обращает на себя внимание факт достаточно узкого диапазона изменений температурного режима в численных значениях и во времени.

**3.** При более детальном анализе данных *в качестве необходимых условий четко выявляются три фазовых портрета изменения температурного режима:*

- 1-й тип — *среднего похолодания;*
- 2-й тип — *сильного похолодания;*
- 3-й тип — *очень сильного похолодания.*

*Фазовые портреты описываются вполне определенными ограниченными численными значениями температуры воздуха и продолжительности трендов похолодания и потепления. Достаточно четко просматривается и зависимость между указанными характеристиками.*

Для определения степени неслучайности и необходимости указанных температурных условий, их значений, а также зависимостей между собой необходимо рассмотрение возможных процессов нарастания и разрушения ледовых покрытий в руслах рек, происходящих на их фоне.

Гипотетически в упрощенном виде можно предположить существование следующих процессов:

1) В течение ноября-февраля на большем протяжении времени происходят естественные при отрицательных значениях температуры воздуха появление и увеличение заберегов и донного льда до размеров площади и толщины, при которых сохраняется собственная устойчивость ледовых образований в руслах рек, а условия стока воды в них существенно не ухудшаются. При повышении температуры воздуха (в том числе до оттепелей) наблюдаются естественное сокращение ледовых образований и улучшение условий стока. Это ситуации, при которых характеристики ледовых образований изменяются сбалансированно с тепловым воздействием воды и воздуха, а также с эрозионным воздействием водного потока. Сток воды с параллельно колеблющимися расходами осуществляется свободно. Опасность формирования ледово-водных паводков при этом минимальна.

2) При похолоданиях с существенным понижением температуры воздуха, удерживающимся в течение нескольких дней, в руслах рек интенсивно увеличиваются ледовые образования. Нарастает донный лед, образуются ледяные мосты и дамбы. При этом уровни воды могут повышаться за счет возникающих ледяных подпоров. Создаются потенциальные возможности для возникновения ледово-водных паводков. При последующем достаточно интенсивном повышении температуры воздуха в течение нескольких дней баланс сил смещается в сторону воздействий водного потока, ослабления структурных связей внутри ледовых образований и их разрушения. Опасность возникновения ледово-водных паводков резко возрастает и в конце периода реализуется. Наблюдаются срыв и всплытие фрагментов донного льда. При лавинообразном режиме нарастания расхода возникающей смеси льда и воды на реке формируется и проходит ледово-водный паводок.

Описанная версия развития процессов соответствует 1-му и 2-му фазовым портретам изменения температурного режима. При них в руслах рек могут проводиться превентивные мероприя-

тия по предотвращению формирования ледоводного паводка, заключающиеся в частичной расчистке русла от льда, обеспечивающей пропуск водного расхода в свободном или слабо стесненном режиме. В результате правильно дозируемого освобождения части русла от льда можно полностью исключить возникновение ледово-водного паводка.

3) При очень сильном и затяжном похолодании происходят интенсивное нарастание донного и берегового льда, возникновение ледяных мостов и даже промерзание. При этом эродирующие и тепловые воздействия воды становятся значительно ниже необходимых не только для остановки, но даже и для замедления процесса ледообразования. Здесь могут отмечаться повышение уровня воды, обусловленное подпором, выход ее на поверхность ледяного покрова, частичное истечение по остающимся внутриледным каналам стока. Ситуация соответствует 3-му фазовому портрету изменения температурного режима и характеризуется последовательно высокой и очень высокой степенью опасности возникновения ледово-водного паводка. Она может реализоваться и без повышения температуры воздуха по ряду иных причин. Предположительно это может произойти вследствие обрушения ледяных мостов под действием собственной силы тяжести, в результате всплытия льда при значительном уровне протекающей по его поверхности воды (действие архимедовых сил), прорыва ледяных дамб скапливающейся выше подпором воды и др.

Превентивные мероприятия в данной ситуации могут проводиться, при этом целью их может являться не столько снижение опасности возникновения ледово-водного паводка, сколько контролируемое воспроизведение его в заранее намеченные сроки с принятием соответствующих мер по оповещению и снижению ущерба.

4. В целях подтверждения или опровержения необходимости для формирования ледово-водного паводка реализации сформулированных 3-х фазовых портретов изменения температурного режима были рассмотрены все достаточно похожие на них погодные ситуации, но при которых ледово-водные паводки не отмечались. Несмотря на внешнее сходство, ситуации без прохождения ледово-водного паводка отличаются от предложенных фазовых портретов численными значениями описывающих их характеристик, а именно более высокими минимальными значениями температуры воздуха при похолодании (25% случаев), более коротким периодом потепления и похолодания (30% случаев), более продолжительными периодами потепления или похолодания (30% случаев). В 18% случаев подобные ситуации отмечались вскоре после прохождения ледоводного паводка. В 2% случаев анализируемые ситуации практически полностью совпадали с фазовыми портретами.

Причинами отсутствия ледово-водного паводка в первых двух типах ситуаций является, вероятно, то, что при них ввиду ограниченности периода или недостаточности понижения температуры не формируются ледовые образования опасных размеров. В случаях третьей ситуации нарастание и сокращение ледовых образований вследствие растянутости процессов происходит сбалансированно с тепловым воздействием воды и воздуха и размывающим и эродирующим воздействием водного потока. Формирование повторного ледово-водного паводка, возможно, лимитируется необходимой продолжительностью межпаводкового периода, так как при прохождении первого русла практически полностью освобождается от ледовых образований.

5. В одном из случаев аналогичных фазовым портретам ситуаций прохождения ледово-водного паводка зафиксировано на реках хр. Кетпен, т.е. за пределами рассматриваемой территории. В остальных из них можно предположить предотвращение формирования ледово-водного паводка превентивными мероприятиями - расчисткой русла.

Таким образом, анализ случаев изменений температурного режима (похолодание-потепление), при которых не отмечено прохождения ледово-водного паводка, не опровергает необходимости реализации температурных условий, описываемых фазовыми портретами, для формирования ледово-водных паводков.

6. Анализ случаев ледово-водных паводков в условиях, отличных от фазовых портретов, не выявил каких-либо иных причин природного характера, но позволил сделать предположение, что главными при этом явились антропогенные факторы. Эти случаи также не могут служить основанием для опровержения необходимости реализации температурных условий, описываемых фазовыми портретами, для формирования ледово-водных паводков.

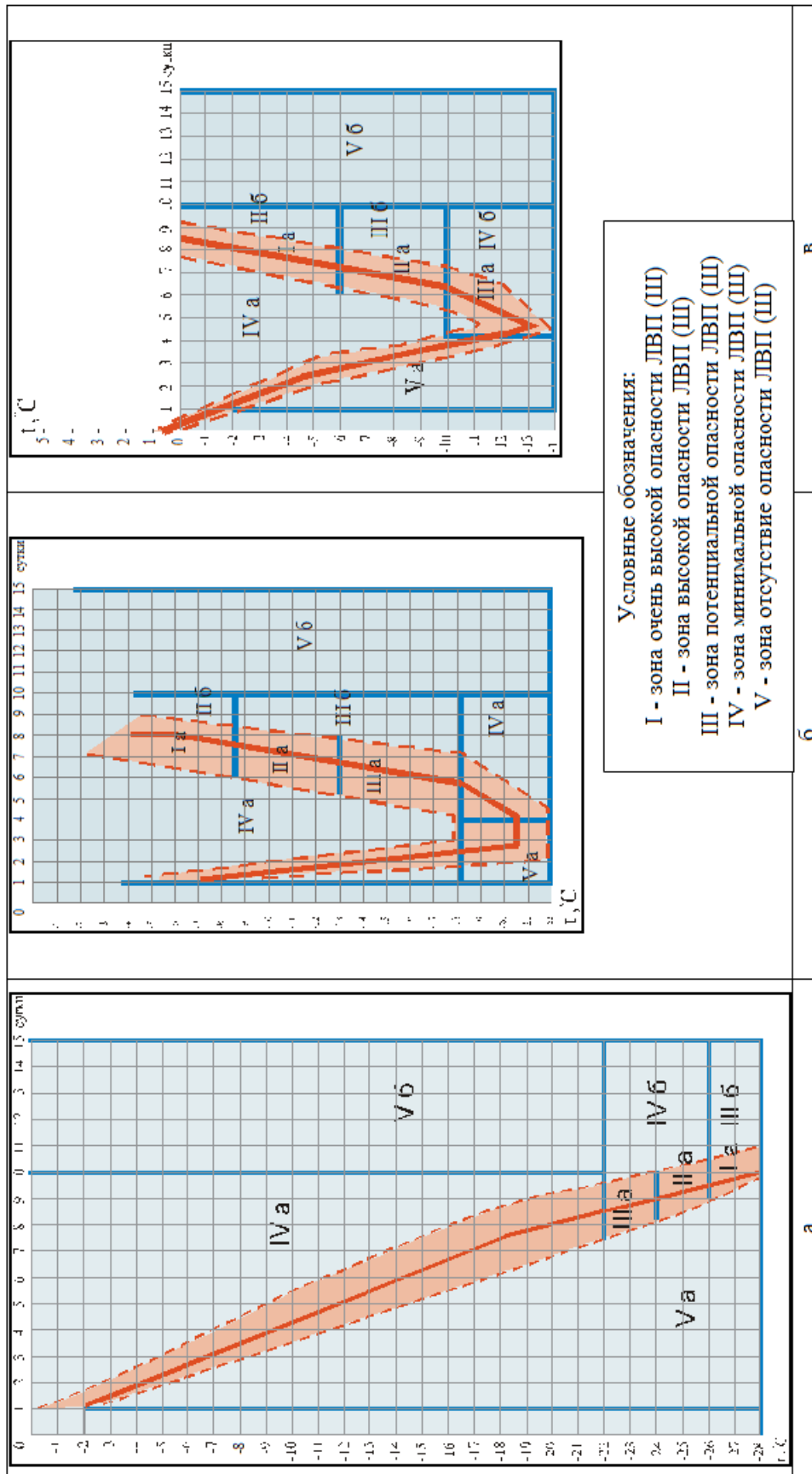


рис. 1. Критерии оценки степени опасности ледоводных паводков

В целом анализ ситуаций прохождения ледово-водных паводков и их отсутствия *подтверждает необходимость для их возникновения реализации определенных значений температурных и временных характеристик, описывающих фазовые портреты, и позволяет сформулировать критерии оценки опасности ледово-водных паводков.*

Таким образом, общий облик ситуаций, опасных для формирования и возникновения ледово-водных паводков, описывается 3-мя фазовыми портретами. Два из них — ситуации резкого понижения температуры воздуха до значительных отрицательных величин, протекающего в течение определенного промежутка времени, и последующего достаточно интенсивного потепления, при котором за определенный промежуток времени достигаются слабо отрицательные или положительные значения температуры воздуха. Итогом реализации ситуации является прохождение ледово-водных паводков по истечении полного цикла «похолодания — потепления». Последний фазовый портрет — ситуация резкого и глубокого похолодания, продолжающегося в течение определенного периода, в итоге которой проходят ледово-водные паводки при низких отрицательных значениях температуры воздуха без потепления.

Сформулированные и графически отображенные фазовые портреты являются основой фоновой оценки опасности ледово-водных паводков (см. рисунок, а-в).

Граничные значения температуры воздуха и продолжительности на разных фазах описанных ситуаций изменения температурного режима считаются критическими и позиционируются как критерии опасности ледово-водных паводков.

Опасность прохождения ледово-водных паводков меняется по мере реализации ситуаций, описываемых фазовыми портретами. В различных фазах она отсутствует, проявляется как потенциальная, возрастает от минимальной к высокой и очень высокой.

Критерии для оценки опасности прохождения ледово-водных паводков определены впервые. Сформулированы они на основе экспресс-анализа, поэтому носят предварительный характер и нуждаются в последующем уточнении на основе результатов апробации в процессе практического использования, а также более глубоких научных исследований. В 2012 г. при испытании предложенной методики прогноза выявлено совпадение изменений характеристик температурного режима, предшествующих прохождению ледово-водного паводка, со 2-м фазовым портретом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов Б.С., Яфязова Р.К., Жданов В.В. Водоледающие сели. К механизму формирования водоледающих конструкций // Гидрометеорология и экология. 2009. №3. С. 143-152.
2. Жданов В.В. О возможности прогноза катастрофических водоледовых потоков на реках северного склона хребта Иле Алатау // Труды Десятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, защита человека в ЧС, экономические, правовые аспекты БЖД, логистика). Алматы, 2008. С. 100-102.
3. Жданов В.В. К оценке роли изменения температуры воздуха в формировании водоледовых селей // Гидрометеорология и экология. 2006. №2. С. 73-78.
4. Жданов В.В. Гидрометеорологические условия зимнего периода на северном склоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. 2006. №4. С. 102-107.
5. Жданов В.В. Водоледающие сели: Природа, прогноз, адаптация // Тезисы докладов Второй конференции молодых ученых национальных гидрометслужб государств-участников СНГ «Новые методы и технологии в гидрометеорологии». М., 2006. С. 85-86.

## МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ НА КАЗАХСТАНСКОМ УЧАСТКЕ Р. ЕСИЛЬ

*Р. И. ГАЛЬПЕРИН<sup>1</sup>, А. АВЕЗОВА<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Профессор КазНУ им. аль-Фараби;

<sup>2</sup> Специалист-стажер кафедры метеорологии и гидрологии КазНУ им. аль-Фараби

*Есіл өзенінің туралы тұстамаларындағы сирек қайталанатын ең жоғары ағынды модульдері мен су өтімдері бағаланан. Олардың су жинау алабымен байланыстары және өзеннің ұзына бойы өзгерістері талданған. Түрлі тұстамалардағы ең жоғары су өтімдерін есептеуге қажеттіұсыныстар берілген.*

*Оценены максимальные модули стока и расходы воды редкой повторяемости в разных створах р. Есиль. Проанализированы их связи с площадью водосбора и изменение по длине реки. Предложены рекомендации для расчета максимальных расходов воды в различных створах.*

*The maximal modules and rates of flow of the rare occurrences in the different points on the river Esil were estimates. Their relations with area of water catchment and along of the river were analyzed. The recommendation for calculus of maximal rates of flow was offered.*

Несмотря на колоссальный технический и научный прогресс, зависимость человечества от водных объектов все возрастает. Выдающиеся и даже катастрофические наводнения и связанные с ними риски и ущербы неизбежны, о чем с очевидностью свидетельствуют события последних лет в различных частях земного шара.

Регулирующие сооружения на реках, с одной стороны, могут «срезать» высокие пики половодья, уменьшая опасность, а с другой стороны, способны и увеличить ее — при прорыве сооружений и в случае некачественного прогноза половодья, когда водохранилище уже заполнено, а приток воды к нему все возрастает, вынуждая проводить аварийные сбросы.

Очевидна актуальность вопросов оценки возможных максимальных расходов и уровней воды как гидрологической составляющей рисков. Но эти оценки в связи с антропогенной трансформацией условий накопления и расходования влаги на водосборах существенно осложнены, особенно в аридных и семиаридных районах, где и в естественных-то условиях распределение данных экстремальных характеристик по длине водотоков сложное.

Все это в полной мере относится и к р. Есиль, протекающей через столицу Казахстана г. Астану.

Есиль по своей длине (2450 км) занимал среди рек СССР 13-е место, превосходя по этому показателю на 22 км более полноводный Урал, а также Днепр, Каму, Оку, Тобол, Ангару и др. [1]. По размерам площади водосбора река была уже на гораздо более скромном 38-м месте, но значительно уступала всем этим 37 рекам по величине модуля стока. Однако половодье на Есиле может быть исключительно высоким. На некоторых участках этой реки амплитуда колебаний уровней воды — одна из наибольших в Казахстане, она может превосходить 10—12 м.

Есиль начинается в северо-восточной части Казахского мелкосопочника в горах Нияз с высоты всего 560 м. Сначала течение реки преимущественно восточно-западное. Упираясь в восточные склоны невысокого Арганактинского хребта, река меняет направление с широтного на меридиональное. Меридиональный участок — чисто равнинный, только в одном месте к реке подходят отроги Кокшетауских гор. С этих гор стекают и главные притоки Есиля, в том числе Жабай и Калкутан, Акканбурлык, Бабыкбурлык, Иманбурлык. Большая часть бассейна характеризуется равнинным рельефом, особенно левобережье, где речная сеть очень редка (рис. 1).

Итак, условия формирования максимумов стока сложные. Участки с относительно значительными притоками чередуются с почти бесприточными, где волна половодья трансформируется. В советское время около половины площади водосбора в Казахстане было распахано, что не могло не сказаться на условиях формирования стока, в том числе и максимального. Далее, в Есильском водохозяйственном бассейне создано 45 водохранилищ.



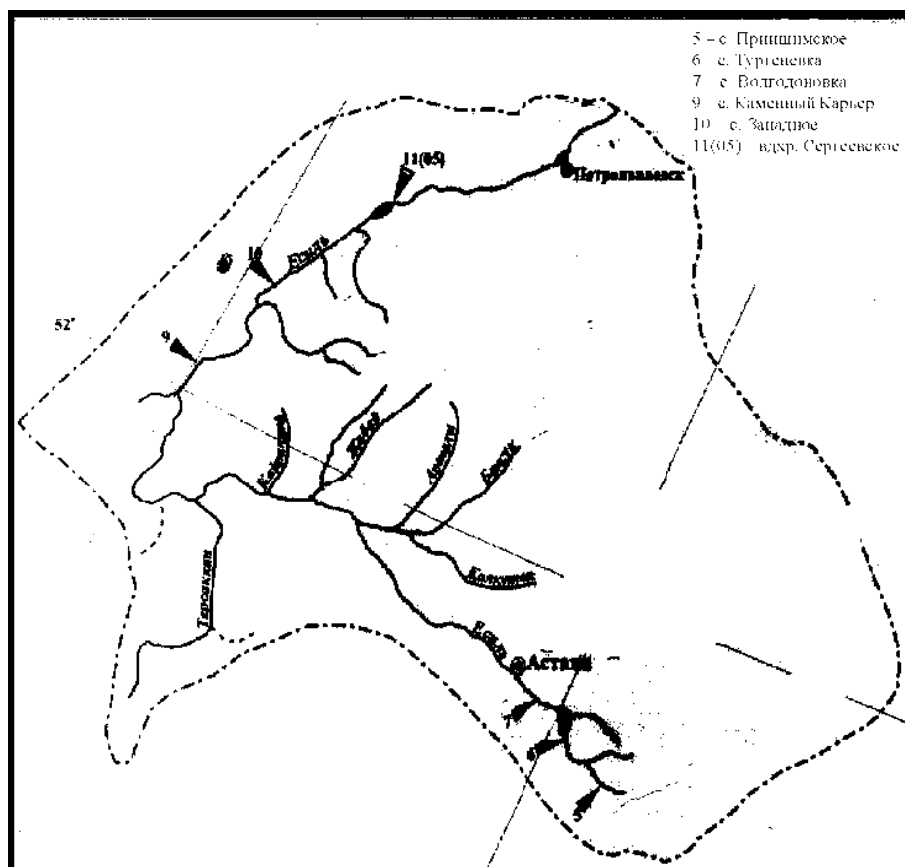


Рис. 1. Схема расположения гидрологических постов на р. Есиль

Непосредственно на р. Есиль следует назвать два водохранилища многолетнегерегулирования стока — Вячеславское (Астанинское) и Сергеевское общим объемом 411 и 693 млн м<sup>3</sup> (полезный объем 375 и 635 млн м<sup>3</sup>), а также два водохранилища сезонного регулирования стока — Ишимское и Петропавловское общим объемом 9,2 и 19,2 млн м<sup>3</sup>. Вячеславское водохранилище находится в 84 км выше г. Астаны, оно наполнялось с 1967 по 1970 г. Сергеевское водохранилище введено в строй в 1969 г.

Наконец, и в естественных условиях во время высоких половодий в Есиль ниже Астаны поступала часть воды из Нуры. Здесь междуречье Нуры и Есиля имеет уклон в сторону последнего. Падение составляет 12,5 м. Отметка водораздела всего на 1,5—2 м превышает меженный уровень Нуры. В маловодные годы перетока не было, а в многоводные за этот счет Нура теряла до 25—30 % своего стока. ГГИ этот переток оценивался в 1,7 м<sup>3</sup>/с, а максимальный расход перетока — в 870 м<sup>3</sup>/с. В 1932 г. для уменьшения перетока на протоках были сооружены плотины. Позднее, напротив, для упорядочения перетока создан канал. В 2010—2011 гг. в РК реализовывался проект «Реконструкция канала Нура— Ишим в Акмолинской области», целью которого было покрытие дефицита столицы страны в технической воде. Таким образом, в Есиль попадает даже какая-то часть ертысской воды, подаваемой в Нуру по каналу им.К.И.Сатпаева.

Из изложенного следует, что в настоящее время оценка максимальных расходов воды  $Q_{\max}$  редкой повторяемости в различных створах на р. Есиль — очень непростая задача, которую вряд ли удастся решить, используя стандартные методики. Видимо, наиболее логичный путь — выявление закономерностей изменения  $Q_{\max}$  по длине реки в современных условиях.

Совершенно очевидно уменьшение максимальных расходов воды после создания водохранилищ. Так, в 1948 г. в створе с Каменный карьер зафиксировано 4760 м<sup>3</sup>/с, в 1949 г. - 3800 м<sup>3</sup>/с, в створе Петропавловска — соответственно 3750 и 2320 м<sup>3</sup>/с. После введения в строй водохранилищ самый большой расход в створе с Каменный карьер был 2900 м<sup>3</sup>/с (1983 г.), а в створе г. Петропавловск — 1710 м<sup>3</sup>/с (1994 г.).

Соответственно в створе г. Астана в ранние годы  $Q_{max}$  составлял 1200 м<sup>3</sup>/с (1948 г.), а в последние десятилетия — почти вдвое меньше — 750 м<sup>3</sup>/с (1993 г.). Появились совсем небольшие значения  $Q_{max}$ . До 1967 г. минимальный из  $Q_{max}$  был 14,8 м<sup>3</sup>/с (1936 г.), а с 1967 г. он достиг 1,79 (2000 г.) - 1,83 м<sup>3</sup>/с (1967 г.).

Очевидно, полные ряды зафиксированных  $Q_{max}$  за длительный период уже не характеризуют современных условий. Ряды неоднородны. В табл. 1 сравнены статистические характеристики  $Q_{max}$  за два периода по створам г. Астана и г. Петропавловск. Средние из максимальных расходов воды и их средние квадратические отклонения с конца 60-х — начала 70-х гг. в связи с созданием водохранилищ снизились примерно в 1,5—2 раза.

Таблица 1. Статистические характеристики максимальных расходов воды до и после создания водохранилищ

Река-пункт	I период			II период			Изменение, %	
	Годы	$Q_{cp}$ м <sup>3</sup> /с	$s$ , м <sup>3</sup> /с	Годы	$Q_{cp}$ м <sup>3</sup> /с	$s$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_{cp}$ м <sup>3</sup> /с	$s$ , м <sup>3</sup> /с
Есиль — г. Астана	1933-1970	310	315	1971-2005	148	176	52,3	44,1
Есиль — г. Петропавловск	1936-1966	831	975	1967-2007	546	476	34,3	51,2

В табл. 2 приведены результаты анализа однородности данных рядов максимальных расходов воды с помощью критериев Стьюдента и Фишера, проведено сравнение статистик с критическими значениями  $t_2$  и  $F_2$ . Вывод однозначен — ряды неоднородны.

Таблица 2. Анализ однородности рядов  $Q_{max}$

Река-створ	Периоды		Статистика Стьюдента		Статистика Фишера		Вывод об однородности ряда	
	I	II	t	$t_a$	F	$F_a$	Статистика Стьюдента	Статистика Фишера
							Стьюдента	Фишера
Есиль — г. Астана	1933-1970	1971-2005	2,683	1,634	3,209	1,962	Неоднороден	Неоднороден
Есиль — г. Петропавловск	1936-1966	1967-2007	2,228	1,504	6,439	1,864	«	«

По рядам наблюдений за  $Q_{max}$ , включая восстановленные годы, построены кривые обеспеченности максимальных расходов воды за современный период по семи створам. Предварительная реставрация рядов выполнена по связям  $0_{max}$  по створам на той же реке при значениях коэффициента корреляции  $r$  от 0,74 до 0,95. К примеру, пропуски значений  $Q_{max}$  по створу р. Есиль — г. Петропавловск за 1985 и 1986 гг. восстановлены по связи с аналогичной характеристикой в створе р. Есиль — с. Сергеевка при  $r = 0,93$ .

Результаты расчетов  $Q_{max}$  различной обеспеченности и параметров распределения приведены в табл. 3. При построении кривых обеспеченности в основном использовался метод усеченных распределений в варианте, изложенном в [2, 3].

Таблица 3. Максимальные расходы воды р.Есиль различной обеспеченности

Река-створ	F, км <sup>2</sup>	Период	Метод	Точка усечения, %	Cs	Расходы воды различной обеспеченности			
						1 %	3 %	5 %	10 %
Есиль —с. Ударное	202	1949-2007	Усеч.	50	3.0	156	116	97	76
Есиль —с. Тургеневка	3240	1975-2007	«	50	1.0	669	558	505	427
Есиль —с. Волгодоновка	5400	1978-2007	«	50	4.6	1565	1010	770	476
Есиль —г. Астана	7400	1967-2005	«	30	3.2	1040	741	595	414
Есиль —с. Каменный карьер	86200	1967-2007	«	50	2.4	4030	3160	2720	2170
Есиль —с. Западное	9000	1947-1966	«	40	2.4	8470	6140	4950	3470
Есиль —г. Петропавловск	106000 118000	1967-2007 1967-2007	Полное Усеч.	- 30	1.8 -0.6	4160 1970	3550 1720	3080 1575	2400 1345

Для расчетов максимальных модулей стока различной обеспеченности нередко используются формулы

$$Q_p = A/F^a \quad (1)$$

или

$$Q_p = A/(F+b)^n, \quad (2)$$

где  $F$  — площадь водосбора;  $A$  и  $n$  — параметры уравнения.

Непосредственно для  $p$ . Если по данным семи створов также прослеживаются зависимости  $q_p = f(F)$ ,  $Q_p = f(F)$  (рис. 2). Для максимальных модулей стока и расходов воды обеспеченностью 1 % найдены выражения

$$g_{1\%} = 10715/F^{0,484} \text{ л/(с}\cdot\text{км}^2), \quad (3)$$

$$Q_{1\%} = 11,75/F^{0,50} \text{ м}^3/\text{с}. \quad (4)$$

Средние отклонения рассчитанных по формуле значений от фактических (оцененных по рядам) составляют 26 и 25 %, что вообще для максимумов можно считать приемлемым. Однако в данном случае речь идет о постах на одной реке, и критерии должны быть жестче. Кроме того, максимальные отклонения — по посту г. Петропавловск, расположенном ниже Сергеевского водохранилища, — превосходят 100 %, что уже совершенно недопустимо. Поэтому, на наш взгляд, надежнее оценивать характеристики максимального стока в конкретных створах непосредственно по графику их хода по длине реки. Такие графики для значений  $Q_{1\%}$ ,  $Q_{3\%}$  и  $Q_{5\%}$  представлены на рис. 3.

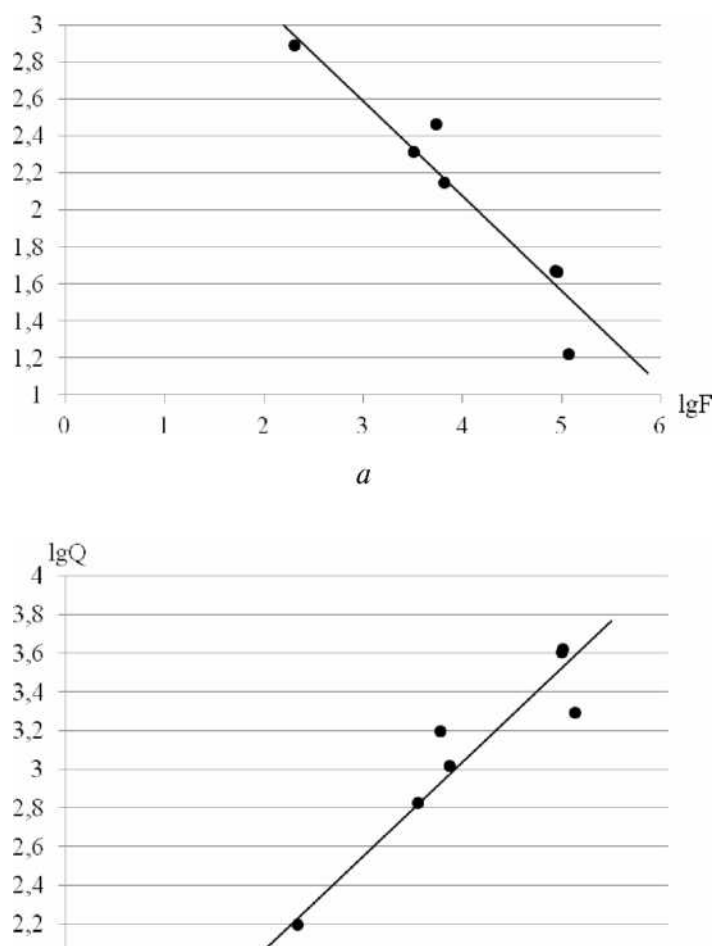


Рис. 2. Связь максимальных модулей стока (а) и расходов воды (б)  $p$ . Если обеспеченностью 1 % с площадью водосбора

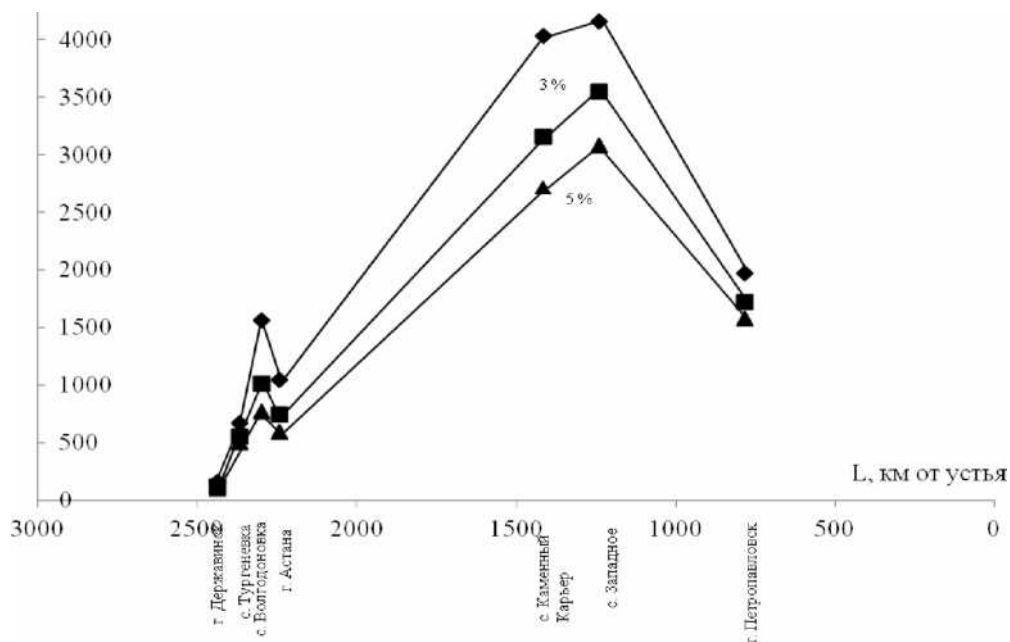


Рис. 3. Изменение  $Q_{max}$  по длине р. Есиль

Как следует из рис. 3, ниже Вячеславского водохранилища, в створе г. Астана максимальный расход воды несколько уменьшается, затем возрастает по длине реки до створов Каменный карьер и Западное, а потом снова существенно уменьшается (ниже Сергеевского водохранилища) и в створе г. Петропавловск он примерно вдвое меньше, чем в створе Западное.

Зависимость на рис. 3 может быть рекомендована для практического использования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Доманицкий А.П., Дубровина Р.Г., Исаева А.И. Реки и озера Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1971.
- 2 Гальперин Р.И. Нюансы статистической интерпретации гидрометеорологических рядов // Проблемы гидрометеорологии и экологии: Мат-лы Международной научно-практической конференции. Алматы, 2001. С. 103-105.
- 3 Гальперин Р.И., Авезова А. К методике оценки экстремальных гидрологических характеристик // Вопросы географии и геоэкологии. 2009. № 3-4. С. 26-33.

## ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ ГОР КАЗАХСТАНА

**Э. В. СЕВЕРСКИЙ**

Заведующий Казахстанской высокогорной геокриологической лаборатории  
Института мерзлотоведения СО РАН, к.г.н.

*Қазақстанның таулы аудандарындағы негізгі геокриологиялық үрдістер мен құбылыстардың қауіп дәрежесін сапалық және сандық тұрғыда бағалау берілген. Көпжылдық және маусымдық қататын жыныстар таралған аудандарға оларға: тасты мұздықтар, қорымдар, солифлюкция, термоокпан, аяздықісіну және жарықшақ құбылысы, қызылсу мұзы және гляциалдық селдер жатады. Қауіптілік көрінісінің дәрежесіне қарай криогендік үрдістер мен құбылыстардың үш категориясы анықталған.*

*Дана качественная и количественная оценка степени опасности основных геокриологических процессов и явлений в горных районах Казахстана. В районах распространения многолетне- и сезонномерзлых пород к ним относятся каменные глетчеры, курумы, солифлюкция, термокарст, морозное пучение и трещинообразование, наледи и гляциальные сели. Выделены три категории криогенных процессов и явлений по степени проявления их опасности.*

*The qualitative and quantitative assessment of the degree of danger for permafrost processes and phenomena in mountain regions of Kazakhstan is given in the article. In the regions of spreading permafrost and seasonally frozen rocks, they include rock glaciers, kurums, solifluction, thermokarst, frost heave and crack, glacial ice, and glacial flows. Three categories of cryogenic processes and phenomena by the degree of appearance of their danger are shown*

Различные природные условия гор Казахстана определяют формирование и распространение многообразных экзогенно-геологических процессов и явлений, в том числе и криогенных, влияющих на природно-технические системы. Особенность геокриологических процессов и явлений состоит в неравномерности их проявления, обусловленной геолого-геоморфологическими, ландшафтно-климатическими и геокриологическими различиями территорий. Развитие криогенных процессов и явлений в горах имеет закономерный упорядоченный характер в зависимости от высотной поясности.

С 1974 г. и по настоящее время Казахстанская высокогорная геокриологическая лаборатория Института мерзлотоведения СО РАН проводит комплексные геокриологические исследования сезонной и многолетней криолитозон в горах и на равнинах Центральной Азии и Казахстана. Результаты этих исследований опубликованы в монографиях [1, 2] и многочисленных научных статьях. Обобщение многолетних геокриологических исследований графически отображено на первой для Казахстана геокриологической карте в Национальном атласе и опубликовано в приложении к нему [3, 4].

Геокриологические процессы и явления служат показателем интенсивности процессов энергообмена в сезоннопромерзающих грунтах, сезонноталом слое над кровлей многолетней мерзлоты и в ее верхних горизонтах. Техногенные воздействия приводят к нарушению условий теплообмена на поверхности почвы и в массиве пород, зачастую усиливая энергообмен в природно-технических системах и выводя их из динамического равновесия. Это предъявляет повышенные требования к мерзлотным инженерно-геологическим изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации различных объектов.

Наиболее значимыми в инженерно-геологическом отношении геокриологическими процессами, развивающимися в районах распространения многолетнего и сезонного промерзания грунтов, являются морозное пучение, термокарст, солифлюкция, морозное трещинообразование, наледообразование.

Крупные и наиболее опасные криогенные образования, формирующиеся под действием ряда упомянутых процессов, - каменные глетчеры, курумы, криогенные оползни и гляциальные селевые потоки.

Все геокриологические процессы и явления объединены по одному-двум ведущим факторам в следующие группы: криогенно-гравитационные, криогенные и водно-криогенные.

### Криогенно-гравитационные образования

**Каменные глетчеры** — крупные формы рельефа, представляющие собой скопления сцементированного льдом грубообломочного материала различного генезиса.

В горах Казахстана насчитывается не менее 1500 активных каменных глетчеров и много сотен неактивных и древних [5]. Самый крупный активный каменный глетчер обнаружен в Заилийском Алатау. Его длина около 3,0 км [6].

Скорость движения большинства каменных глетчеров, как правило, колеблется от десятых долей до первых метров в год. При этом отмечается неравномерность их движения как в пространстве, так и во времени, что связано с условиями поступления и промерзания обломочного материала, характером подстилающей поверхности, периодами накопления и разгрузки напряжений в многолетнемерзлой толще, климатическими изменениями и др.

Инструментальные наблюдения за движением каменного глетчера ледника Городецкого в бассейне р. Улькен Алматы (хр. Илейский Алатау) проводятся с опорной геодезической сети, заложенной Н. Н. Пальговым в 1923 г., по настоящее время [2, 7-10]. За 88 лет каменный глетчер продвинулся примерно на 75 м. Его движение имеет пульсирующий характер: временами оно ускоряется до 110 см/год, временами замедляется до 18 см/год [11]. Движение каменного глетчера резко колеблется по сезонам года в соответствии с изменением пластических свойств ледяных включений в слое годовых колебаний температуры. Например, фронтальный уступ каменного глетчера Городецкого с июля по октябрь продвигается на 65 % своего годового пути.

Наибольшая скорость движения в Иле Алатау отмечена у каменного глетчера Буркутты. За 1979—1984 гг. его фронтальный уступ переместился на 70 м, что соответствует скорости движения 14 м/год, при этом по сравнению с 1969—1979 гг. она возросла почти в 3 раза. Это объясняется резким увеличением уклона подстилающей поверхности при пересечении ригеля боковой висячей долины и выхода на борт главной троговой [10, 12].

Иногда движение каменных глетчеров может носить катастрофический характер. В Жетысуском (Джунгарском) Алатау в левом боковом притоке р. Коксу резкая подвижка каменного глетчера была обусловлена сейсмогенным фактором. Во время землетрясения с левого борта долины р. Узынбулак на поверхность активного каменного глетчера обрушился глыбовый материал. Мощный удар обвальной массы объемом около 31 млн м<sup>3</sup> и ее огромный вес вызвали стремительное перемещение каменного глетчера, представляющее собой глиссирующий (скользящий) разгон оторвавшейся части. Он двигался по разжиженной селевой массе как монолитное, довольно гибкое ледово-каменное тело. В результате, преодолев расстояние более 2 км, он достиг русла главной реки Казан на высоте 2110 м, что почти на 700 м ниже нижней для данного района границы распространения активных каменных глетчеров [13].

Движение каменных глетчеров накладывает свой отпечаток не только на их внешний облик, но и на распределение обломочного материала на поверхности и строение элементарных ландшафтов, резко отличающихся от таковых за их пределами. Характер растительности этих лабильных ландшафтов является надежным индикатором состояния и развития каменных глетчеров [14].

**Курумы** — одна из разновидностей россыпей грубообломочного материала в виде каменных плащей и потоков на склонах гор. Распространены они в горных районах развития многолетнемерзлых пород и глубокого сезонного промерзания. Курумы — весьма неустойчивые образования, при техногенных воздействиях, как правило, они ускоряют движение. Материалы многолетних исследований позволили выявить основные закономерности в распространении и строении курумов в горах Юго-Восточного Казахстана и провести их систематизацию [15]. По форме курумы подразделяются на линейные, сетчатые и площадные. Группа линейных (потоковых) курумов объединяет наиболее четко выраженные по форме склоновые образования, отвечающие понятию «курум».

Отдельную разновидность курумов составляют курумоосыпи, развивающиеся на крутых (35—40°) незадернованных склонах. Они представляют собой переходную форму от осыпей к курумам, реже, при возрастании крутизны склона, от курумов к осыпям.

Скорость движения крупных обломков в курумоосыпи существенно изменяется в зависимости от состава субстрата. Наблюдения в Тянь-Шане показали, что величина смещения изменялась от 0 до 13 мм/год у обломков, залегающих на грубообломочном материале, и резко возрастала до 50—65 мм/год у обломков, лежащих на мелкоземистых грунтах.

Часто из курумных покровов накопления, когда их мощность достигает более 3—5 м, формируются специфичные небольшие присклоновые образования, имеющие морфологические признаки миниатюрных каменных глетчеров. Эти натечные формы занимают промежуточное положение между собственно курумами и каменными глетчерами, являясь переходной формой между ними.

Курумы служат показателями неустойчивости рельефа, поэтому на них никогда не сооружаются капитальные строительные объекты. Проектирование, строительство и эксплуатация линейных инженерных сооружений на курумах требуют разработки мероприятий, обеспечивающих безопасное и эффективное использование этих сооружений при хозяйственном освоении территорий.

**Сортированные каменные полосы** представляют собой склоновые аналоги сортированных полигонов. Развиваются они на ровных поверхностях обвально-осыпных и делювиально-коллювиальных склонов с маломощным (до 1,5 м) чехлом рыхлопокровных отложений. Чередование отсортированных грубых обломков по линейно вытянутым морозобойным трещинам с межполосными лентами из мелкоземистого (супесчаносуглинистого) материала создает характерное полосчатое строение склонов. Ширина каменных полос от нескольких сантиметров до 1, реже 1,5 м, а их длина не более первых сотен метров.

**Солифлюкция** формируется в условиях вечной мерзлоты, а иногда при глубоком сезонном промерзании и медленном протаивании, когда происходит заметное движение (течение) рыхлопокровных склоновых отложений.

Солифлюкционные процессы относятся к двум основным типам: первый — закрытая солифлюкция (аморфная, связанная, подповерхностная), второй — открытая (свободная, структурная).

Можно выделить три основных типа механизма движения грунтов на солифлюкционных склонах. Для одного характерно преобладание течения, для другого — морозный крип, для третьего — массивное сползание грунтовых блоков. В первых двух случаях активно перемещается приповерхностный слой мощностью 0,4—0,6 м, при этом с глубиной скорость заметно затухает. В третьем случае движением захватывается слой мощностью около 1 м, и с глубиной в пределах этого слоя скорость уменьшается очень слабо [16].

В высокогорье Илейского Алатау при крутизне склонов от 20 до 30° средняя скорость открытой солифлюкции составила от 6 до 14 мм/год. На оголенных, незадернованных склонах солифлюкционные процессы создают своеобразные натечные формы (фестончатый рельеф), а с переходом на более крутые участки склонов — полосчатые формы.

Специфической разновидностью солифлюкции являются **«бороздящие» валуны и глыбы**. Они образуются чаще в условиях глубокого сезонного промерзания. Иногда солифлюкционные процессы приводят к возникновению **криогенных оползней и сплывов**. Они формируются, когда сезонноталый слой грунта быстро смещается по переувлажненной поверхности (кровле) сильно льдистых многолетнемерзлых пород.

Солифлюкционные процессы активизируются при подрезке солифлюкции дорогами и другими линейными коммуникациями, поэтому следует избегать солифлюкционных склонов при хозяйственном освоении территорий. В связи с возрастанием техногенных нагрузок на высокогорные ландшафты (горно-рудные работы, строительство дорог, наземных и подземных линейных коммуникаций и других сооружений) криогенные оползни, сплывы и термокарстовые явления становятся все более острой экологической проблемой и препятствием к безопасному освоению этих территорий.

### Криогенные образования

Основные криогенные формы морозного пучения, морозобойное растрескивание (трещинообразование) подробно рассмотрены в работе [17].

К группе криогенных образований относятся **термокарст** и его образования, формирующиеся за счет многолетнего протаивания льдистой многолетней мерзлоты или вытаявания погребенных глетчерных льдов [2]. Термокарстовые просадочные и провальные формы рельефа варьируются от небольших понижений, воронок, западин, блюдца, канав до крупных озерных котловин.

Просадки, как правило, в период таяния ледников заполняются водой, образуя приледниковые озера. Крупные их разновидности не опорожняются даже зимой. Зачастую термокарстовые озера увеличиваются за счет разрушения берегов процессами термоабразии и термоденудации, солифлюкции, криогенных оползней и сплывов. Прорыв приледниковых озер обычно приводит к формированию гляциальных грязекаменных потоков (селей). Поэтому необходимо постоянное слежение за развитием селеопасных озер, что позволит прогнозировать природные катастрофы такого рода.

При хозяйственном освоении высокогорных территорий развитие термокарста чаще всего связано с нарушением и изменением дренированности поверхности и влиянием теплоизлучающих зданий и сооружений.

### Водно-криогенные образования

**Наледи** формируются зимой при излиянии подземных (грунтовых) или речных вод с последующим замерзанием. В итоге образуются ледяные большие или малые поля, которые обычно к концу лета полностью исчезают [2]. Но иногда остатки особо крупных наледей сохраняются до осени и «переходят» в зиму.

Небольшие и относительно редкие наледи встречаются у некоторых родников в среднегорье и даже на предгорной равнине, например в окрестности с. Чилик (Шилик).

Процессы наледообразования вызывают серьезные осложнения при строительстве и эксплуатации железных и автомобильных дорог, мостов, трубопроводов, жилых объектов и других инженерных сооружений.

### Оценка геокриологических опасностей

Количественная оценка опасности геокриологических процессов и явлений проводилась на основе обобщения собственных материалов региональных исследований [16, 18]. Использовались материалы инженерно-геологических изысканий и опыта строительства разных инженерных сооружений различных организаций, разработки и результаты математического моделирования процессов, выполненные российскими геокриологами по материалам региональных исследований [19].

Анализ и обобщение данных позволили систематизировать и выделить три категории природных и техногенных геокриологических процессов и явлений по степени опасности их проявления для горных территорий Казахстана — малоопасные, умеренно опасные и опасные [20] (см. таблицу).

Показатели опасности геокриологических процессов и явлений в горах

Категория опасности процессов и явлений	Геокриологические процессы и явления и их индекс								
	Криогенные			Криогенно-гравитационные				Водно-криогенные	
	Термокарст, тепловая осадка пород, м/год, (Т)	Морозное пучение пород, м/год (П)	Морозобойные трещины и полигоны, м (Тр)	Солифлюкция, м/год (С)	Сплывы, м <sup>3</sup> /год (Сп)	Каменные глетчеры, м/год (КГ)	Курумы, см/год (К)	Относительная наледность, % (Н)	Гляциальные сели, млн м <sup>2</sup> (Сл)
Малоопасные (1)	T <sub>1</sub> <0,1	П <sub>1</sub> <0,1	Тр <sub>1</sub> <0,5	С1 <0,1	Сп <sub>1</sub> <500	КГ1 <1,0	К1 <1,0	Н1 <1,0	Сл1 <0,5
Умеренно опасные (2)	T2 0,1-0,5	П2 0,1-0,3	Тр2 0,5-1,0	С2 >0,1	Сп2 500-1000	КГ2 1,0-2,0	К2 1-10	Н2 >1,0	Сл2 0,5-1,0
Опасные (3)	T3 >0,5	П3 >0,3 >>0.50.5	Тр3 >1,0 >0.50		Сп <sub>3</sub> >1000	КГ3 >2,0	Кз >10,0		Сл3 >1,0 >2.00



Как правило, техногенные изменения природных условий ведут к активизации и новообразованию криогенеза, а также к и повышению степени его опасности для любых видов инженерно-технических сооружений.

Потепление климата особенно заметно сказывается в высокогорных районах, где активизируются практически все процессы и явления в верхних подпоясах сплошного и прерывистого распространения криолитозоны [21, 22].

В средне- и низкогорье потепление климата, как правило, уменьшает инженерно-геологическую опасность геокриологических процессов. Однако в отдельные годы в низкогорных районах Северного Тянь-Шаня с неустойчивым промерзанием грунтов отмечается существенная роль криогенного фактора в активизации оползневых явлений на лёссовых грунтах. Здесь зимой в периоды оттепелей происходит частичное, а во время глубоких и продолжительных оттепелей полное протаивание промерзшего слоя. Чередование процессов промерзания и протаивания сопровождается насыщением влагой поверхностного слоя грунтов иногда практически до полной влагоемкости. Ранней весной даже незначительное количество осадков приводит к перенасыщению влагой грунтов и образованию оползней, что наблюдалось весной 2004 г.

Похолодание климата вызывает обратную зависимость в проявлении геокриологических опасностей в высоких горах.

В горах прослеживается общая закономерность частоты встречаемости и степени опасности криогенеза в зависимости от абсолютной высоты, что отражено в региональных структурах высотной геокриологической поясности. Качественный состав комплексов криогенеза и степень их опасности в основном определяются региональными особенностями территорий и локальными факторами: составом и строением пород, экспозицией, увлажненностью, характером растительности, положением в рельефе.

Отметим, что процессы сезонного промерзания и протаивания грунтов уже представляют определенную опасность. В частности, в криолитозоне глубиной промерзания-протаивания определяется величина заложения фундаментов зданий и линейных коммуникаций. Однако при освоении горных районов с чрезвычайной изменчивостью величины этих процессов на весьма коротких расстояниях существующие СНиПы этого не учитывают из-за отсутствия данных. В частности, Тянь-Шаньской высокогорной станцией Физического института АН СССР им.

Н. П. Лебедева в бассейне р. Улькен Алматы (Илейский Алатау) на абсолютной высоте 3340 м было построено отапливаемое здание на ленточном фундаменте без учета многолетней мерзлоты. Это в процессе эксплуатации привело к формированию под ним чаши протаивания и существенным деформациям и в конечном счете к полному его разрушению [21].

При хозяйственном освоении криолитозоны высокогорий требуются предварительные мерзлотные инженерно-геологические изыскания с тем, чтобы избежать нежелательных последствий.

При проектировании и строительстве на многолетнемерзлых грунтах необходимо предусматривать меры по сохранности и долговечности эксплуатации сооружений. Это достигается выбором конструкции сооружения, типа фундамента, методов регулирования теплового взаимодействия сооружения с основанием. По принципу использования многолетнемерзлых грунтов в качестве оснований все способы согласно СНиП объединены в две группы. Принцип I — многолетнемерзлые грунты в качестве основания используются в мерзлом состоянии в процессе строительства и эксплуатации сооружений. Принцип II — многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаявшем состоянии. Выбор принципа I необходим для регионов со сплошным распространением низкотемпературных многолетнемерзлых пород большой мощности, представленных четвертичными отложениями. Применение принципа II целесообразно для районов с островным и прерывистым распространением маломощных высокотемпературных многолетнемерзлых пород с интенсивным развитием склоновых процессов.

При мерзлотной инженерно-геологической оценке осваиваемых территорий высокогорных регионов криолитозоны учитываются основные показатели свойств грунтов: состав, мощность, льдистость и температура сезонноталого слоя, криогенное строение верхних слоев многолетнемерзлых пород, особенности развития геокриологических процессов и явлений, их активность. Такая оценка позволяет выделить три категории участков:

А — участки, благоприятные для строительства любого типа инженерно-технических сооружений, в том числе и теплоизлучающих;

Б — участки, благоприятные для строительства нетеплоизлучающих инженерно-технических сооружений;

В — участки, неблагоприятные для любого типа строительства инженерно-технических сооружений [22].

Участки с благоприятными условиями для строительства любого типа сооружений (А) и их последующей длительной эксплуатации приурочены к выходам на поверхность малолдыстых (менее 5%) коренных скальных пород или к их близкому залеганию на выложенных участках водоразделов и склонах крутизной до 30°. Мощность делювиально-коллювиальных отложений здесь не превышает 3 м, а лдыстость сезонноталого слоя составляет не более 20%. Действующие современные криогенные процессы и явления (трещинообразование, пучение, криогенная сортировка обломков, солифлюкция, эрозия и др.) незначительны из-за малой мощности рыхлого покрова отложений.

Значительно шире распространены участки под строительство нетеплоизлучающих сооружений (Б). Они тяготеют к различным генетическим типам рыхлых покровных отложений, лдыстость которых не превышает 30%. В пределах этих участков площадки под строительство выбираются в местах, где отсутствуют крупные и активные криогенные процессы и явления: каменные глетчеры, солифлюкционные наплывы, курумы, эрозионные врезы и термоэрозионные рытвины. Строительство на таких участках предусматривает сохранение многолетнемерзлых пород и использование их в качестве основания.

Площади, неблагоприятные для строительства любого типа инженерно-технических сооружений (В), характеризуются широким распространением сильнолдыстых многолетнемерзлых пород, где активно протекают процессы термокарста, термоэрозии, пучения, заболачивания и наледообразования.

В высоких горах степень опасности того или иного региона зачастую определяется не количеством геокриологических процессов и явлений, а масштабностью проявления наиболее значимых — гляциальных селевых потоков, крупных подвижек каменных глетчеров, криогенных оползней и сплывов. В частности, крупные гляциальные селевые потоки в бассейне р. Есик в 1963 г. и р. Киши Алматы в 1973 г. сопровождались значительными разрушениями хозяйственных объектов и человеческими жертвами [23].

В заключение отметим, что все горные районы Юго-Восточного Казахстана относятся к регионам с высокой сейсмичностью, что значительно повышает степень риска формирования опасных экзогенно-геологических процессов и явлений, в том числе и геокриологических. Например, сильное Верненское землетрясение 1887 г.

(магнитуда  $M = 7,3$ ) с эпицентром в верховьях р. Акжар (бассейн р. Аксай) сопровождалось крупными обвалами и оползнями, что вкупе с обильными осадками привело к формированию крупного селевого потока с выносами грязекаменного материала на предгорную равнину [24]. Поэтому важным фактором и элементом прогноза и оценки степени опасности криогенеза является комплексный мониторинг метеорологических, гидрологических, геодинамических и криогенных параметров с учетом сейсмичности и техногенных нарушений ландшафтов при освоении территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Северский И.В., Северский Э.В.* Снежный покров и сезонное промерзание грунтов Северного Тянь-Шаня. Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО АН СССР, 1990. 181 с.
2. *Горбунов А.П., Северский Э.В., Титков С.Н.* Геокриологические условия Тянь-Шаня и Памира. Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО АН, 1996. 194 с.
3. *Горбунов А.П., Северский Э.В.* Геокриологическая карта Казахстана (м-б 1:5000 000) с пояснительной запиской // Национальный атлас Республики Казахстан. Т. 1. Природные ресурсы и условия. Алматы, 2006. С. 92-93.
4. *Горбунов А.П., Северский Э.В.* Геокриология Казахстана. Приложение к Национальному атласу Республики Казахстан. Т. 1. «Природные условия и ресурсы. Гл. 8. Алматы: Изд-во ТОО «РКЮТ-8», 2006. С. 300-315.
5. *Горбунов А.П., Горбунова И.А.* Физико-географическая характеристика областей Казахстана. Природные зоны Казахстана // Большой атлас Казахстана. Информация. Картография. Москва; Алматы: Изд-во «Фео- рия — Дизайн», 2011. С. 153-190.

6. Горбунов А.П., Северский Э.В. Крупнейший в Тянь-Шане комплексный каменный глетчер // Геоморфология. 2000. № 3. С. 48-54.
7. Пальгов Н.Н. Большеалматинский узел оледенения хр. Заилийский Алатау // Известия АН КазССР. Сер.геогр. 1948. Т. 58, вып. 2. С. 39-72.
8. Зенкова В.А. Результаты гляциологических наблюдений на Большеалматинских ледниках в 1960 г. // Гляциология. Исследования в период МГГ. Заилийский и Джунгарский Алатау. Алма-Ата, 1962. Вып. 2. С. 132-150.
9. Титков С.Н. О движении некоторых каменных глетчеров Заилийского Алатау // Криогенные явления Казахстана и Средней Азии. Якутск, 1979. С. 34-42.
10. Gorbunov A.P., Titkov S.N., Polyakov V.G. Dynamics of rock glaciers of the Northern Tien-Shan and the Djungar Ala Tau, Kazakhstan // Permafrost and Periglacial Processes. 1992. Vol. 3. P. 29-39.
11. Горбунов А.П. Каменный глетчер — ветеран // Холодок. 2007. № 2 (5). С. 107-109.
12. Горбунов А.П., Титков С.Н. Каменные глетчеры гор Средней Азии. Якутск, 1989. 169 с.
13. Горбунов А.П., Северский Э.В. Скорости движения и деформации каменных глетчеров // Криосфера Земли. 2010. Т. 14, № 1. С. 69-75.
14. Северский Э.В. Ландшафты каменных глетчеров Северного Тянь-Шаня // Геокриологические исследования в горах СССР. Якутск, 1989. С. 109-117.
15. Северский Э.В. Курумы Тянь-Шаня // Криосфера Земли. 1998. Т. II, № 2. С. 33-37.
16. Gorbunov A.P., Severskiy E.V. Solifluction in the mountains of Central Asia: distribution, morphology, processes // Permafrost and Periglacial Processes. 1999. Vol. 10. P. 81-89.
17. Северский Э.В. Геокриологические опасности равнин Казахстана // Вопросы географии и геоэкологии. 2011. № 3. С. 35-40.
18. Gorbunov A.P., Seversky E.V. The features of engineering and geological researches under opening up of permafrost of the high mountains of Central Asia // Asian Conference on Permafrost: Abstracts. Lanzhou (China). 2006. P. 12-13.
19. Природные опасности России. Геокриологические опасности. М.: Издательская фирма «КРУК», 2000. 315 с.
20. Горбунов А.П., Северский Э.В. Геокриологические опасности Казахстана // Материалы международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». Алматы, 2009. С. 408-413.
21. Северский Э.В. Мониторинг многолетней и сезонной мерзлоты Северного Тянь-Шаня // Вопросы географии и геоэкологии. 2010. № 2. С. 46-52.
22. Горбунов А.П., Северский Э.В. Мерзлотные инженерно-геологические условия территории золоторудного месторождения Кумтор в Тянь-Шане // Мат-лы международной конференции «Инженерно-геологические изыскания и исследования в криолитозоне — теория, методология, практика». СПб., 2000. С. 57-63.
22. Северский Э.В. Геотермический мониторинг криолитозоны Северного Тянь-Шаня // Мат-лы Четвертой конференции геокриологов России. М., 2011. Т. 2. Ч. 5-6. С. 154-161.
23. Горбунов А.П., Северский Э.В. Сели окрестностей Алматы. Алматы: Интерлигал, 2001. 79 с.
24. Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. // Тр. Геологического комитета. 1890. Т. 10, № 1. 154 с.

УДК 551.343

## КАМЕННЫЕ ГЛЕТЧЕРЫ И СХОДНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГИССАРО-АЛАЯ

*А. П. ГОРБУНОВ*

Гл. научный сотрудник Института географии РК, д. г. н., профессор

*Белсенді, белсенді емес және ежелгі тасты мұздықтардың морфологиясының кейбір элементтері мен географиясы қарастырылған. Қазіргі замандық және ежелгі жер мұздықтары анықталып, сипатталған. Гиссар-Алайда барлығы шамамен 1900 тасты және жер мұздықтары есепке алынған; олардың жалпы саны 2000-нан кем емес деп есептеледі.*

*Рассмотрены география и некоторые элементы морфологии активных, неактивных и древних каменных глетчеров. Выявлены и охарактеризованы современные и древние земляные глетчеры. Всего в Гиссаро-Алае зафиксировано около 1900 каменных и земляных глетчеров; предполагается, что их всего не менее 2000.*

*Analysis of satellite imagery of Google Earth revealed the active, inactive, fossil rock and earthen glaciers in HisserAlay Mountains. The total number of them are 1900. Among them, about 1600 actives rock glaciers.*

Гиссаро-Алайская горная система включает четыре основных хребта: Гиссарский, Зеравшанский, Туркестанский и Алайский. Ее высочайшая вершина, пик Скалистый (5621 м), находится на крайнем востоке Туркестанского хребта (39°37' с.ш. и 70°43' в.д.). Некоторые исследователи склонны относить Гиссаро-Алай к Южному Тянь-Шаню. Однако по природным характеристикам он существенно отличается от большей части Тянь-Шаня. Поэтому логично рассматривать его в качестве отдельной горной страны.

В Гиссаро-Алае весьма благоприятны условия для развития каменных глетчеров. В этом отношении он во многом сравним с Северным Тянь-Шанем и Джунгарским (Жетысу) Алатау. Формированию каменных глетчеров способствуют большие абсолютные высоты, определяющие оледенение и вечную мерзлоту, глубокое расчленение хребтов, широкое распространение гранитоидов, мраморированных известняков и других пород, которые при разрушении способны формировать крупнообломочные осыпи, обвалы и моренные толщи. Поэтому здесь необычайно высокий процент активных каменных глетчеров. Распространение местами неогеновых отложений в высокогорье благоприятствует формированию земляных глетчеров.

При рассмотрении каменных глетчеров ледникового генезиса возникает вопрос: куда относить погребенные или бронированные (забронированные) ледники (debris-covered glacier, debris mantled glacier). Одни исследователи отделяют их от каменных глетчеров, но не приводят четких критериев такого обособления [1, 2]. Другие относят их к каменным глетчерам [3-5], находящимся еще в начале своего становления.

Особого внимания в генетическом отношении заслуживают такие формы рельефа, как «предосыпные валы» (protalus ramparts). Некоторые исследователи относят их к эмбриональным каменным глетчерам [3]. Ведь часто protalus ramparts встречаются по соседству с каменными глетчерами. Есть и другие объяснения их происхождения. Видимо, имеет место конвергенция: разные причины приводят к образованию сходных форм рельефа. Массив обломков горных пород у подножий склонов вне зоны многолетнего промерзания, не содержащий лед, не трансформируется в подвижное образование. Только крупный блок грубообломочного материала в условиях вечной мерзлоты может преобразоваться в каменный глетчер. Поэтому в каждом конкретном случае выяснение генезиса protalus ramparts требует проведения детальных наземных исследований.

Краткий обзор публикаций по морфологии и генезису protalus ramparts приведен в монографии А. Л. Уошборна [6]. В частности, он сообщил, что наиболее крупные валы достигают в высоту

10—20 м, а в длину десятки метров. В горах Шотландии зафиксирован самый грандиозный предосыпной вал. Его высота 55 м, длина 1 км.

Пристального внимания заслуживают необычные формы криогенного рельефа высокогорий; некоторые из них обладают чертами, сходными с каменными глетчерами. Принято называть их земляные, каменно-земляные или землястые глетчеры по терминологии геолога А. В. Кожевникова [7]. Именно он привел первую краткую характеристику таких образований, обнаружив их в Зеравшанском хребте и в горах Дагестана. Несколько позднее они были зафиксированы во Внутреннем Тянь-Шане и кратко описаны [8]. Земляные глетчеры в зависимости от особенностей рельефа приобретают различную конфигурацию. В горных долинах они представлены языкообразными, лопатообразными или шпательевидными формами. Они формируются там, где распространены главным образом палеоген-неогеновые песчано-глинистые отложения или древние морены, содержащие в изобилии тяжелые суглинки.

Внутреннее строение земляных глетчеров до сих пор не изучено должным образом. У А. В. Кожевникова [7] приведены краткие сведения по литологии древних образований такого рода. В течение голоцена они, конечно, целиком протаяли. Поэтому естественно, что информация о былом их криогенном сложении отсутствует. Наши данные по строению позднеплейстоценовых морен Тарагая (Внутренний Тянь-Шань, верховья Большого Нарына) свидетельствуют о высокой их льдистости. Обычно она порядка 50 % по объему, но иногда достигает 70% [8]. В этих местах, в урочищах Экурген и Жаманэчке, обнаружен активный земляной глетчер, который протягивается в длину на 2 км при максимальной ширине 1,1 км. Размещается он в интервале абсолютных высот 3400—3500 м.

**Гиссарский хребет.** Массив Хурсантаг — югозападный отрог Гиссаро-Алая (38°38' с.ш. и 67°31' в. д., 4117 м). В нем обнаружены самые южные каменные глетчеры в Гиссарском хребте. Большая часть каменных глетчеров осыпного генезиса, меньшая ледникового. Размещаются они в интервале абсолютных высот 3950—3200 м. Самый крупный из ледниковых глетчеров достигает в длину 0,95 км, из осыпных — 1,1 км, из древних — 0,75 км. Крупнейшая дуга предосыпных валов (protalus ramparts) протягивается по простиранию склона на 0,5 км. Есть два-три ступенчатых каменных глетчера, у которых большая верхняя часть активная, нижняя неактивная. У одного из них последняя кончается на высоте 3200 м.

В Хурсантаге около 40 активных, неактивных, древних каменных глетчеров, включая и предосыпные валы (protalus ramparts). Среди последних преобладают активные образования.

Основной Гиссарский хребет с каменными глетчерами протягивается от 67°27' до 70°30' в.д., т.е. почти на 270 км. Здесь преобладают активные формы. Их не менее 300. Всего же в Гиссарском хребте выявлено 455 каменных глетчеров. Среди них кроме активных присутствуют неактивные, древние и предосыпные валы (protalus ramparts). Активные размещаются в интервале абсолютных высот 4050—2900 м, неактивные спускаются до 2800 м, древние - до 2600-2500 м. Самые длинные активные каменные глетчеры протягиваются на 2 км. Длина неактивных, как правило, менее 1 км. Древние же разновидности иногда достигают в длину 1,3 км.

В срединной и концевой части хребта, восточнее 68°51' в.д., на отрезке около 168 км сосредоточена почти половина всех каменных глетчеров. Здесь же встречаются одиночные земляные глетчеры.

**Зеравшанский хребет.** Основной хребет с каменными глетчерами расположен между 67°38' и 70°20' в.д. Длина его 240 км.

Самый западный каменный глетчер отмечен под 39°09' с.ш. и 67°38' в. д.

Активных каменных глетчеров не менее 200. Наиболее крупные формы приурочены к участку хребта между 68°32' и 70°20' в.д. Они достигают в длину 4-6 км. Размещаются активные каменные глетчеры на высотах 4100-2800 м.

Отмечен двухступенчатый каменный глетчер. Верхняя часть его активная, нижняя неактивная. Имея длину 1,7 км, он спускается до 2960 м.

Особого внимания заслуживают древнейшие каменные и земляные глетчеры. Судя по описанию А. В. Кожевникова [7], их возраст позднеплейстоценовый. Один из земляных глетчеров спускается в долину Зеравшана против кишлака Урмитан. Его длина 5 км. Он находится в интервале высот 2250-1200 м. Нами по космическим снимкам здесь выявлены еще четыре древних

земляных глетчера. Самый крупный из них достигает в длину 2 км, располагаясь между абсолютными высотами 2000-1250 м.

Всего в Зеравшанском хребте порядка 280 каменных глетчеров.

**Туркестанский хребет.** Часть хребта с каменными глетчерами расположена между 68° 37' и 70°53' в. д. Ее протяженность 195 км.

Активные каменные глетчеры размещаются в интервале высот 4000—2900 м. Самый длинный из них 3 км. На его фронтальном откосе отмечен селевой очаг на высоте 3300 м.

Неактивные каменные глетчеры относительно редки. Древние их разновидности длиной до 2,5 км спускаются до изогипсы 2600 м.

Классический погребенный ледник длиной до 4,5 км находится на абсолютных высотах 3800—3300 м.

Есть земляные глетчеры (39°35' с.ш. и 69°58' в.д.). Один из них протягивается на 7 км в интервале высот 3500—3100 м. Другой (39°40' с. ш. и 70°44' в. д.) длиной 2,3 км располагается на абсолютных высотах 3600—3100 м.

В Туркестанском хребте не менее 190 каменных и земляных глетчеров.

**Алайский хребет.** Основной хребет с каменными глетчерами находится между 70°45' и 73°47' в. д. Его длина почти 280 км.

В Алайском хребте преобладают активные каменные глетчеры ледникового и осыпного генезиса. Они размещаются в интервале высот 4400—2700 м. Их наибольшая длина 3,5 км. Неактивные формы относительно редки. Самые длинные из них простираются на 3 км. Еще реже встречаются древние их разновидности. Один из них спускается до изогипсы 2200 м. Его длина 1,5 км.

В западной части Алайского хребта широко представлены классические погребенные ледники. Один из них длиной в 1,2 км спускается очень низко, до 2400 м. Самый длинный погребенный ледник протягивается на 1,7 км.

Отмечен случай подпруживания реки активными каменными глетчерами.

В концевой части Алайского хребта, к востоку от долины р. Куршоб, выявлено 10 активных каменных глетчеров в интервале высот 4000—3500 м. Самый длинный 1,5 км. Неактивных форм не более пяти. Относительно много, около 10, древних каменных глетчеров. Они размещаются необычайно высоко, между 3750—3550 м.

Всего на этом концевом отрезке Алайского хребта порядка 25 каменных глетчеров.

В Алайском хребте зафиксированы крупные земляные глетчеры в бассейне р. Ак-Суу (39°49' с.ш. и 71°40' в.д.). Здесь находится группа из пяти ледниковых земляных глетчеров весьма выразительного облика. Самый значительный из них протягивается на 3 км в интервале высот 3800—3200 м (рис. 1). Другая группа, также из пяти земляных глетчеров, находится в бассейне р. Аллаудин, притока р. Сох (39°47' с.ш. и 71°26' в.д.), в интервале высот 3800—3500 м.

Особого внимания заслуживает один активный земляной глетчер, который спускается по южному склону Алайского хребта до 3100 м (39°42' с.ш. и 72°45' в.д.). Он весьма длинен, до 1 км, и очень низко расположен для склона южной экспозиции. Этот феномен на поддается объяснению.

**Отроги Алайского хребта с каменными глетчерами.**

**Кичик-Алай.** Протягивается от 72° 15' до 72°48' в.д. на 63 км. Наиболее детально каменные глетчеры здесь исследованы В. Ф. Суловым [9]. По его данным в Кичик-Алае насчитывается 209 каменных глетчеров (171 активный, 38 неактивных и древних). В основном они сосредоточены в интервале абсолютных высот 3800—4400 м. Но некоторые из них прослеживаются вверх до 4600 м и вниз до 2900 м. Большая часть активных каменных глетчеров (106) относятся к присклоновым (осыпным), а остальные 65 — к приледниковым (ледниковым) генетическим разновидностям.

Встречаются и двухступенчатые образования такого рода (рис. 2). Они характерны и для других регионов Гиссаро-Алая.

Заметим, что горный массив Кичик-Алай отличается обилием классических разновидностей каменных глетчеров.

**Хребет Терек-тоо.** Протягивается в длину на 60 км по границе Кыргызстана и Китая. Здесь около десятка неактивных каменных глетчеров в интервале высот 4200—3700 м. Имеются один-два древних. Достоверные активные формы не обнаружены.





Рис. 1. Земляной глетчер в Алайском хребте (39°49' с.ш. и 71°40' в.д.)

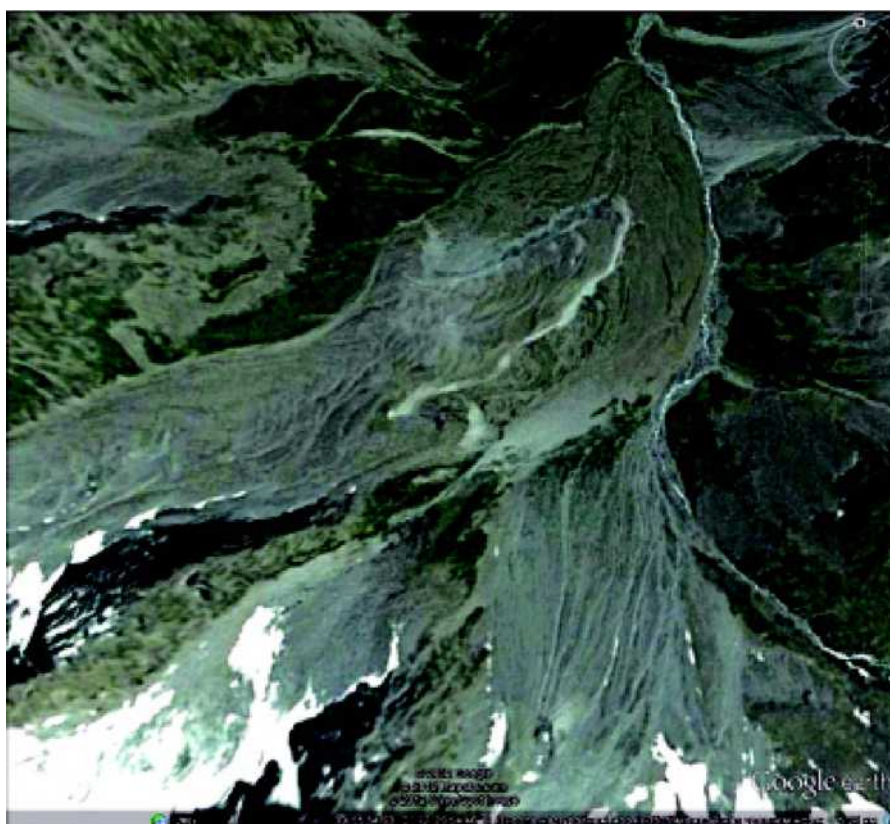


Рис. 2. Двухступенчатый каменный глетчер в Кичик-Алае (39°56' с.ш. и 72°29' в.д.).  
Верхняя часть активная, нижняя неактивная

**Хребет Алайку.** Участок с каменными глетчерами расположен между 74°05' и 74°51' в.д. Выявлено около 20 активных, 10 неактивных и 5 древних каменных глетчеров. Активные разновидности длиной до 1,4 км размещаются в интервале высот 4250—3700 м. Всего каменных глетчеров не менее 35.

**Хребет академика Адашева.** Здесь, на участке с координатами 40° 13' с.ш. и 73°52' в.д., в районе высочайшей (4745 м) вершины хребта находятся три активных каменных глетчера. Они размещаются в интервале абсолютных высот 3900-3500 м. Самый крупный имеет длину до 1,8 км. Отмечено пять неактивных образований такого рода.

В Алайском хребте с его восточными отрогами установлено не менее 977 каменных глетчеров.

Всего в Гиссаро-Алае порядка 1900 каменных и земляных глетчеров. Среди них не менее 1600 активных разновидностей.

В заключение отметим, что изучение космических снимков [10] и некоторых публикаций [9] позволило в первом приближении составить обзор каменных и земляных глетчеров в Гиссаро-Алае. Он далеко неполно охватывает характеристики этих перигляциальных форм. Особенно трудно выявлять неактивные и древние каменные глетчеры и отличать их друг от друга. Не исключено, что некоторые обвальные или оползневые массивы ошибочно могут быть приняты за древние каменные глетчеры. Все это связано с трудностями дешифрирования рассматриваемых образований по космическим снимкам. Они касаются качества снимков, заснеженности или затененности некоторых горных территорий или участков. Поэтому далеко не все каменные глетчеры, особенно малых размеров, учтены в приведенном обзоре. Об этом наглядно свидетельствует сравнение выявленных форм при наземных исследованиях и по космическим снимкам. Например, в Кичик-Алае В. Ф. Суловым [9] обнаружено при проведении экспедиционных работ 209 каменных глетчеров, а по космическим снимкам выявлено не более 170, так как примерно 15 % территории горного массива было закрыто облаками.

Следовательно, приведенное в предлагаемой статье число каменных глетчеров в Гиссаро-Алае несколько занижено. Оно, несомненно, не менее 2000, как и предполагалось ранее А. П. Горбуновым и И. А. Горбуновой [11].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Максимов Е.В., Осмонов А.О. Особенности современного оледенения и динамика ледников Киргизского Ала-Тоо. Бишкек: Илим, 1995. 199 с.
2. Ивановский Л.Н. Гляциальная геоморфология гор. Новосибирск: Наук, 1981. 173 с.
3. Barsch D. Rockglaciers. Berlin: Springer-Verlag, 1996. P. 331.
4. Corte A. Rock glaciers // Biul. Peryglacjalny. 1976. № 26. P. 175-197.
5. Humlum O. Origin of Rock Glaciers: Observations from Mellemfjord Glacier on Disko Island Central West Greenland // Permafrost and Periglacial Processes. 1996. V. 7, N 3. P. 361-380.
6. Уошборн А.Л. Мир холода. М.: Прогресс, 1988. 382 с.
7. Кожевников А.В. Антропоген гор и предгорий. М.: Недра, 1985. 180 с.
8. Горбунов А.П., Титков С.Н. Каменные глетчеры гор Средней Азии. Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения СО АН СССР, 1989. 164 с.
9. Сулов В.Ф. Каменные глетчеры Кичик-Алая // Вопросы гляциологии Средней Азии. Л., 1966. С. 13-17. (Труды Среднеазиатского НИГМИ; вып. 27).
10. <http://www.googleearth.com/>.
11. Горбунов А.П., Горбунова И.А. География каменных глетчеров мира. М.: Товарищество научных изданий «КМК», 2010. 131 с.



УДК 911.5

## О ГЕОХИМИИ ЛАНДШАФТОВ ПРИБАЛКАШЬЯ

**Р. В. ПЛОХИХ**

Рук. лаборатории рекреационной географии Института географии, д.г.н., доцент

*Мақалада Солтүстік және Солтүстік-Батыс Балқаш өңірі мысалында ландшафттық геохимияның кейбір сұрақтары қарастырылған.*

*Рассмотрены некоторые вопросы геохимии ландшафтов на примере Северного и Северо-Западного Прибалкашья.*

*In article some issues of geochemistry of landscapes as an example of the Northern and North-West Pre-Balkash are considered.*

Современная геохимия ландшафтов занимает особое место в комплексе наук об окружающей среде. Ход развития мировой науки показывает, что свойственный этому направлению комплексный подход к изучению природных и природно-антропогенных явлений и процессов способствует аугментации его роли при решении теоретических и практических проблем, связанных с локальным, региональным и глобальным рассеянием и концентрацией веществ в ландшафтной среде [1]. При разных видах природопользования в активный геохимический круговорот в природно-территориальных комплексах (ПТК) поступают массы химических соединений, ранее находящихся в иммобилизованном состоянии или вообще отсутствовавших. В зависимости от местных ландшафтно-геохимических условий происходит рассеяние или локализация веществ в природных и техногенных системах. Основным результатом — загрязнение ландшафтной среды. Ландшафтно-геохимический подход позволяет выделить сравнительно однородные территории — ПТК, характеризующиеся определенной концентрацией и соотношением химических элементов, обуславливающими реакции на внешнее воздействие. Компоненты ПТК длительное время хранят следы всяческих воздействий, поэтому прошлые, современные и будущие состояния окружающей среды можно установить посредством анализа факторов и условий, определяющих формирование миграционных потоков. Единение геохимии ландшафтов с представлениями биогеохимии и экологии — один из главных путей к организации экологически безопасного и экономически эффективного природопользования. В этом аспекте изучение состояния ландшафтов Северного и Северо-Западного Прибалкашья, как одного из важных для Республики Казахстан в промышленном и рекреационном отношении, актуальны и способствуют решению трех важных проблем экологически безопасного природопользования:

оценке природных и антропогенных составляющих для идентификации ландшафтно-геохимических закономерностей;

разработке критериев нормирования, учитывающих ландшафтно-геохимические особенности региона и позволяющих управлять состоянием окружающей среды и происходящими в ней изменениями;

определению механизмов современного и перспективного природопользования на основе особенностей, ограничивающих негативные явления и процессы в ландшафтной среде.

Главный объект исследований — ландшафтно-геохимические системы каскадного типа (КЛГС), выделенные по уровню организации и тесноте обратных связей [2]. Они образованы серией элементарных ландшафтно-геохимических систем, сменяющихся от местного водораздела к депрессии рельефа и связанных закрытыми латеральными миграционными потоками с аккумуляцией веществ в ней. КЛГС отличаются спецификой поступления природных и техногенных веществ. Каскадными ландшафтно-геохимическими барьерами (КЛГБ) определены территории, в пределах которых имеются участки с избирательным накоплением и исключением разных

химических элементов [3]. Основная причина - резкие смены кислотно-восстановительного и кислотно-основного потенциалов почвенного компонента как следствие закономерной пространственной эволюции каскадных ландшафтов юго-восточного склона Казахского мелкосопочника (Сары-Арки). В Северном и Северо-Западном Прибалкашье на участках с проявлением КЛГБ часто происходит в разной степени аккумуляция техногенных поллютантов, поэтому для таких ландшафтных систем необходима разработка дифференцированного комплекса природоохранных мероприятий.

Использованы следующие методологические подходы: а) комплексное изучение ландшафтообразующих факторов как предпосылок для развития процессов биогенной, физико-химической и механической миграции химических элементов; б) исследование пространственной ландшафтной организации на видовом уровне; в) изучение поведения отдельных геохимических элементов в разных процессах, протекающих в природных и техногенных ландшафтах. Методы исследований: полевые работы на пробных площадках, эталонирование и комплексное профилирование; лабораторный анализ проб; картографирование (графоаналитические приемы - картометрия, морфометрия, математико-картографическое моделирование - математический анализ, математическая статистика, теория информации); дешифрирование космических снимков и ГИС-технологии; оценка ландшафтов по интегрированным и частным параметрам (ландшафтная индикация); частные методы и приемы (сравнительно-географический, эколого-физиологический, экспериментальный, бонитировочный, фитоценотический).

Северное и Северо-Западное Прибалкашье полосой до 250-300 км обрамляет одноименный крупный внутриконтинентальный (бессточный) водоем Казахстана. Геоморфологически регион гораздо ниже территории, расположенной севернее. Средние высоты ПТК мелкосопочника и холмистых цокольных равнин в пределах 680—342 м абс. выс., местами встречаются ландшафты островных низкогорий с превышением 800 м абс. выс. Палеозойская литогенная основа, почти всюду лежащая непосредственно у поверхности, представлена смятыми в складки вулканогенно-осадочными толщами - песчаниками, кварцитами, аргиллитами и эффузивами нижнего и среднего палеозоя. В окрестностях г. Балкаша распространены верхнепалеозойские интрузии гранитов, прорывающие отложения карбона [4].

Несмотря на близость озера, согласно наблюдениям на МС Агадыр, Актогай, Кызылтау, Бектауата, Коктас, Балкаш и Сарышаган регион характеризуется как засушливый с очень холодной зимой (средние температуры января  $-12,3...-18,1^{\circ}\text{C}$ ) и жарким летом (средние температуры июля  $+19,8...+24,9^{\circ}\text{C}$ ). Высоки ландшафтно-термические ресурсы теплого времени года, так как сумма температур за период с показаниями выше  $+10^{\circ}\text{C}$  равна 3000-3200  $^{\circ}\text{C}$ . При испаряемости до 750-800 мм в год сумма осадков изменяется от 312 мм (МС Кызылтау) до 126 мм (МС Сарышаган), поэтому ГТК составляет по типам ландшафтов: 0,5-0,7 - сухостепные, 0,5-0,3 - полупустынные, менее 0,3 - пустынные.

Интразональные современные и древние долинные ландшафты приурочены к рекам Мойынты, Жамши, Тоқырау, Баканас и др., берущим начало с низкогорий и сохраняющим в течение почти всего года подземный сток через аллювиальные толщи песков и галечников. Зональные ландшафты представлены полупустынными и пустынными ПТК сглаженного мелкосопочника и холмистых цокольных равнин с полынноковыльной, полынной и полынно-солянковой растительностью на бурых и серо-бурых почвах (местами со светло-бурыми), развитых на щебнисто-глинистых элювиальных и делювиально-пролювиальных покровах и усталых с поверхности щебенкой со следами пустынного загара. В ландшафтах межсопочных и сухих древнедолинных понижений, выстилаемых соленосными отложениями, распространены солончаки и солончакватые такыровидные почвы под полынно-боялычевой и многолетнесолянковой растительностью, местами разреженной саксауловой, гребенщиковой и лоховой. Вблизи г. Балкаша встречаются массивы слабозакрепленных бугристых песков, образовавшихся в результате перевевания древнего аллювия, с житняково-белоземельнополынно-терескеновой и реликтовой туранговой растительностью.

Избирательность геохимического накопления или удаления элементов в ландшафтах определяется специфическим сочетанием геологических, механических, химических, биологических и других условий. Перечень концентрирующихся элементов зависит от характера физико-геогра-

фических процессов. Основной природной закономерностью геохимического перераспределения в ландшафтах Северного и Северо-Западного Прибалхашья выступает конвергенция концентраций элементов в почвах и растениях соответственно литогенной основе. Это обусловлено значительной пространственной дифференциацией процессов почвообразования и накопления фитомассы, ведущая роль в которых принадлежит исходному субстрату, а не аэральная миграция с преобладанием частиц Айтмена согласно показателям седиментационного оседания, импакции частиц и влажного выпадения [5, 6]. В ландшафтах полупустынного и пустынного типов с незначительной турбулентностью и шероховатостью поверхности для осаждения пыли имеется ограниченная площадь и поэтому ее удаляется менее 10 %. В береговой зоне, особенно у абразионных берегов, основной источник атмосферных аэрозолей — водные соли. Характерный озерный состав аэрозолей прослеживается на расстоянии от 200 м до 1 км от берега. В то же время поступление солей с атмосферными осадками по осредненной наблюдавшейся минерализации составляет от 0,117 до 1,800 г/л [7]. Геохимические особенности ландшафтов отражает транспирационный вынос солей. В регионе средний показатель его интенсивности у растений составляет менее 200 мг/дм<sup>2</sup> ч, причем конденсаты транспирации влаги галофитов содержат сульфатов, хлоридов и натрия в 3—4 раза больше, чем выделения злаков. В результате формируются геохимические соотношения и концентрации элементов, согласованные с приуроченностью ландшафтов Северного и Северо-Западного Прибалхашья: элювиальные автоморфные (водоразделы), аккумулятивно-элювиальные автоморфные (понижения водоразделов), трансэлювиальные (склоновые), трансаккумулятивные (подножья склонов), аккумулятивные супераккумулятивные (надводные), аккумулятивные аккумулятивные и субаккумулятивные (озеро и побережье), аккумулятивные трансаккумулятивные (реки).

В Северном и Северо-Западном Прибалхашье по ландшафтно-геохимическим особенностям выделяются две укрупненные структурные модели: 1) плакорная с фоновыми природными геохимическими характеристиками или условным «экологическим оптимумом» с повышенным уровнем содержания отдельных химических элементов и слабой интенсивностью их перераспределения; 2) КЛГС с интенсивной дифференциацией химических элементов и значительными отклонениями от регионального фона. Вторая модель приурочена к террасированным цокольным равнинам и пенепленизированному мелкосопочнику, сложенному складчатыми метаморфическими, осадочными и эффузивными породами с линейной или площадной корой выветривания, древними долинами с осадочными отложениями. Геохимическое сопряжение КЛГС в пределах сухих степей, полупустынь и пустынь с участием интразональных солонцов и солончаков следующее: а) автоморфные гипсометрически разноуровневые ландшафты водоразделов и склонов, сложенных скальными породами, часто с древней корой выветривания, перекрытой маломощными четвертичными отложениями; б) автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные террасированные ландшафты понижений и древних долин.

Характерная черта КЛГС региона - локальные повышенные концентрации Cu, Pb, Zn, Mo, Co, Ni, Sr, Ba, Ti, Zr, V, Y, сульфатов и др. Частым и надежным индикатором выступает растительный компонент ландшафта. В то время как ковыли (*Stipakirghisorum*, *S. sareptana*, *S. richterana*, *S. orientalis*) и овсяница (*Festuca valesiaca*) зачастую не накапливают Cu ( $A_{x_2} < 1$ ), полыни (*Artemisia sublessingiana*, *A. gracilescens*, *A. frigida*, *A. terrae-albae*, *A. lerchiana*), биоргун (*Anabasis salsa*, *A. truncata*, *A. cretacea*) и некоторые виды растений концентрируют как Cu ( $A_{x_2} = 2-4$ ) и Co ( $A_{x_2} = 2-6, 7$ ), так и Ni, Mo, Pb, Sr, Ba, Zn ( $A_{x_2} > 1$ ), Ti, Zr, V, Y и др. [8, 9].

Высокие концентрации Cu в растениях как корме домашних животных и питьевой воде имеют важное значение для медико-санитарной обстановки Северного и Северо-Западного Прибалхашья. При ежедневной норме приема человеком 0,50-6,00 мг, из которых усваивается до 30 %, токсичная доза может составлять в десятки раз больше. С избытком микроэлемента, прежде всего, связано увеличение его содержания в крови, превращение минеральных соединений Fe в органические с использованием накопленного в печени при синтезе гемоглобина и развитие анемии (малокровия). Продолжительный прием более 3 мг меди в день становится причиной для беспокойства. При потреблении 10 мг в день могут развиваться токсические симптомы: перманентные головные боли, гипогликемия, вегето-сосудистая дистония и учащенное сердцебиение, приступы тошноты, отложение меди в головном мозге и печени с нарушением их деятельности,

задержка мочи, раннее облысение. Чрезмерная концентрация Cu приводит к дефициту в организме Zn, необходимого для выработки пищеварительных ферментов. Повышенная концентрация Cu у детей ассоциируется с гиперактивным поведением, дислексией, ADD-синдромом дефицита внимания, инфекцией внутреннего уха. Вместе с тем отмечаются следующие положительные рекреационные эффекты геохимической обстановки: относительно высокая подготовленность организма к патологическим процессам (ишемическая болезнь сердца, рак, сахарный диабет, инфаркт миокарда, ожирение) и обеспеченность повышенной потребности в Cu (дети, беременные женщины, люди пожилого возраста, стрессы, значительные физические и умственные нагрузки) в результате ее концентрации в крови; высокая активность ферментных систем и белкового обмена в хондро- и остеобластах, сопровождающих рост костных тканей; снижение содержания сахара и фосфора в крови при малых дозах Cu; естественные бактерицидные свойства Cu, особенно в отношении метициллин-устойчивого штамма стафилококка золотистого («супермикроб» MRSA); потенциально возможное естественное инактивирование вируса гриппа A/H1N1 («свиной грипп») [10—12].

Концентрация Pb и Zn и передача их по цепям питания в ландшафтах Северного и Северо-Западного Прибалкашья — немаловажные составляющие их экологических и рекреационных свойств. Хотя роль этих элементов в жизнедеятельности организма человека и животных изучена недостаточно, в литературе встречаются данные, подтверждающие жизненную необходимость в них. Дефицит Pb в организме может развиваться при недостаточном его поступлении (1 мкг/день и менее). Дефицит Pb в эксперименте понижал рост животных, нарушал метаболизм железа, изменял действия некоторых ферментов и концентрацию в связи со статусом железа отдельных метаболитов в печени. Установлено участие Pb в обменных процессах костной ткани. В то же время Pb — канцероген и тератоген для организма при превышении оптимальной интенсивности его поступления в организм человека в 10 мг. Токсическое действие во многом обусловлено способностью образовывать связи с большим числом анионов — лигандов, к которым относятся сульфгидрильные группы, производные цистеина, имидазольные и карбоксильные группы, фосфаты. В результате связывания ангидридов с Pb угнетаются синтез белков и активность ферментов, в частности АТФ-азы. Он нарушает синтез гема и глобина, вмешиваясь в порфириновый обмен, индуцирует дефекты мембран эритроцитов. Основные проявления избытка Pb: повышенная возбудимость, слабость, утомляемость, снижение памяти; головные боли; поражение периферической нервной системы (боли в конечностях); кариес зубов, артропатия, заболевания костной системы; повышение артериального давления и развитие атеросклероза; истощение, исхудание, уменьшение массы тела; нарушения порфиринового обмена (уробилиноген, копропорфирин); снижение содержания в организме Ca, Zn, Se и др. Zn входит в состав ферментов и комплексов, обеспечивающих важнейшие физиологические функции организма: образование, рост и метаболизм (обмен веществ) клеток, синтез белков, заживление ран; активизацию иммунных реакций, направленных против бактерий, вирусов, опухолевых клеток; усвоение углеводов и жиров; поддержание и улучшение памяти; поддержание вкусовой и обонятельной чувствительности; обеспечение стабильности сетчатки и прозрачности хрусталика глаза; нормальное развитие и функционирование половых органов. При превышении порога токсичности для Zn в 600 мг/день развиваются негативные проявления: нарушения функций иммунной системы, аутоиммунные реакции; нарушения состояния кожи, волос, ногтей; болезненная чувствительность желудка и тошнота; снижение содержания в организме Pb, Cu, Cd; ослабление функций предстательной и поджелудочной желез, печени [13-17].

В заключение приведем несколько положений, касающихся геохимии ландшафтов Северного и Северо-Западного Прибалкашья.

1. Закономерности формирования КЛГС региона определяются широким комплексом факторов, основные из которых специфика географического положения, геологическое и орографическое строение территории, неотектоника. Они влияют на ослабление роли биогенеза и усиление геолого-геоморфологических факторов.

Развитие стоковых процессов и направление изменения ландшафтообразующих факторов приводит к формированию геохимических соотношений и концентраций элементов, согласованных с приуроченностью ландшафтов.

2. В зависимости от приуроченности в гипсометрическом ряду геохимические характеристики ландшафтов могут значительно изменяться, что позволяет использовать их для определения экологических и рекреационных свойств. Основой регионального нормирования выступает плакорная структурная модель с фоновыми природными геохимическими характеристиками, локального нормирования - КЛГС с интенсивной дифференциацией химических элементов и значительными отклонениями в характеристиках. Такой подход позволит комплексно оценивать контролируемые химические элементы при определении степени деформации геохимического спектра и учитывать отклонения в области повышенных и пониженных значений.

3. Перспективное направление оценки и учета ландшафтно-геохимической дифференциации территории Северного и Северо-Западного Прибалхашья для целей экологически безопасного природопользования - картирование ландшафтов, отличающихся характером перераспределения и ролью ландшафтообразующих факторов в миграции химических элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Чертко Н.К.* Геохимия ландшафта. Минск: Изд-во БГУ, 1981. 255 с.
2. *Глазовская М.А.* Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976. С. 99-118.
3. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. М.: Астрель-2000, 1999. 610 с.
4. Рельеф Казахстана (пояснительная записка к геоморфологической карте Казахской ССР масштаба 1:1 500 000). Алма-Ата: Гылым, 1991. Ч. 1. С. 108-118.
5. *Овчинников Л.Н.* Прикладная геохимия. М.: Недра, 1990. 248 с.
6. *Алексеев В.А.* Ландшафтно-геохимические исследования и окружающая среда / Отв. ред. А.И. Перельман. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост.ун-та, 1989. 121 с.
7. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья. СПб.: Гидрометеоиздат, 1995. С. 51.
8. *Ермолаев М.М.* Географическое пространство и его будущее // Изв. ВГО. 1967. Т. 99, вып. 2. С. 97-105.
9. *Глазовская М.А.* Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. Смоленск: Ойкумена, 2002. 288 с.
10. *ЭмслиДж.* Элементы / Пер. с англ. М.: Мир, 1993. 256 с.
11. Интернет-ресурс «EPA registers copper-containing alloy products»: <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/copper-alloy-products.htm>
12. Интернет-ресурс «British Scientist Shares Expertise on Swine Flu Control in Beijing»: <http://www.copperinfo.co.uk/news/press-releases/pr762-britishscientist-copper-swine-flu.pdf>
13. *Михайлов В.В.* Основы патологической физиологии: Руководство для врачей. М.: Медицина, 2001. 704 с.
14. *Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С.* и др. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
15. *Скальный А.В.* Микроэлементы для вашего здоровья. М.: ИД «ОНИКС 21 век», 2003. 238 с.
16. *Сусликов В.Л.* Геохимическая экология болезней. М.: Гелиос АРВ, 1999. Т. 1. Диалектика биосферы и нообиосферы. 410 с.
17. *Сусликов В.Л.* Геохимическая экология болезней. М.: Гелиос АРВ, 2000. Т. 2. Атомовиты. 672 с

УДК 20.18

## РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИНСКИХ ОЗЕР

**А. В. ЕГОРИНА**

Профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды горно-металлургического факультета Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева, д.г.н.

*Мақалада Сібе қалдерінің (ҚРШығыс Қазақстан облысы) рекреациялық әлеуетінің табиғи құрамы қарастырылған. Бұл ерекше табиғат нысандарын қорғау және тиімді пайдалануды қамтамасыз ету үшін арнайы ұйымдастыру шараларын жүргізу қажеттілігі көрсетілген.*

*Рассмотрены природные составляющие рекреационного потенциала Сибинских озер (Восточно-Казахстанская область Республики Казахстан). Отмечено, что необходимо проведение специальных организационных мероприятий для обеспечения охраны и рационального использования этих уникальных природных объектов.*

*In article of the natural components of the recreational potential of the Sibiny lakes (East Kazakhstan oblast' of Republic of Kazakhstan) are considered. It is noted that necessary to carry out special arrangements for providing of the protection and rational use of these unique natural objects.*

Калбинское нагорье - край сказочно красивых озер. Сибинские (Себинские, Аблайкитские) озера обрамлены гранитными и песчаниковыми скалами, расположены ступенеобразно у южной окраины массива Коктау. Все пять озер имеют подпрудное происхождение, сравнительно неглубокие, лежат в очень живописной долине, выработанной притоками р. Аблайкетки: Кашкербай, Алка, Ульмеис, Дюйсен, Истыкпа. Циркообразные котловины озер замкнуты с трех сторон и как бы врезаны в граниты. Озера разделены узкими грядами. Склоны и вершины гряд почти лишены растительности. Общая площадь водосборного бассейна Сибинских озер 36,1 км<sup>2</sup>, водного зеркала около 6,0 км<sup>2</sup>, глубины от 2,5 до 38,0 м, высота над уровнем моря 714-830 м. Объем аккумулированной в озерах чистой пресной воды 84,3 млн м<sup>3</sup> [1]. С юга они открыты в сторону Аблайкитской долины, отделяющей массив Коктау от гряды Кызылкаин (см. рисунок) [2].

Озера на гранитных скалах Коктау имеют большое рекреационное значение. Этот уголок природы Восточного Казахстана с живописными ландшафтами, чистым горным воздухом, прохладой речек, озер и другими достопримечательностями привлекает большое число туристов и отдыхающих, особенно в летне-осенний сезон, а также в воскресные дни.

Главным рекреационным фактором района Сибинских озер является высокая обеспеченность световыми и тепловыми ресурсами. Продолжительность солнечного сияния составляет в среднем 2300-2400 ч за год, что сопоставимо с условиями Крыма. Средняя продолжительность солнечного сияния в течение года колеблется от 74 ч в январе до 328 ч в июне. На данной широте наблюдаемая продолжительность солнечного сияния в летние месяцы достигает 60-70% возможной. Число ясных дней в году до 180, в месяц их насчитывается до 15 и более. Исключение составляют июль, октябрь и ноябрь, когда их число снижается до 12-13 [3].

Годовая величина суммарной солнечной радиации в районе Сибинских озер достигает 4980 МДж/м<sup>2</sup>, изменяясь от 100 МДж/м<sup>2</sup> в январе до 730 МДж/м<sup>2</sup> в июне-июле.

Среднемноголетняя годовая температура воздуха по данным метеостанции Усть-Каменогорск равна +2,7 °С. Внутри года наиболее низкие температуры характерны для января (в среднем -17,0 °С), самым теплым месяцем является июль (+20,8 °С). С поднятием в горы температура воздуха закономерно понижается. Если на высотах порядка 500 м над ур. м. июльская температура в среднем равна +19,5 °С, то уже на высотах 1000 м она понижается до 16 °С, а на высотах 1500 м составляет около 13 °С [3]. Абсолютный максимум температур воздуха в Калбинском нагорье дос-

тигает +40...+43 °С, понижаясь на высотах 1000—1200 м до +35...+36 °С. Абсолютный минимум в предгорьях составляет —49.—50 °С. На высотах 500—800 м он повышается до —40 °С, на высотах 1000 м — до —38.—39 °С. В июне, августе возможны заморозки до —1 °С. Среднемесячная температура июля может опускаться до +4.+5°С. На режим температуры воздуха большое влияние оказывают формы рельефа. На предгорных равнинах годовая амплитуда температуры равна 35—37 °С, на склонах гор — около 30 °С, в котловинах может возрастать до 40—43 °С.



а



б

Рис. 1. Космический снимок (а) и 3D модель рельефа (б) района Сибинских озер [2]

Среднемноголетняя годовая сумма осадков по данным метеорологической станции Усть-Каменогорск составляет 542 мм, в Бозанбае она равна 610 мм [4, 5]. Распределение осадков по рассматриваемой территории неравномерное.



На наветренных склонах гор с высотами 1000 м и более выпадает 600—800 мм осадков за год. В районе Синегорской пихтовой рощи их годовое количество достигает 800—1000 мм. В предгорьях и котловинах с сухостепными ландшафтами выпадает всего 300—400 мм осадков за год. Внутри года минимальные осадки приходятся на зимние месяцы (январь—март). Их величина колеблется от 25 до 35 мм в месяц. Самое большое количество осадков обычно приходится на июль — в среднем около 60 мм в месяц.

Дата образования устойчивого снежного покрова колеблется от 10 октября до 1 ноября (самая поздняя 11 ноября). Высота снежного покрова за зиму в среднем 50—60 см. Распределение снега по территории определяется характером рельефа. На наветренных западных и югозападных склонах гор высота снега в 1,5—2,0 раза больше, чем на подветренных северо-восточных и даже юго-восточных. В горной кустарниковой степи высота снега может достигать 50—100 см, в сосново-березовых колках и сосновых лесах — 80—100 см.

В закрытых котловинах на высотах 600—800 м высота снежного покрова не превышает 30—35 см. На открытых участках горной степи она чаще всего равна 5—10 см. В логах юго-западной и западной экспозиций высота снега может составлять 2—3 м, чему способствует метелевый перенос. Число дней с метелями в районе озер может достигать 20 при скоростях ветра до 10—13 м/с [3].

Относительная влажность воздуха в течение года колеблется от 74—76 % зимой до 65—67 % летом.

Годовой режим ветра в целом благоприятствует развитию рекреации и туризма. Среднегодовая скорость ветра 1,7—3,4 м/с. В центральных районах нагорья она несколько выше. Внутри года более значительные скорости ветра отмечаются в осенне-зимние и весенние месяцы с максимумом до 3,5 м/с в январе и мае. Летом скорости ветра обычно небольшие. Непосредственно в районе озер усиление ветра наблюдается в осенне-зимний период, когда скорости ветровых потоков могут достигать 20 м/с и более. Внутрисуточный минимум ветровой деятельности приходится на ночные часы, к полудню скорость ветра несколько возрастает. С ноября по март преобладают ветры восточных румбов. Летом увеличивается повторяемость ветров северных направлений и уменьшается повторяемость штилей.

Высокая инсоляция, значительное количество ультрафиолетовой радиации, благоприятное сочетание температуры и влажности воздуха, низкие скорости ветра создают в районе Сибирских озер предпосылки для развития в летний период видов отдыха, использующих факторы климато- и ландшафтотерапии. Зимой ясная, солнечная, сравнительно слабо и умеренно морозная погода, достаточное количество снега, особенно по долинам рек, благоприятствуют зимним видам отдыха.

Влияние климата на человека проявляется через его тепловое состояние. Метеорологические условия среды считаются комфортными, если ее комплексное влияние и теплоотдача организма уравновешены терморегуляторными реакциями. Наиболее ценна в рекреационном отношении солнечная погода. Она отличается наилучшими условиями освещенности, обеспечивает яркость зрительных впечатлений от окружающих ландшафтов. При этом типе погоды возможно широкое использование гелиотерапии. Как показали исследования, удлинение времени пребывания на открытом воздухе при любых погодных условиях способствует повышению основного обмена, улучшению физической и умственной работоспособности [6].

Летом при классах погод II, III, IV, а в переходные сезоны и зимой VIII и IX степень функционального напряжения систем терморегуляции в соответствующей одежде изменяется от минимальной до слабой [6]. В этих условиях организм человека испытывает комфортное и оптимальное тепловое состояние.

Большим рекреационным потенциалом обладают сами озера и окружающие водоемы ландшафты. По живописным долинам рек и окрестностям озер могут быть проложены пешеходные и конные туристские маршруты. Озера, за исключением Караколя, в течение всего летнего периода могут использоваться для купания и других водных видов отдыха. Зимой на озерах можно развивать любительскую рыбалку.



Высокий рекреационный потенциал Сибирских озер привлекал и привлекает на их берега массы туристов и отдыхающих. Открытость озерных котловин с юга делает их легко доступными. Особенно доступны для отдыхающих южные берега озер Ульмеис и Алка. Юго-западный берег оз. Истыкпа менее удобен. Он частично заболочен, береговая линия поросла кустарниками, осокой, тростником и другой водолюбивой растительностью. Северо-западный берег относительно доступен и занят строениями баз отдыха. Базы отдыха построены также на озерах Алка и Дюйсен.

Глубины у берегов, как правило, нарастают быстро. Зона мелководья небольшая. У южных берегов дно щебнисто-галечниковое, а там, где к урезу воды подступают граниты, песчаное. Прилегающие к озерам с юга территории задернованы, покрыты луговой или степной растительностью. Западные и восточные склоны озерных котловин скалистые и по большей части трудно проходимые.

Более удобны для купания и отдыха северные берега озер, где волноприбойной деятельностью под воздействием господствующих ветров сформированы песчаные пляжи.

Температурный режим озер в сочетании с ясной солнечной погодой благоприятен для летнего отдыха. Температура воды у берега может достигать +25 °С, мало изменяясь в течение суток. По уровню санитарно-гигиенических требований к качеству воды для культурно-бытовых целей вода Сибирских озер соответствует нормам. Вода пресная, мягкая, слабощелочная, относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, чистая, без запаха и вкуса. Содержание микроэлементов, за исключением фтора, низкое. Общая минерализация воды озер колеблется от 259 до 264 мг/л. Количество фтора изменяется от 1300 мкг/л в оз. Алка до 4100 мкг/л в оз. Истыкпа. Водородный показатель рН 7,8— 8,6, что немного превышает уровень нейтральности. Содержание растворенного в воде кислорода повсеместно высокое в течение всего года [1].

Сегодня со всей остротой встал вопрос о создании государственного национального природного парка в районе Сибирских озер, где заповедные территории могли бы сочетаться с зонами отдыха и экологического туризма. Научное обоснование по его созданию было подготовлено еще в 1992 г. [3].

В туристическом плане у Сибирских озер перспективное будущее. Но необходимо изменить стратегию поведения людей от потребительского к экологически грамотному отношению к природе в целом, что будет способствовать сохранению уникальной природы Восточного Казахстана и обеспечит его переход к устойчивому развитию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Филонец П.П. Очерки по географии внутренних вод Центрального, Южного и Восточного Казахстана (озера, водохранилища и ледники). Алма-Ата: Наука, 1981. 232 с.
2. Интернет-ресурс «сайт Wikimapia»: <http://wikimapia.org/#lat=49.4414545&lon=82.6384735&z=13&l=0&m=b>
3. Климат Юго-Западного Алтая / Под ред. А. В. Егорова. Усть-Каменогорск, 2002. 241 с.
4. Соседов И.С., Гальперин Р.И. Годовое количество осадков на территории Восточного Казахстана // Вопросы гидрологии Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963. С. 46-47.
5. Егорина А.В., Зинченко Ю.К., Зинченко Е.С. Физическая география Восточно-Казахстанской области. Усть-Каменогорск: ВГИ, 2000. С. 64-65.
6. Русанов В.И. Методы исследования климата для медицинских целей. Томск: Изд-во ТГУ, 1973. 191 с.

### Рецензия на монографию А. Р. Медеу

#### «Селевые явления Юго-Восточного Казахстана. Основы управления»

Хозяйственное освоение горных и предгорных районов Юго-Восточного Казахстана происходило в условиях практически полного отсутствия научного обоснования степени угрозы, обусловленной образованием катастрофических селей. Объясняется это как молодостью науки о селях, так и относительно редкой повторяемостью катастрофических селей дождевого генезиса. Условия для формирования катастрофических селей гляциального генезиса в горных районах Казахстана созрели лишь к середине XX в. Это привело к тому, что основные населенные пункты, в том числе г. Алматы (основанные во второй половине XIX в.), расположены на конусах выноса горных рек - территориях, характеризующихся наиболее благоприятными условиями для жизни и хозяйственной деятельности.

Колоссальные по масштабам сели и оползни сейсмического происхождения 1887 г. в Иле Алатау, катастрофический дождевой сел 1921 г., разрушивший восточную часть г. Алматы, гляциальные сели 1958 и 1963 гг., нанесшие большой ущерб г. Есик, ускорили осознание необходимости проведения мероприятий по предотвращению гибели людей и большого материального ущерба, наносимого селями. События 1973 г. подтвердили своевременность принятия мер по защите г. Алматы и других населенных пунктов от селей.

Однако до настоящего времени мероприятия по защите от селей не носят системного характера: отсутствует фундаментальное обобщение результатов научных исследований природы селевых явлений и результатов мероприятий по предотвращению селей гляциального генезиса, проектным работам не предшествует проведение научно-исследовательских работ, проектирование селезащитных мероприятий осуществляется на базе нормативной документации, получившей негативную оценку еще 30 лет назад, стратегии развития целых регионов не учитывают возможности резкого возрастания селевой активности, обусловленной потеплением климата. Все это не может не отразиться на устойчивости развития Казахстана уже в ближайшие десятилетия.

В связи с этим необходимость и своевременность публикации монографии «Селевые явления Юго-Восточного Казахстана», в которой отражены последние достижения науки о селях, а также сведения о практической деятельности по защите людей и хозяйственного механизма страны от селей, не вызывает сомнений.

Первая часть монографии, посвященная созданию базы знаний, - результат переосмысления фондовых материалов и обобщения фактических данных, полученных автором при проведении работ в горных районах Юго-Восточного Казахстана. Это позволило оценить степень селевой опасности описываемого региона, а выявление основных закономерностей формирования селей - заложить основы управления селевыми процессами.

А. Р. Медеу является первым, как минимум на территории СНГ, исследователем, пришедшим к выводу о необходимости государственной перестройки системы защиты от селей, в основе которой лежала ликвидация последствий стихийных бедствий, в систему их предупреждения. Управление идентифицированными и оцененными селевыми рисками по принципу разумной достаточности, разделения ответственности между государством, хозяйствующими субъектами и населением - парадигма, разрабатываемая в руководимом им институте.

С помощью специальных картографических построений автор монографии обосновывает типы катастрофических селепроявлений, очагов зарождения и развития селей, оценивает степень влияния и взаимовлияния факторов селеформирования. Комплексное изучение условий формирования селей в различных высотных зонах позволило ему дать прогнозную оценку степени селевого риска на различных территориях Казахского орогенного пояса.

Разработка основ управления селевыми процессами, изложенных в монографии, базируется на результатах анализа превентивных и защитных мероприятий, осуществленных ГУ «Казселезащита» в последние 50 лет. По мнению А. Р. Медеу, крупные селезащитные сооружения, модернизированные по результатам задержания катастрофических селей, в XX в. успешно выполняли функции, заложенные при их проектировании. В меньшей мере это относится к относительно небольшим, прежде всего сквозным селезащитным сооружениям; в монографии приведены рекомендации по увеличению их эффективности.

Большое внимание уделено анализу превентивных мероприятий, осуществленных ГУ «Казселезащита». В частности, дан подробный объективный анализ работ, выполнявшихся в ходе опорожнения озера №13 в бассейне р. Кумбель. К сожалению, анализ опорожнения озера №6 на леднике М. Маметовой в 1997 г. осуществлен только по материалам организации, выполнявшей эти работы. Опыт, накопленный при опорожении этих озер, уникален. Его достоверное изложение и результаты критического анализа могут внести значительный вклад в увеличение эффективности и безопасности превентивных опорожнений селеопасных поверхностных водоемов моренно-ледниковых комплексов.

В разделе, посвященном научно-прикладным основам организации и экономическим критериям защиты территорий при управлении селевыми процессами, подчеркивается, что инженерная защита должна осуществляться планомерно и систематически на основе разработки комплексных схем воздействия на всю изменяющуюся систему факторов селеформирования. К сожалению, реализация оптимальной инженерной защиты от селей территории Казахстана, как это указывается в монографии, значительно осложнена тем, что исторически сложившаяся система населенных пунктов и объектов хозяйственной деятельности размещена без должного учета селевой опасности. В перспективных планах развития регионов не реализован принцип мониторинга, обеспечивающий оптимальность принятия решений в общей эффективности защиты от селей.

В заключительном разделе монографии изложены концептуально-методологические основы оценки селевого риска. По мнению А. Р. Медеу, основой новой идеологии предотвращения и сокращения ущерба, наносимого селями, должна стать оценка селевых рисков и управление ими. В рамках упомянутой концепции сформулирован понятийный аппарат, предложены синергетический подход к исследованию проблемы в целом и способы решения частных задач. При создании карт риска предлагается выделять территории с различной степенью селевого риска на основе оценки опасности селей для жизни людей и объектов хозяйственной деятельности, выраженной в величине прогнозного суммарного экономического ущерба. На этих картах должны найти отражение существующие и проектируемые противоселевые сооружения, рекомендуемые противоселевые мероприятия. В системе реализации управленческих решений важная роль должна отводиться страхованию рисков.

Монография освещает последние достижения науки о селях и будет полезна лицам, определяющим политику защиты страны от негативных последствий селевых явлений, а также специалистам, занимающимся проблемами прогноза селей, расчета их характеристик и проектирования селезащитных сооружений.

*Б. С. СТЕПАНОВ, д.г.н., профессор*

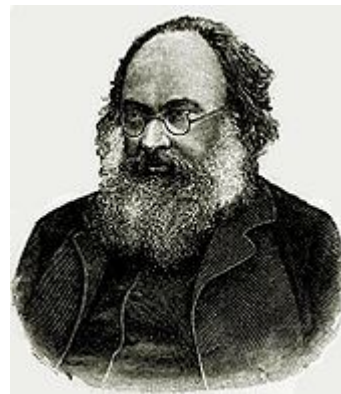
## Юбилейные даты

---

### НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ СЕВЕРЦОВ

(к 185-летию со дня рождения)

Н. А. Северцов — известный зоолог, географ и путешественник, член Императорского Русского географического общества и многих других ученых обществ. Родился в 1827 г. Детство и юность провел в родовом имении в Воронежской губернии. В доме родителей получил прекрасное образование: досконально ознакомился с литературой, свободно говорил и писал на немецком, французском и английском языках и хорошо знал латинский. Уже с ранних лет он обнаруживал глубокую пылкость ума, трудолюбие, любовь к природе и влечение к приключениям. Особый интерес он питал к жизни животных. Зоология стала его любимым предметом, как только он научился читать.



В 16 лет Н. А. Северцов поступил на естественное отделение физико-математического факультета Московского университета. Обладая к тому времени уже солидными знаниями по естественной истории, почерпнутыми из книг и непосредственных наблюдений в период деревенской жизни, он страстно предался занятиям зоологией и ботаникой. Впрочем, наряду с этими науками он занимался и геологией, географией, физикой, в которых, несмотря на свою специальность зоолога, обнаруживал впоследствии, во время своих путешествий, глубокие познания. Трудно даже решить, в сокровищницу какой науки — геологии или зоологии — он внес больший научный вклад.

Уже на университетской скамье он решил сделаться натуралистом и путешественником. Его сближение с профессором К. Ф. Рулье и известным натуралистом и путешественником, исследователем Средней Азии Г. С. Карелиным положило конец колебаниям и сомнениям и окончательно определило его жизненный путь. Если Рулье, учивший, что «всестороннее изучение клочка болота достойно первого ученого в мире», будил в нем интерес исследователя, то Карелин, по собственному признанию Северцова, своими рассказами «о таинственной, богатой и оригинальной природе Средней Азии, с резкими контрастами пустынь и роскошной растительности, знойных низин и снеговых хребтов, летнего жара и зимнего холода» увлекал его воображение, будя в нем наклонности путешественника. С 18 лет Северцов мечтал о Средней Азии как о научной цели своей жизни. Научную деятельность он начал, находясь еще на университетской скамье, предприняв исследование в зоологическом отношении своей родной, почти совсем не изученной до него Воронежской губернии, с целью проследить влияние различных условий на периодические явления животной жизни. Результаты своих наблюдений он обработал в 1855 г. в магистерской диссертации.

Академик Б. Ф. Миддендорф в отчете об этой книге, представленной комиссии по присуждению Демидовских премий, дал самый благоприятный отзыв, указывая на оригинальность мышления, способность к обоснованным научным обобщениям, наблюдательность и трудолюбие автора. Практическим результатом этого отзыва было присуждение Северцову Демидовской премии.

В 1857 г. Северцов был командирован Академией наук в научную экспедицию в низовья Сырдарии для исследования климата и географического распространения животных в зависимости от физических условий земной поверхности. Путешествие продолжалось два года (1857—1858). Сделав все приготовления к пути в течение июня и июля, Северцов отправился в степи у рек Илек и Эмба, которые он осмотрел до истоков в горах Мугалжар. После осмотра Устирта и некоторых прибрежных степей Аральского моря он изучил низовья Сырдарии, оз. Камыстыбас (Камыш-лыбаш) и восточное побережье Аральского моря. Путешествие это, сопряженное со многими лишениями и опасностями, было на время прервано случаем, который чуть не стоил Северцову жизни. В апреле 1858 г. во время охоты в области Сырдарии, куда он поднялся по этой реке из форта Перовского (Кызылорда), на него напала партия кокандцев. Оставленный на произвол судьбы спутниками-казаками, он был проколот пикой, изрублен шашкой и отвезен пленным в г. Туркистан. Тяжело раненый и больной, он провел месяц в плену, но даже и это время использовал сколько мог для ознакомления с южным предгорьем Каратау. Он был освобожден в конце мая лишь благодаря энергичному вмешательству начальника тогдашней Сыр-Дарьинской линии генерала Данзаса, подкрепившего свое требование военной демонстрацией. Оправившись от ран, Северцов снова принялся за научные исследования, которые он и продолжал до конца октября 1858 г.

Первое же его путешествие в Центральную Азию дало богатые научные результаты. Хотя Северцов главным образом был занят изучением местной фауны, но одновременно с зоологическими и зоогеографическими исследованиями он делал и геологические наблюдения, которые привели к установлению им следов усыхания Аральского моря, его бывшего сообщения с Балкашем, изменения притоков в низовьях Сырдарии и образования степных солонцов. По нанесенным на топографическую карту солонцам, соленым грязям, чинкам и пескам солонцеватой степи он мог установить очертания бывшего Арало-Каспийского моря в разные периоды его постепенного осушения, что выдвинуло перед ним широкую задачу: исследовать вопрос об отступлении Каспийского моря и заселении Каспийской низменности животными породами прилежащих стран. К этому вопросу он впоследствии и вернулся, когда во время последующих путешествий открыл на Тянь-Шане следы ледникового периода.

В 1860 г. Северцов был назначен членом комитета по устройству Аральского казачьего войска. Собрав (отчасти сам, отчасти с помощью коллекции Крашенинникова и Карелина) богатый материал по фауне нижнего течения Урала, он много сделал для устройства рыбных промыслов на земле Аральского казачьего войска и для основательного изучения образа жизни красной рыбы, составляющей главнейший предмет дохода тамошнего населения. Одновременно с этим он работал над сводкой собранных материалов и над выработкой теоретических основоположений биологической науки. Имея уже собственную теорию о трансформации животных видов, которая, однако, казалась ему неудовлетворительной, он в 1864 г. познакомился с теорией Ч. Дарвина. Книга «О происхождении видов путем естественного подбора» оказала громадное влияние на научные воззрения Северцова, который принял теорию Дарвина только после многих колебаний и тщательной проверки фактов и выводов не в кабинете и не по книгам, а в лаборатории природы - горах Центральной Азии. Но раз став на сторону Дарвина, он уже до конца жизни оставался его самым горячим приверженцем. Сам Дарвин многого ожидал от его исследований над возрастными изменениями птиц и в бытность у него Северцова долго с ним беседовал об этом предмете.

В том же 1864 г. Северцову представился случай посетить горную страну Тянь-Шань, бывшую в то время заповедной землей для европейцев и потому ставшую предметом самых страстных стремлений для европейских ученых и путешественников. В целях прекращения кокандских набегов и грабежей в южной части киргизских степей русское правительство решило занять кокандские владения, находившиеся между тогдашней Сыр-Дарьинской линией и Алатау-евским округом. С этим поручением туда был послан отряд генерала Черняева, к которому Северцов и был прикомандирован военным министерством для научных наблюдений, средства на которые ему отпускались из сумм, назначенных на поход. Императорское Русское географическое общество, по предложению председателя отдела физической географии П. П. Семенова-Тян-Шанского, постановило отпустить на научные работы Северцова 500 рублей и оказывать ему всяческое содействие в его предприятии. Северцов догнал отряд в Кастеке и отправился прямо к югу вдоль одноименной реки. Исследовав берега этой реки и прилегающий горный хребет, он посвятил исключительное внимание кастекским моренам, изучение которых убедило его в присутствии между Шу и Сырдарией следов ледникового периода.

8 мая он достиг горного хребта Тянь-Шань, а 16 мая направился в Киргизский Алатау к долине Иссык-Аты, в которой открыл морены древних ледников, подобные кастекским; тут же он ознакомился с бытом кара-киргизских родов. 18 мая Северцов вместе с Фрезе вышел вдоль р. Аламедин в долину Шу, к Бишкеку (Пишпеку), и продолжил путь до Мерке вдоль северной подошвы Киргизского Алатау. Этот хребет Северцов изучил от Боамского ущелья до р. Алаарчи, затем поднялся вверх по р. Мерке и, осмотрев известняки и раковины меркенских известняков, повернул обратно и опять поднялся в горы по р. Урянде и перевалу Кырджол. Покончив с осмотром южного склона Киргизского Алатау, Северцов направился в местности, лежащие у южной и северной подошв этого хребта и осмотрел долину Каракыштак и северную подошву Киргизского Алатау, где нашел следы древних ледников. После этого он посетил долину Таласа, Карабурский перевал, долины Кара-Кыспапа и Чаткала, р. Тарса и долины Арыси и Бугуни, оз. Бийлюкуль, горы Казыкурт и, наконец, окрестности Ташкента и кокандские города.

Экспедиция эта принесла ценные научные результаты. Северцов собрал богатейшие коллекции среднеазиатских зверей и птиц, среди которых было много новых видов, и богатый гербарий, который вошел в общую коллекцию среднеазиатских растений П. П. Семенова-Тян-Шанского, насчитывавшую более 1000 видов. Географическое общество присудило Северцову золотую медаль за «особенно полезные труды в экспедициях, снаряженных обществом или действующих по его поручению».

Открывшаяся после похода генерала Черняева возможность исследования Туркестанского края побудила военное министерство снарядить в 1865 г. известную Туркестанскую ученую экспедицию. Физический отдел был поручен руководству Северцова, в обязанности которого входили геологические исследования, составление естественно-исторических коллекций, метеорологические наблюдения и сбор сведений о

производстве Зачуйского края. Но главной задачей было выяснение важного для геологической науки вопроса о существовании в западных отрогах Тянь-Шаня морен и вообще следов древнего ледникового периода. Работы в Туркестанском крае Северцов начал с тщательного изучения горной системы Кара-тау и крайних западных пределов Тянь-Шаня. Весьма ценные результаты дали исследования им пространства и залегания каменноугольной формации в горах Каратау.

В 1868 г. Северцов совершил экскурсию в Ход-жентский край. В конце апреля он отправился вместе с Шиляевым в окрестности г. Ходжента, где в течение мая и июня собрал богатую ботаническую коллекцию, включавшую много новых и замечательных растений, причем не упускал также продолжения зоологического сбора. Там же он занялся и геологическими исследованиями, осмотрев много выходов медной, свинцовой и железной руд, а также залегания бирюзы в хребтах между Чирчиком и Сырдарией. Вернувшись в конце июня в Ташкент, он подготовил орографическую карту края и сделал несколько предварительных работ для будущей сводки своих наблюдений. 10 августа он, больной лихорадкой, приступы которой повторялись у него и раньше, выехал через г. Верный в Омск, совершая по пути наблюдения и исследования. Из Токмака Северцов по поручению генерал-губернатора осмотрел перевалы через хребет Суок-Тюбе, а в Верном и Иссык-Куле устроил метеорологические наблюдательные пункты. По пути из Верного до Лепсы он дополнил свои геологические наблюдения в Копальском Алатау.

Так закончился цикл его путешествий на Тянь-Шань, продолжавшихся в общем четыре года (1864—1868) и давших богатейшие результаты. Было исследовано много неизвестных раньше местностей, сделано громадное количество наблюдений — зоологических, географических, метеорологических и геологических, составлены подробные карты местностей и изучена их орография. Важный научный интерес представляют собранные им во время этих экспедиций геологическая, ботаническая и зоологическая коллекции.

С 1869 до 1873 г. Северцов был занят обработкой собранных материалов. Научные результаты всех своих экспедиций, кроме зоологических, он изложил в труде «Путешествия по Туркестанскому краю и исследование горной страны Тянь-Шаня», изданном Географическим обществом в 1873 г. Появление этой книги, содержащей кроме отчета о путешествиях 1857, 1864 и 1865—1868 гг. описание исследованных областей и карту, вызвало большой интерес в Европе. Работа немедленно была переведена на немецкий язык и помещена в лучшем географическом издании «*Reise-шап'з МШеПипдеп*». Что касается зоологических исследований, то извлечение из них, содержащее краткий общий очерк туркестанской фауны позвоночных с описанием новооткрытых и малоизвестных зверей и птиц, было напечатано в «Записках Московского общества любителей естествознания». Вместе с тем Северцов подготовил к печати зоологическое исследование «Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных», в котором описал много новых форм и сообщил весьма ценные сведения об оленях и архарах (горных баранах). Затем Географическое общество, проектировавшее экспедицию в Арало-Каспийскую низменность для исследования Аму-Дарьинской области, предложило ему принять в ней участие. Северцов принял это предложение и 12 июня 1874 г. вместе с С. М. Смирновым отправился из Казалинска на восточный берег Аральского моря, к заливу Шуткуль. Сначала по этому берегу до залива Биктау, а оттуда длинными безводными переходами через западную часть КызылКумов Северцов прошел к колодцу Тамбай-Казган. Затем, перейдя через чинк Бель-Тау, он вышел к оз. Кунград-Куль и на протоку Кара-Кол, где достиг системы протоков Аму-Дарьинской дельты.

Во время этой экспедиции Северцов помимо богатых зоологических и ботанических коллекций собрал весьма важный материал для понимания многих явлений, относящихся непосредственно к физической географии Аральского бассейна. Благодаря сообщенным им сведениям появилась возможность констатировать факт чрезвычайно быстрого изменения очертаний восточного берега Арала из-за понижения его уровня. Кроме того, он собрал громадный материал для выяснения границ и характера палеарктической фауны и ее подразделений. Вернувшись в 1875 г. из Аму-Дарьинской экспедиции, он подготовил к печати некоторые карты и работы. В том же 1875 г. Северцов вместе с П. П. Семеновым-Тянь-Шанским и некоторыми другими членами представлял Географическое общество на Парижском международном географическом конгрессе. За доклад о следах ледникового периода на Тянь-Шане и представленную карту высот Центральной Азии Северцову была присуждена золотая медаль.

В 1877—1878 гг. в связи с движением отряда генерал-лейтенанта А. К. Абрамова туркестанским генерал-губернатором К. П. Кауфманом была снаряжена большая экспедиция в область Алая и Памира. Экспедиция дала богатые научные результаты по геодезии, гипсометрии, метеорологии и географии Памира. Особенно ценными были геологические наблюдения. Из собранных Северцовым во время путешествий на Памир коллекций помимо образцов горных пород высокую ценность имел собранный им зоологический материал, представлявший в то время большой научный интерес. Он впервые пролил свет на биологическую природу Памира, которая по немногочисленным сведениям, сообщенным еще Хуан-Цзаном и Марко Поло, о ее своеобразных биологических условиях возбуждала сильнейшее любопытство всего ученого мира.

С мая по октябрь 1879 г. Северцов на свои средства совершил экспедицию в Семиреченскую область и Западную Сибирь, из которой вернулся в конце 1879 г. и принялся за обработку результатов, добытых за все время путешествий. Главнейшие выводы он изложил на заседании VI съезда русских естествоиспытателей и врачей в Петербурге, в выступлении «Об орографическом образовании Высокой Азии и его значении для распространения животных», представлявшем итог его двадцатилетних изысканий.

Последние годы своей жизни, с 1879 по 1885 г. Северцов провел отчасти в Москве, отчасти в своем имении Боброве в Воронежской губернии, занимаясь обработкой и приведением в систему богатейших материалов. На работы по своду его коллекций ему было пожаловано пособие 1000 руб. в год.

Северцовым было написано много работ, среди которых осталось много незаконченных. Это преобладание рукописного материала над напечатанными его произведениями М. А. Мензбир объясняет крайней щепетильностью Северцова в отношении своих литературных работ, которые никогда не удовлетворяли его и которые он всегда считал незаконченными, сколько бы он над ними ни работал.

К несчастью, Северцов не смог до конца привести в систему результаты долголетних трудов. Роковая случайность оборвала эту замечательную жизнь 27 января 1885 г.

Подводя итог разносторонней деятельности Н. А. Северцова, необходимо остановиться на двух главных ее сторонах: на его богатых и плодотворных открытиях и исследованиях как *путешественника* и на результатах его трудов как *ученого*. Как путешественник-исследователь он изучил громадную территорию Центральной Азии, совершив для этого больше 10 экспедиций. Обнаруживая изумительное бесстрашие и неутомимость, он проник во многие неведомые до него области Памиро-Тянь-Шаньской системы, исследовал их с разных научных точек зрения. В областях, изученных до него, он проводил наблюдения и изыскания, прибавляя существенные данные для выяснения природы этих областей.

Самые главные научные результаты работ Северцова таковы: выяснение зоогеографического характера исследованных им стран в связи с их орографическим строением; определение их геологического характера; установление зоологических участков территории Центральной Азии от Алтая до Памира; выяснение и объяснение различий между фауной Тянь-Шаня и фауной европейских Альп; карты Памиро-Тянь-Шаньской системы; фаунистические списки и т. д. Ученые общества как в России, так и за границей высоко ценили научные заслуги Северцова. За границей печатались его труды в записках ученых обществ и лучших научных журналах. Парижский международный конгресс удостоил его золотой медали. Ученые общества России, членом которых он состоял, помогали ему в его научных предприятиях, давали ему важные в научном отношении поручения, издавали его труды и удостоивали его высокими знаками внимания. К этому следует добавить, что Географическое общество исходатайствовало ему в 1874 г. звание статского советника, а в 1883 г. присудило ему высшую награду общества - Константиновскую медаль.

Н. А. Северцов внес огромный вклад в науку. Он открыл для науки природу Туркестана. Наука обязана ему первыми точными данными об Аральском море. Он первый доказал, что Памир является самостоятельной горной системой. Н. А. Северцова часто называют отцом русской экологии. Именем Северцова в Заилийском Алатау назван ледник. Его именем также назван ряд животных и растений: тушканчик Северцова, рябчик Северцова, темная мышовка Северцова и лютик Северцова.

Главнейшие его труды: «Периодические явления в жизни зверей, птиц и гадов Воронежской губернии» (Москва, 1855, магистерская диссертация), «Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных» (СПб., 1873), «Путешествия по Туркестанскому краю и исследование горной страны Тянь-Шаня» (СПб., 1873), «О пролетных путях птиц через Туркестан», «Об орографическом образовании высокой Азии и его значении для распространения животных», «Распределение птиц палеарктической области» и «Орографический очерк Памирской горной системы» (в XIII т. «Записок Императорского Русского географического общества». СПб., 1886).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дементьев Г. П. Николай Алексеевич Северцов, зоолог и путешественник (1827-1885). Изд. 2-е, доп. М.: Тип. Трудрезервиздата, 1948. 72 с.
2. Северцов Н. А. Сб. документов / Со вступ. ст. Е. Коровина. Ташкент: Гос. изд-во УзССР, 1958. 287 с.
3. Золотницкая Р. Л. Н. А. Северцов - географ и путешественник. М.: Географгиз, 1953. 212 с.
4. Пузанов И. И. Основоположники русской зоогеографии (Н. А. Северцов - М. А. Мензбир - П. Л. Сушкин) // Тр. Совещ. по истории естествознания. 24-26 дек. 1946 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. С. 289-298.
5. Райков Б. Е. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина: материалы к истории эволюционной идеи в России. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 4. 680 с.
6. Кучерук В. В. Опыт анализа развития взглядов русских зоогеографов на расчленение Палеарктики // Тр. МОИП. 1972. Т. 48. С. 150-176.

Т. С. ГУЛЯЕВА, кандидат географических наук

## ПЕТР ПЕТРОВИЧ СЕМЕНОВ-ТЯН-ШАНСКИЙ (К 185-летию со дня рождения)



*Мне казалось, что я открыл... местность, никем не виданную и никому не доступную, но превосходящую красотой своей природы все, что я когда-либо видел до своего десятилетнего возраста...*

Деятельность Петра Петровича Семенова-Тян-Шанского была тесно связана с изучением природы Юго-Восточного и Восточного Казахстана. Он был исключительно многогранным человеком и ученым — путешественником, географом, ботаником, энтомологом, публицистом, статистиком, коллекционером произведений искусства, государственным и общественным деятелем. П. П. Семенов-Тян-Шанский играл первостепенную роль в Императорском русском географическом обществе (ИРГО), основанном в 1845 г. В 1849 г. он был вовлечен в его деятельность, работая библиотекарем (1849—1851 гг.), секретарем (1856—1860 гг.) и председателем секции физической географии (1860—1873 гг.). П. П. Семенов-Тян-Шанский с 1873 г. являлся вице-председателем и фактическим руководителем научной работы Русского географического общества, а с 1889 г. — и Русского энтомологического общества [1].

П. П. Семенов-Тян-Шанский родился 14 января 1827 г. в поместье Рязанка Рязанской губернии (ныне Чаплыгинский район Липецкой области РФ), умер 11 марта 1914 г. в Санкт-Петербурге от воспаления легких. Отец скончался, когда мальчику было пять лет, и до 15 лет он жил в имении матери, где получал домашнее образование и с увлечением читал книги. Интерес к географии у него пробудила игра «Географическое лото», а тайны мира растений из домашней оранжереи помогало познавать богатое собрание книг по садоводству. Он придумывал растениям названия и старался узнать о них больше, совершая экскурсии по усадьбе и ближайшему лесу, а затем и за их пределы [1, 2].

В 1842—1845 гг. после краткого курса гимназии П. П. Семенов-Тян-Шанский получил военное образование в Санкт-Петербургской школе гвардейских подпрапорщиков и юнкеров, а затем стал вольным слушателем физико-математического факультета отдела естественных наук Санкт-Петербургского университета. По завершении образовательного курса в 1848 г. он с Н. Я. Данилевским совершил пешком первое научное путешествие с изучением растительности из Санкт-Петербурга в Москву. Затем исследовал бассейн р. Дон и полученные результаты представил в 1851 г. в Санкт-Петербургском университете, за что получил степень магистра ботаники [3-5].

В 1853—1855 гг. П. П. Семенов-Тян-Шанский изучал географию и геологию в Германии, Швейцарии, Италии и Франции. В Берлинский университет он поступил в 1853 г. Перевел на русский язык «Землеведение Азии» Карла Риттера, дополнив собственными материалами, равными по объему оригиналу. Посещая лекции Риттера, он познакомился со знаменитым А. Гумбольдтом, автором труда «Центральная Азия», и поделился идеей путешествия во Внутреннюю Азию. А. Гумбольдт весьма заинтересовался, поскольку искал доказательства своей теории вулканического происхождения Тянь-Шаня.

По возвращении в Санкт-Петербург П. П. Семенов-Тян-Шанский доказал вице-председателю Географического общества М. Н. Муравьеву необходимость экспедиции и отправился в нее весной 1856 г., минуя Москву, Казань и Урал, далее по большому сибирскому тракту до Ертыса. В конце июня он достиг Казахского Алтая и, миновав Семипалатинск, добрался до Балкаша. К юго-востоку от озера он увидел Жетысу (Джунгарский) Алатау, обследованный А. Шренком. Миновав долину р. Иле, он добрался до города



Верного (Алматы). В сентябре-октябре П. П. Семенов-Тянь-Шанский прошел к озеру Иссык-Куль сквозь восточную часть хребта Иле (Заилийский) Алатау, «круто... как исполинская стена» поднимающегося к югу от города, затем спустился в долину Шелек и, перевалив Кюнгей Ала Тоо, вышел к озеру. Он указывает: «с юга весь... синий бассейн Иссык-Куля... замкнут непрерывной цепью снежных исполинов». Это был хребет Терскей Ала Тоо. Затем он поехал на запад, пересек Иле Алатау и за рекой Шу на юго-западе увидел Кыргызский хребет. Через Боамское ущелье вышел к северо-западному берегу Иссык-Куля, что позволило опровергнуть слухи, о том, что озеро служит истоком Шу. На Иссык-Куле искал упомянутый на каталонской карте мира, составленной Авраамом и Иегуди Крескесами в 1375—1377 гг., христианский монастырь, в настоящее время отождествляемый с археологическим комплексом Ак-булун. От Иссык-Куля он поднялся на Кюнгей Ала Тоо, пересек долину правого притока Шу и на обратном пути к Верному пересек Иле Алатау в самой высокой части [2, 6, 7].

Зиму П. П. Семенов-Тянь-Шанский провел в Барнауле, приводя в порядок коллекции, готовя доклад Географическому обществу и планируя следующую экспедицию на весну 1857 г. В отчете он дал первые схемы Иле Алатау — орографическую и высотной зональности. Последнюю он проиллюстрировал наблюдениями над растительностью пяти высотных зон на основе собранного богатейшего гербарного материала 70 видов растений, в числе которых обнаружили четыре неизвестных науке вида, новые виды рябины и клена, в том числе клен Семенова [2].

Летом 1857 г. П. П. Семенов-Тянь-Шанский с отрядом вышел из Верного, прошел по северному склону Иле Алатау на восток до реки Шелек. Между горами Согеты и Торайгыр по «сухому, безводному и... бесплодному плоскогорью» добрался до верхнего течения Шарына. С гор Торайгыр он первым из европейцев увидел Хан-Тенгри. Перевалив Кюнгей Ала Тоо, он прошел на юг к северным склонам Терскей Ала Тоо и, поднявшись на перевал, увидел на юге реки Нарын «верховья древнего Яксарта» — Сырдария. Вдаль простиралась «волнистая равнина с зелеными озерцами» — сырты Внутреннего Тянь-Шаня. С перевала в Терскей Ала Тоо он был «ослеплен неожиданным зрелищем... возвышался что ни на есть величественный из когда-либо виденных мной горных хребтов. Он весь, сверху донизу, состоял из снежных исполинов... Как раз посередине... возвышалась одна, грубо... отделяющаяся по своей колоссальной высоте белоснежная остроконечная пирамида...». Это был долгое время считавшийся высшей точкой Тянь-Шаня пик Хан-Тенгри (6995 м). На склонах П. П. Семенов-Тянь-Шанский обследовал ледник, которому позже дали его имя. Недалеко от ледника члены экспедиции увидели кочкаров — баранов с массивными рогами, которых зоологи считали вымершими. Чрезвычайно ценным оказался собранный на склонах Хан-Тенгри гербарий, включивший четыре новых вида растений [2, 8, 9].

В конце сентября 1857 г. П. П. Семенов-Тянь-Шанский прибыл в Семипалатинск, назвав экспедиции «научной рекогносцировкой северо-западной окраины Центральной Нагорной Азии». Обе экспедиции были весьма успешными, а теория А. Гумбольдта о вулканическом происхождении Тянь-Шаня опровергнута. П. П. Семенов-Тянь-Шанский показал себя ученым-географом, опередившим во взглядах на природу современную ему науку, поскольку продемонстрировал важность исследования зависимостей формирования рельефа от геологического строения, выделил ландшафтные высотные зоны и дал характеристику каждой с учетом взаимообусловленности рельефа, климата и растительности. Схемой зон еще в 60-х гг. XIX в. он сделал уникальную попытку выделения «естественно-исторических» зон. Экспедициями он сформировал базу объективных географических знаний о Тянь-Шане и создал основы современной географической (комплексной) методики экспедиционных работ. Полученные результаты были внушительными: Кюнгей Ала Тоо он проследил на 150 км, Терскей Ала Тоо — на 260 км; обследовал Иле Алатау и установил, что он — передовая цепь Тянь-Шаня, выяснил его связи с другими хребтами; дал первое четкое деление северных цепей Тянь-Шаня; отметил характерную специфику Тянь-Шаня — расчленение на параллельные цепи и наличие продольных (субширотных) долин; выявил ландшафтные высотные пояса Тянь-Шаня и определил высоту снеговой линии; привел бесспорные доказательства отсутствия вулканизма в Центральной Азии; открыл ледниковую область в верховьях Сарыджаза и тянь-шаньские сырты; подтвердил независимость питания реки Шу от Иссык-Куля и установил, что во время высокого половодья воды реки через проток Кутемалды попадают в озеро; впервые исследовал местность в истоках Нарына, Текеса и Сарыджаза, принадлежащих трем из четырех крупнейших речных систем Центральной Азии — Сырдарии, Иле и Тариму [10, 11].

В 1888 г. П. П. Семенов-Тянь-Шанский совершил поездку по Западному Казахстану и Туркестану, собрав обширные энтомологические коллекции. В итоге им была написана статья «Туркестан и Закаспийский край в 1888 г.» [2].

23 ноября 1906 г. (год пятидесятилетия со дня первого путешествия на Тянь-Шань) вышел императорский указ о присоединении к фамилии Семенов «с нисходящим потомством» титула Тянь-Шанский. Из

многочисленных наград он особенно гордился медалью К. Риттера, присужденной Берлинским географическим обществом в 1900 г. Всегда изготавливаемая из серебра, она только однажды была отчеканена из золота — когда предназначалась для него. Свои научные увлечения П. П. Семенов-Тянь-Шанский смог привить своим сыновьям — Вениамину (географ) и Андрею (географ, энтомолог, колеоптеролог).

За сорок лет (с 1873 по 1914), на протяжении которых П. П. Семенов-Тянь-Шанский возглавлял Русское географическое общество, были организованы экспедиции Н. М. Пржевальского, Ш. Уалиханова, И. В. Мушкетова, Г. Н. Потанина, П. К. Козлова, В. И. Роборовского, В. А. Обручева, Н. Н. Миклухо-Маклая. Он очень много работал - писал научные труды, собрал уникальную коллекцию чешуекрылых, рисовал этюды по истории нидерландской живописи и собирал работы голландских мастеров. Его перу принадлежит ряд статей и очерков по географическим вопросам, например все введения к томам «Живописной России» и статьи по географии в «Энциклопедическом словаре», вышедшем в 1860-х гг. Его коллекция насекомых насчитывает до 700 тыс. экз. В Эрмитаж он передал богатое собрание картин голландских мастеров и множество гравюр. В честь П. П. Семенова-Тянь-Шанского названы географические объекты в Центральной Азии, на Кавказе, Аляске, Шпицбергене и около 100 новых видов растений и животных [1, 2, 4].

Важнейшая заслуга П. П. Семенова-Тянь-Шанского состоит в том, что он обеспечил создание новой географической школы, характерная черта которой - разносторонность и комплексность исследований. Он учил системности, взаимоувязанности и полноте географического исследования, целеустремленности в работе, простоте и образности характеристик, широте и смелости обобщений, обязательно опирающихся на обширный фактический материал.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Леонов Н.И.* Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский (к 100-летию первого путешествия в Тянь-Шань в 1856 и 1857 гг.) // Замечательные географы и путешественники. М.: Географгиз, 1957. 48 с.
2. *Алдан-Семенов А.И.* Семенов-Тянь-Шанский. М.: Молодая гвардия, 1965. 304 с. (ЖЗЛ; Вып. 24 (415)).
3. *Кублицкий Г.И.* По материкам и океанам. Рассказы о путешествиях и открытиях. М.: Детгиз, 1957. 326 с.
4. *Козлов И.В.* Люди науки. Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский. М.: Просвещение, 1983. 96 с.
5. *Козлов И.В., Козлова А.В.* Петр Петрович Семенов-Тянь-Шанский: 1827-1914 / Научно-биографическая серия. М.: Наука, 1991. 267 с.
6. *Семенов-Тянь-Шанский П.П.* Путешествие в Тянь-Шань в 1856-1857 годах. М.: Дрофа, 2007. 381 с.
7. *Семенов-Тянь-Шанский П.П.* Поездка из укрепления Верного через горный перевал у Суок-Тюбе и ущелье Буам к западной оконечности оз. Иссык-Куль в 1856 г. Отрывок из путевых записок // Записки РГО по общей географии. СПб., 1867. Т. 1.
8. *Бейсенова А.С.* Исследования природы Казахстана. Алма-Ата: Казахстан, 1978. С. 108-121.
9. *Антошко Я.Ф., Соловьев А.И.* У истоков Яксарта (к 150-летию со дня рождения П.П. Семенова-Тянь-Шанского) // Замечательные географы и путешественники. М.: Мысль, 1977. 128 с.
10. *Разгон Л.Э.* Тянь-Шанский // Семь жизней: рассказы. М.: Детская литература, 1992. С. 9-34.
11. Семенов-Тянь-Шанский Петр Петрович // Члены Государственного совета Российской империи. 1801-1906: биографический справочник / Шилов Д.Н., Кузьмин Ю.А. СПб.: Дмитрий Буланин, 2006. С. 728-737.

*Р. В. ПЛОХИХ, д.г.н., доцент  
(Институт географии РК)*

## МИХАИЛ ТИМОФЕЕВИЧ ПОГРЕБЕЦКИЙ (к 120-летию со дня рождения)



Михаил Тимофеевич Погребецкий — выдающийся советский альпинист, первовосходитель на пик Хан-Тенгри, высшую точку Казахстана (6995 м). С 1939 г. — заслуженный мастер спорта, действительный член Всесоюзного географического общества.

Родился в 1892 г. в сибирском городе Ялуторовске в семье административного ссыльного. Детство и юность провел в Украине, Харькове и Киеве. Летом 1909 г. 17-летний юноша побывал в Швейцарии, где открыл для себя горный спорт, совершив первые восхождения в Бернских Альпах. Позже, в 1916 г., поднимался на вершины в районах Ферганы и Верного (Алма-Аты).

Накануне Первой мировой войны М. Т. Погребецкий поступил на медицинский факультет Санкт-Петербургского университета, откуда добровольцем ушел на фронт. Воевал в составе пехотного полка на турецком фронте, участвовал в нескольких рукопашных схватках с противником. Однажды сумел выбросить из окопа залетевшую туда гранату. В боях был ранен и контужен и в 1916 г. освобожден от службы. Был удостоен самых чтимых солдатских наград за личную доблесть — Георгиевской медали и Георгиевского креста IV степени.

Получив диплом врача-невропатолога, М. Т. Погребецкий в 1920-х гг. успешно сочетал работу по медицинской специальности со спортивными занятиями горным туризмом и альпинизмом, работал в Высшем совете по делам физкультуры и спорта при ВУЦИК, позднее преподавателем Украинского института физической культуры. В эти же годы он активный пропагандист горного туризма и альпинизма, литератор, исследователь «белых пятен» Тянь-Шаня, воспитатель молодых альпинистов, организатор альпинизма в Украине. В 1926—1933 гг. совершил ряд первовосхождений на Тянь-Шане.

Немного истории. Впервые Хан-Тенгри (в переводе с монгольского «Повелитель неба») увидел в 1857 г. знаменитый русский географ П. П. Семенов (впоследствии — Тянь-Шанский) с перевала Кок-джар хребта Терской-Алатау. В 1895 г. известный шведский путешественник Свен Гедин со стороны Китая первым из европейцев увидел и достаточно точно (7320 м) замерил высоту пика Хан-Тенгри.

В 1902 г. две экспедиции почти одновременно направились к сердцу Небесных гор. Одна из них — экспедиция томского профессора-ботаника В. В. Сапож-никова, другая — известного немецкого географа и альпиниста, профессора Готфрида Мерцбахера. Несмотря на все попытки, подойти под гору никому не удалось. Поиски путей к неуловимому пику были оставлены до следующего года.

В 1903 г. Мерцбахер с тирольскими проводниками впервые достиг склонов Кан-Тоо (Хан-Тенгри), увидев его весь — от подножия до вершины, и, пройдя по леднику Южный Иньльчек, установил, что эта пирамида находится не в узле главного хребта [там господствует двуглавый пик Шатер (6 700 м)], а к западу от него на коротком высоком отроге, названном хребтом Тенгри-Таг. Высоту ее он определил в 7200 м.

В 1929—1934 гг. инициатором, организатором и руководителем украинских экспедиций в малодоступные районы Советского Союза, главным образом Центрального Тянь-Шаня, стал Погребецкий, занимавшийся не только восхождениями, но и геологическими поисками, топографическими съемками.

Погребецкий тщательно готовился к экспедиции 1929 г. Он был известен как опытный альпинист, но многим пришлось узнать его и как чрезвычайно энергичного организатора. Этот человек, со слегка

удлиненным лицом и чуть грустными глазами за поблескивающими стеклами очков, умел не только убеждать. Когда было необходимо, он проявлял твердость и настойчивость. Он сумел зажечь своим энтузиазмом руководителей ряда организаций, перед учеными разворачивал карту, на которой восточнее долины Сарыджаза укоризненно зияло почти сплошное белое пятно. О районе высочайших вершин Тянь-Шаня тогда было еще очень мало известно. К тому же не было опыта организации высотных штурмов, отсутствовало производство альпинистского снаряжения. Недостаточна была климатическая изученность района. Не было средств связи, и экспедиция с момента выхода из последнего населенного пункта теряла связь с внешним миром. Все это вставало на пути тех, кто собирался покорить Хан-Тенгри и положить начало высотным восхождениям в СССР.

Экспедиция Погребецкого 1929 г. отправилась на Тянь-Шань довольно поздно — 5 августа. 25 сентября они достигли перевала Тюз (4001 м) на хребте Сарыджаз, который прошли по глубокому снегу и спустились в долину Иньльчека. Попытка пройти через озеро Мерцбахера к леднику Северный Иньльчек не удалась, продолжили двигаться по Южному Иньльчеку. До наступления холодов обследовали ледник Южный Иньльчек, окружающие хребты и непосредственные подступы к Хан-Тенгри, считавшемуся тогда высшей точкой Тянь-Шаня. В статье «В глубь Центрального Тянь-Шаня» Погребецкий так описывал Хан-Тенгри: «Надвигался вечер. Мягкие тени легли от гор на долину. Солнце золотило верхушки гребней. От края и до края, вдоль всего горизонта в ледниках и снегах стояла великая Тянь-Шаньская стена. Вся она горела золотисто-оранжевыми и красными тонами заката, а Хан-Тенгри пылал сверху, как гигантский граненый рубин, вправленный в темнобирюзовое небо. Но вот, солнце погрузилось за горизонт, небо потемнело, краски стали тускнеть, оранжевые тона сменились розовыми, розовые — фиолетовыми, затем пепельными и только Хан-Тенгри горел кроваво-красным огнем расплавленного металла на темном небе. Постепенно горы погрузились в мрак и наконец вовсе растворились в сгустившихся сумерках. За ними медленно погас и Хан-Тенгри».

В 1930 г. 2-я Украинская экспедиция Погребецкого у подножия Хан-Тенгри провела детальную рекогносцировку юго-западного, южного и восточного склонов пика. Единственным достаточно реальным вариантом восхождения представлялся юго-западный склон, его контрфорсы и юго-западный гребень.

В 1931 г. основной задачей экспедиции было восхождение на Хан-Тенгри. Экспедиция имела вооруженное прикрытие от басмачей, поскольку басмачество тогда все еще представляло реальную угрозу в горных ущельях. Носильщиков экспедиции подбирали в Пржевальске. Подобрать высотных носильщиков не просто. Нужны выносливые, дисциплинированные люди. Многих пугала цель восхождения — Кан-Тоо (Кровавая гора), как называют Хан-Тенгри киргизы. Лошадей для экспедиции в Пржевальске не нашли, и М. Т. Погребецкий поехал на ярмарку в Каркару, где купил торгоутов — неприметных с виду, но очень выносливых лошадей.

Два года потребовалось М. Т. Погребецкому, прежде чем он наметил наиболее логичные маршруты подъема на вершину. «Вероятность восхождения на Хан-Тенгри не более пяти процентов. Я и сегодня имею мужество утверждать, что эта вершина недоступна. Предпринятая русскими экспедиция не достигнет вершины», — писал Костнер, участник экспедиции Мерцбахера, перед выходом Погребецкого в Центральный Тянь-Шань в 1931 г. Из мемуаров первовосходителей известно, что ими рассматривались три варианта пути, но было выбрано «широкое, заполненное снегом углубление, которое идет между черными скалами на севере и светлыми мраморными — на юге и соединяющимися между собой под самой вершиной с большим снежным полем, откуда надо было выходить на гребень». Они шли по леднику Южный Иньльчек к пику Чапаева, потом на западное плечо Хан-Тенгри и далее по юго-западному склону наверх. Несмотря на отсутствие опыта высотных восхождений и неблагоприятные метеорологические условия, 11 сентября вершины достигли Михаил Погребецкий, Борис Тюрин и Франц Зауберер. «Из-за изнеможения мы не испытывали никаких особо радостных эмоций, какие обычно бывают при достижении менее доступных вершин. Было радостное сознание большой победы и того, что трехлетнее изучение маршрутов и тщательная подготовка не пропали безрезультатно, и мы первыми ступили на крутую вершину Хан-Тенгри», — так позже писал М. Т. Погребецкий в книге «Три года борьбы за Хан-Тенгри». С Хан-Тенгри первым из отечественных альпинистов он увидел в тот памятный день контур другого ледяного великана и высказал предположение о том, что он не уступает по высоте «Властелину неба». Догадка подтвердилась в 1943 г., когда специальная экспедиция во главе с П. Рапасовым и В. Рацем установила высоту далекой вершины — 7439 м, названной позже пиком Победы. По сути, именно Погребецкий является первооткрывателем пика Победы.

С полным правом это восхождение можно назвать подвигом. Имя Погребецкого в те годы гремело на весь Советский Союз наравне с именами полярников, челюскинцев и героев-стратонавтов.

Нельзя не упомянуть о сподвижниках М. Т. Погребецкого по восхождению. Борис Сергеевич Тюрин родился в 1911 г. в Полтаве. В 1930 г. окончил школу ФЗУ и был командирован на Турксиб, где работал

бригадиром. По ходатайству ВСФК УССР в 1931 г. был отправлен в Украинскую научно-исследовательскую экспедицию Погребецкого, с которым и покорил Хан-Тенгри. При этом Тюрин (ему 20 лет), как писал сам Погребецкий, первым достиг вершины. В последующем Борис - участник многих экспедиций на Тянь-Шане и Кавказе, являлся одним из лучших альпинистов Советского Союза. В 1933 г. он поступил на географический факультет ЛГУ, был способным студентом, веселым и жизнерадостным, чутким к окружающим, прекрасным товарищем. Будучи студентом 3 курса, был командиром группы альпинистов ЛГУ, совершившей зимнее восхождение на Эльбрус. 9 февраля 1936 г. при переходе через перевал Бечо в Сванетию Борис трагически погиб, попав в лавину. Было ему всего 25 лет. На хребте Тенгри-Таг есть пик Тюрина (5478 м).

Франц-Йозеф Зауберер родился в 1904 г. в Инсбруке (Австрия). В 14 лет начал совершать восхождения в Альпах. Окончил горно-спасательную школу, стал горным проводником. Водил клиентов на Эцта-лер, Маттерхорн, Ортлер, Монблан. Горы были его настоящей страстью. Он был прирожденный альпинист, обладал быстрой реакцией, высокой выносливостью. В 1920-е гг. его семья переехала в Вену, где он работал на металлургическом заводе и вступил в компартию. Участвовал в демонстрациях, подвергался арестам. В 1926 г. над ним нависла угроза тюремного заключения и он эмигрировал в СССР. Жил в Харькове и работал, как и в Вене, слесарем по металлу на заводе «Свет шахтера». Парторганизация Харькова направила его на работу в УкрТурЭ (Украинский совет ОПТЭ), и он полностью переключился на профессиональную работу в альпинистском движении. В 1929-1931 гг. участвовал в экспедициях Погребецкого. Совершил ряд восхождений на шеститысячники: 1930 г. - пики К-4 (6410 м) и Броненосец (6840 м); 1931 г. - пики Алмата (6300 м) и Набокова (6200 м). Главное его свершение - восхождение на Хан-Тенгри.

В 1932-1934 гг. Франц работал начальником альплагерей на Кавказе. В эти годы он совершил восхождения на все кавказские пятитысячники, включая Эльбрус и Казбек. В 1935 г. ему было присвоено звание «Мастер альпинизма» и он был назначен начальником Балкаро-Сванских горных маршрутов ЦС ОПТЭ.

В 1937 г. Зауберер был арестован, обвинен в шпионаже и терроризме и провел в заключении несколько месяцев. В 1938 г. по решению Особого совещания был выслан из Союза и оказался в Берлине, затем в Вене. В Австрии как неблагонадежный элемент не был призван в армию и работал на заводе. В октябре 1944 г. при налете американской авиации на Вену Франц вместе с родителями погиб под обломками дома. Знавшие его вспоминают о нем как о человеке высокой нравственности, большого такта и обаяния. Он был красив и привлекал людей мягкостью характера, внутренней интеллигентностью, умением общаться с людьми.

Хан-Тенгри был покорен, но изучение района продолжалось. В 1932-1933 гг. проводились исследования бассейна ледника Иньльчек. Альпинистская экспедиция Погребецкого переросла теперь в комплексную Украинскую правительственную экспедицию, которая работала по программе II Международного полярного года. Всю свою энергию Погребецкий переключил на решение задач научного изучения района. В экспедиции велись научно-исследовательские работы, топографические съемки, геоморфологические, геологические и гляциологические исследования. Экспедиционные отряды охватили своими маршрутами все притоки Иньльчека и все основные ледники южнее него. Отрядами руководили гляциолог М. А. Демченко, геоморфолог А. А. Жавжаров, геодезист Н. Н. Заглубский, геолог О. Н. Вознесенский.

В 1935 г. большая экспедиция альпинистов под руководством Погребецкого исследовала долину Сарыджаза. При ужасной погоде штурмовали перевал Майбаш. В глубоком снегу на пути к перевалу было проложено 178 зигзагов общим протяжением более 7 км. Четыре дня продолжался этот штурм. После спуска с Майбаша экспедиция, пройдя урочище Каракия, вышла в долину Майбулак. Еще один перевал - Бозхур пришлось им пройти, чтобы выйти в долину Темирсу и тем самым завершить пересечение Центрального Тянь-Шаня с севера на юг.

Эта экспедиция (а всего их было 11) была последним большим походом Погребецкого на Тянь-Шане. В последующие годы основную свою деятельность он посвятил подготовке альпинистских кадров. Но и позднее он не раз бывал на Тянь-Шане, изучению наиболее недоступной части которого отдал так много сил и энергии.

В 1934 г. Погребецкому в числе первых было присвоено звание «Мастер альпинизма». Он был энтузиастом и пионером в деле обучения пограничников технике альпинизма. По его предложению в 1932—1936 гг. ежегодно проводились сборы комсостава пограничных войск на Тянь-Шане. В 1937 г. он возглавил Ассоциацию альпинистов Украины, а в 1938 г. организовал в Адырсу на Кавказе Украинскую школу инструкторов альпинизма и руководил ею до начала Великой Отечественной войны. Летом 1941 г. он вместе с супругой, Верой Алексеевной, известной украинской альпинисткой, был эвакуирован в Алма-Ату из Харькова, где преподавал в Украинском институте физической культуры.

Вскоре М. Т. Погребецкий возглавил отдел альпинизма Комитета по делам физкультуры и спорта при Совнаркоме КазССР (Рескомфизкульты). В 1942—1943 гг. он проводил сборы по подготовке инструкторов

альпинизма в Казахстане, в 1943—1944 г. возглавлял Всесоюзную школу по подготовке военных инструкторов альпинизма и сборы Всеобуча в Горельнике под Алма-Атой, привлек к горно-стрелковой подготовке известных к тому времени мастеров. Начальником штаба школы был известный ему альпинист, старший лейтенант Михаил Эдуардович Грудзинский, прибывший из Астрахани, где он лечился в госпитале. Какое-то время Грудзинский передвигался еще на костылях, но, проявив волю и настойчивость, добился права участвовать в учебнобоевых походах и восхождениях. Начальником учебной части был инструктор горной подготовки сержант Юрий Николаевич Менжулин. В 1944 г., окончив артиллерийское училище, он ушел на фронт. Военным руководителем школы и командиром курсантской роты был старший лейтенант Н. Д. Слободчиков. Инструкторами горной подготовки стали в основном альпинисты Алма-Аты. Из них в документах школы чаще других упоминаются Е. Колокольников, Ю. Ф. Гудков, В. Н. Неаронский, В. А. Колондин. Участники школы делали восхождения в цирке Туюксу — на вершины Маметовой, Маяковского, Орджоникидзе, Иглы Туюксу, Погребецкого, Локомотив, Космодемьянской. В 1944 г. Погребецкому было поручено руководство возрождаемой тогда альпинистской базы на Эльбрусе. Его преемником стал известный алма-атинский альпинист А. Ф. Туфан. По разным оценкам, школа в Горельнике за годы войны подготовила около 1500 инструкторов и от 10 до 12 тыс. горных стрелков. Часть комплекса сооружений школы, где с 1946 г. вновь размещалась турбаза «Горельник», была разрушена селевым потоком 15 июля 1973 г.

После войны, в 1946 г., М. Т. Погребецкий возродил деятельность Украинской школы инструкторов альпинизма в Адырсу и руководил ею до 1952 г. Эту школу окончили более тысячи молодых альпинистов.

М. Т. Погребецкий опубликовал более 300 статей и десять книг по вопросам альпинизма.

За многолетнюю деятельность в области альпинизма он был награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалью «За трудовую доблесть», грамотой Верховного Совета Казахской ССР.

М. Т. Погребецкий скончался в 1956 г. в возрасте 64 лет. Похоронен на Байковом кладбище в Киеве.



Вершина Погребецкого (4219 м) в Заилийском Алатау 78



Пик Погребецкого (6487 м) на Меридиональном хребте

Именем Погребецкого названы пик на Памире (5330 м) в истоках р. Музкол и две вершины на Тянь-Шане: пик на Меридиональном хребте (6487 м) и вершина в Заилийском Алатау (4219 м), замыкающая цирк ледника Туюксу в верховьях Малой Алматинки. Следует отметить, что для измерения аккумуляции в фирновом бассейне ледника Туюксу проложен снегомерный маршрут на вершину Погребецкого, на которой со снегосьемками пришлось не раз побывать и автору. Имя Погребецкого носят также два перевала в Заилийском Алатау, между пиками Погребецкого и Локомотив, и на Памире, в хребте Академии наук.

Маршрут, проложенный на Хан-Тенгри Погребецким и его командой, и в наши дни считается классическим. Сейчас имеется более двух десятков маршрутов подъема на вершину 5-А, 5-Б и 6-А категорий сложности. Ныне Федерация альпинизма Казахстана награждает восходителей на пик Хан-Тенгри специальным нагрудным знаком. Казахстанец Анатолий Букреев, 18 раз покорявший гималайские восьмитысячники, говорил, что Хан-Тенгри, возможно, самый красивый пик в мире из-за его правильно расположенных ребер и геометрической пирамидальной симметрии. Для другого известнейшего казахстанского альпиниста, Дениса Урубко, первым в СНГ покорившего все 14 восьмитысячников мира, Хан-Тенгри стал тренировочной вершиной перед гималайскими восхождениями. Урубко держит рекорд по скоростному забегу на Хан-Тенгри, установленный в 2000 г., — от базового лагеря (4000 м) до вершины за 7 часов 40 минут. Рекорд же по количеству восхождений на Хан-Тенгри держит новосибирец Глеб Соколов, поднимавшийся на пик 25 (!) раз.

#### Основные публикации М. Т. Погребецкого

1. Практика туризма и путешествий. М.; Л.: ФиС, 1931.
2. Как был взят Хан-Тенгри // На суше и на море (СИМ). 1932. № 7 и 9.
3. На ледниках Тянь-Шаня // СИМ. 1933. № 4.
4. В страну Небесных гор // СИМ. 1935. № 16.
5. Хан-Тенгри. Харьков; Одесса, 1934 (на укр. яз.).
6. Три года борьбы за Хан-Тенгри. Харьков: Украинский работник, 1935 (на укр. яз.).
7. По Восточному Тянь-Шаню // СИМ. 1936. № 5.
8. Руководство по горному туризму. Харьков, 1937.
9. В глубь Центрального Тянь-Шаня // К вершинам советской земли. М., 1949.
10. В сердце небесных гор. Киев, 1956 и 1960 (на укр. яз.).

*Е. Н. ВИЛЕСОВ*



## СОДЕРЖАНИЕ

От редактора.....	3
Медву А.Р. Основные достижения Института географии за 20 лет независимости Республики Казахстан.....	4
<b>Гидрология</b>	
Шерфединов Л.З. Коллизии ирригации Ферганской долины и гидроэнергетики Нарына.....	10
Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т. Трансграничный приток минеральных солей и токсичных соединений по р. Иле.....	20
Амиргалиев Н.А., Турсумбаев А.У. Оценка качества воды водных объектов Верхнего Тобыла.....	29
Медву А.Р., Киренская Т.Л., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Мусина А.К. Критерии оценки опасности возникновения ледово-водных паводков.....	34
Гальперин Р.И., Авезова А. Максимальные расходы воды на казахстанском участке р. Есиль.....	40
<b>Геокриология</b>	
Северский Э.В. Геокриологические опасности гор Казахстана.....	45
<b>Гляциология</b>	
Горбунов А.П. Каменные глетчеры и сходные образования Гиссаро-Алая.....	52
<b>Ландшафтоведение</b>	
Плохих Р.В. О геохимии ландшафтов Прибалкашья.....	57
<b>Рекреационная география</b>	
Егорина А.В. Рекреационный потенциал Сибирских озер.....	62
<b>Рецензии</b>	
Степанов Б.С. Рецензия на монографию А. Р. Медву «Селевые явления Юго-Восточного Казахстана. Основы управления».....	66
<b>Юбилейные даты</b>	
Н. А. Северцов (к 185-летию со дня рождения).....	68
П. П. Семенов-Тянь-Шанский (к 185-летию со дня рождения).....	72
М. Т. Погребецкий (к 120-летию со дня рождения).....	75

Редактор *Т. Н. Кривобокова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 06.04.2012.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.  
Печать – ризограф. 5,0 п.л. Тираж 300.