



# ОЦЕНОЧНЫЕ ДОКЛАДЫ ПО ВОЗНИКАЮЩИМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ



Ашхабад, 2006





# Оценочные доклады по возникающим экологическим проблемам Центральной Азии



# Содержание

## Атмосферное коричневое облако

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. АТМОСФЕРНОЕ КОРИЧНЕВОЕ ОБЛАКО .....	4
1.1. Что такое атмосферное коричневое облако? .....	4
1.2. Действие атмосферного коричневого облака .....	5
1.3. Где находятся атмосферные коричневые облака? .....	5
1.4. Воздействие атмосферного коричневого облака на окружающую среду и общество .....	6
2. ПЫЛЕ- ИСОЛЕПЕРЕНОС И АТМОСФЕРНОЕ КОРИЧНЕВОЕ ОБЛАКО В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ .....	8
2.1. Особенности пыле- и солепереноса и атмосферного коричневого облака .....	8
2.2. Источники пыле- и солепереноса и атмосферного коричневого облака .....	14
2.3. Измерение оптических и микрофизических характеристик пылевого, солевого и атмосферного коричневого облака лидарным методом .....	15
3. ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА ПЫЛЕ- И СОЛЕПЕРЕНОСА И АТМОСФЕРНОГО КОРИЧНЕВОГО ОБЛАКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ .....	18
3.1. Программа мониторинга .....	19
3.2. Измеряемые параметры .....	20
3.3. Моделирование .....	20
3.4. Оценка воздействия .....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	21
ЛИТЕРАТУРА .....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	23

## Интегрированное управление химическими веществами в странах Центральной Азии

1. Обоснование приоритета .....	27
2. Состояние проблемы в субрегионе Центральной Азии .....	28
А. Экологические последствия производства и использования химических веществ .....	28
Б. Текущая ситуация в решении вопросов интегрированного управления химическими веществами .....	38
3. Индикаторы интегрированного управления химическими веществами .....	41
4. Потребности в решении вопросов интегрированного управления химическими веществами на субрегиональном уровне .....	41
5. Концепция проектных предложений по вопросам интегрированного управления химическими веществами на субрегиональном уровне .....	48
7. Оценка эффективности .....	49

## Устойчивость горных озер Центральной Азии. Риски воздействия и принятия мер

Предисловие .....	55
1. Общая характеристика природных условий региона .....	56
2. Основные тенденции социально-экономического развития региона .....	58

3. Изученность горных озер .....	59
4. Горные озера как потенциальный источник опасности .....	63
5. Горные озера как потенциальный источник питьевого водоснабжения, ирригации, рекреации и развития горного туризма.....	65
6. Мониторинг горных озер .....	66
7. Правовая и институциональная основа в вопросах исследования горных озер .....	68
8. Характеристика горных озер и факторы, обуславливающие их образование.....	70
8.1. Классификация горных озер .....	70
8.2. Климатические факторы образования горных озер .....	75
8.3. Влияние геодинамических процессов на формирование и развитие горных озер .....	79
8.4. Влияние оледенения на формирование и развитие горных озер .....	80
8.5. Типы плотин горных озер .....	82
9. Оценка прорывоопасности горных озер. Методы оценки.....	84
9.1. Модели прорывов горных озер. Определение расхода прорывного потока .....	85
9.2. Определение зоны поражения прорывного потока .....	92
10. Принимаемые меры по уменьшению и предупреждению опасности прорывов горных озер.....	96
11. Выводы и рекомендации.....	99
Литература .....	101

## **Возобновляемые источники энергии в Центральной Азии**

1. Введение (обоснование приоритета).....	107
2. Состояние проблемы (энергоресурсы и состояние развития энергетики) .....	108
2.1 Оценка состояния энергетики.....	108
3. Индикаторы оцениваемой проблемы.....	111
4. Реализуемые национальные стратегии и политика .....	113
5. Оценка потребностей в решении проблемы .....	120
6. План мероприятий на ближайшую перспективу .....	121
7. Последовательные шаги для реализации предложенного плана .....	122
8. Оценка эффективности.....	124
8.1. Проблемы воздействия традиционной энергетики на окружающую среду и состояние экологии.....	124
8.2. Экологические, социальные и экономические предпосылки ускорения использования возобновляемых источников энергии .....	128
9. Заключение .....	129
Литература.....	131
Список сокращений .....	132
Список таблиц и иллюстраций.....	134



# Атмосферное коричневое облако



# СОДЕРЖАНИЕ

**Оценочный доклад** по проблеме «**Атмосферное коричневое облако**» в Центральной Азии подготовлен в соответствии с решениями МКУР и по результатам встречи министров экологии стран Центральной Азии на 9-й специализированной сессии Совета управляющих ГЭФ при поддержке ЮНЕП и по инициативе Surendra Shrestha (Director of UNEP Regional Resource Centre for Asia and the Pacific (Thailand)) в рамках проектных предложений по приоритетам РПДООС «Мониторинг пыле- и солепереноса и АВС в Центральной Азии» по срочным вопросам в Центральной Азии.

**Цель доклада** — ознакомление с состоянием дел по исследованию АВС в Центральной Азии и обоснование необходимости проведения мониторинга пыле- и солепереноса и АВС; обеспечение реальной научной информацией для принятия решений на региональном уровне; подготовка предварительных данных для проведения дальнейших целенаправленных работ по изучению и оценке возможных воздействий АВС, пылевых и солевых аэрозолей на устойчивое развитие региона и по улучшению состояния окружающей среды.

Оценка экологического состояния природной среды в Центральной Азии и влияние пыле- и солепереноса на аэрозольное загрязнение атмосферы сделана на основе результатов, представленных региональной группой экспертов. Анализ воздействия АВС, особенности его влияния на экосистему Центральной Азии и связь с пылепереносом выполнен экспертами Кыргызстана путем обработки результатов зондирования атмосферы на лидарной станции Теплоключенка.

**Работа предназначена** для лиц, принимающих решения, ученых, представителей общественности, НПО и граждан, кому не безразлична судьба будущего человека и состояния окружающей среды и устойчивого развития Центральной Азии.

В подготовке оценочного доклада принимали участие:

## **Региональный координирующий эксперт:**

Республика Кыргызстан Лелевкин В.М., [aral@krsu.edu.kg](mailto:aral@krsu.edu.kg)  
тел. +996.312.282909

## **Эксперты:**

Республика Казахстан Инютинина Л.А. [lyubov.inyutina@mail.ru](mailto:lyubov.inyutina@mail.ru)

Кыргызская Республика Чен Б.Б., [lidar@istc.kg](mailto:lidar@istc.kg)  
Свердлик Л.Г.,  
Зыскова Э.Ю.  
Козлов П.В.,  
Имашев С.А.,  
Бешимова И.

Республика Таджикистан Сафаров С., [mahmad@meteo.tj](mailto:mahmad@meteo.tj)  
Абдуллаев С., [orhus\\_center@tajikiston.com](mailto:orhus_center@tajikiston.com)  
тел. +992.372.214224.

Туркменистан Аллабердыев К.А. [sic@online.tm](mailto:sic@online.tm);  
[kurbanA@online.tm](mailto:kurbanA@online.tm)  
тел. +993.12.390586

Республика Узбекистан Рафиков А.А., [svsamoylov@yandex.ru](mailto:svsamoylov@yandex.ru)  
Толкачева Г.А. [sic\\_sd@tshtt.uz](mailto:sic_sd@tshtt.uz)  
Шукуров Б.Ш.  
тел. +998.71.1350757

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. АТМОСФЕРНОЕ КОРИЧНЕВОЕ ОБЛАКО .....	4
1.1. Что такое атмосферное коричневое облако? .....	4
1.2. Действие атмосферного коричневого облака .....	5
1.3. Где находятся атмосферные коричневые облака? .....	5
1.4. Воздействие атмосферного коричневого облака на окружающую среду и общество .....	6
2. ПЫЛЕ- ИСОЛЕПЕРЕНОС И АТМОСФЕРНОЕ КОРИЧНЕВОЕ ОБЛАКО В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ .....	8
2.1. Особенности пыле- и солепереноса и атмосферного коричневого облака .....	8
2.2. Источники пыле- и солепереноса и атмосферного коричневого облака .....	14
2.3. Измерение оптических и микрофизических характеристик пылевого, солевого и атмосферного коричневого облака лидарным методом .....	15
3. ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА ПЫЛЕ- И СОЛЕПЕРЕНОСА И АТМОСФЕРНОГО КОРИЧНЕВОГО ОБЛАКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ .....	18
3.1. Программа мониторинга .....	19
3.2. Измеряемые параметры .....	20
3.3. Моделирование .....	20
3.4. Оценка воздействия .....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	21
ЛИТЕРАТУРА .....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	23



# ВВЕДЕНИЕ

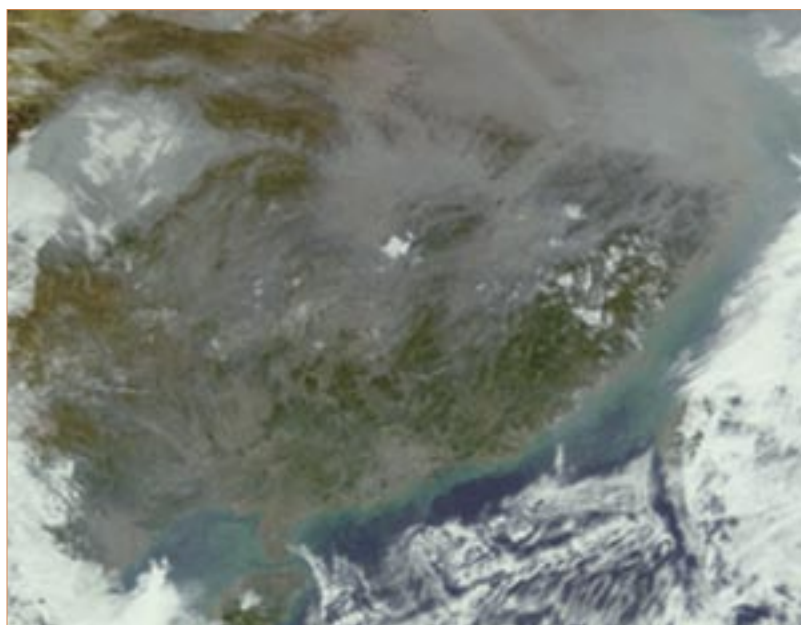
Включение стран Центральной Азии в исследования по проблеме «Атмосферное коричневое облако» имеет большое и принципиальное значение для региона. Эта проблема перекликается с проблемой парниковых газов, которая решается в рамках Программы устойчивого развития и затрагивает все традиционные сферы: экономику, биоразнообразие, здравоохранение, климат и экологию.

В настоящее время известно, что коричневые облака отражают и поглощают солнечное излучение, способствуют нагреву атмосферы и охлаждению поверхности планеты. Это может быть одной из главных составляющих нарастания эффекта глобального потепления.

Коричневые облака могут вызвать сокращение выпадений дождей и изменение атмосферных циркуляций. Например, плотная часть аэрозольного загрязнения в виде гигантского Атмосферного Коричневого Облака (рис. 1), обнаруженная спутником NASA над Японией и Тихим океаном, в течение недели достигла Соединенных Штатов Америки

Одной из проблем региона Центральной Азии является угроза экологического кризиса, обусловленная нарастанием антропогенной нагрузки на природную среду и, в частности, увеличением загрязнения воздушного бассейна. Реальным примером является Аральская катастрофа, которая продемонстрировала всему миру, к чему может привести нерациональное использование природных ресурсов. С высохшего морского дна ежегодно поднимаются в воздух миллионы тонн вредной солончаковой пыли, которая переносится на большие расстояния и оседает на подстилающей поверхности Земли.

Еще одна из крупнейших проблем в этом столетии — это «Атмосферное коричневое облако». До последнего времени ошибочно считалось, что такие облака ограничены пределами городских регионов как, например, Денверское коричневое облако в США. Исследования последних лет



**Рис. 1.** Гигантское атмосферное коричневое облако над Центральным и Восточным Китаем (вверху) и огромная пыльная буря над Китаем (внизу). Фото со спутника NASA

и спутниковые данные показывают, что коричневые облака (или коричневый газ) покрывают обширные территории, включая целые континенты и океаны. Так, результаты эксперимента, специально проведенного в Индийском океане (INDOEX) в 1999 г. [1] показали, что Азиатское коричневое облако покрывает большую часть Аравийского моря, Бенгальского залива и Южной Азии, то есть площадь, приблизительно равную территории США [2]. Данные со спутника NASA показывают, что атмосферные аэрозольные загрязнения распространяются над обширными регионами мира. Эти явления, известные как Североамериканское коричневое облако, Азиатское коричневое облако и Африканское коричневое облако ЮНЕП обобщил, сохраняя аббревиатуру ABC, и предложил назвать «Атмосферное коричневое облако».

Если действие парниковых газов распределено глобально, то аэрозольное загрязнение — регионально. Действие аэрозоля отрицательно по отношению к температуре на подстилающей поверхности Земли и положительно — в атмосфере (поглощение солнечного излучения коричневым газом, а точнее — черным углеродом). Аэрозоли способствуют несимметричным изменениям температуры между атмосферным коричневым облаком и подстилающей поверхностью Земли. В то время как глобальное потепление предполагает увеличение количества осадков, действующее влияние аэрозоля может привести к его уменьшению.

Аральская трагедия и существование атмосферных коричневых облаков убеждают нас в том, что аэрозольная экологическая безопасность становится в ряд основных стратегических составляющих национальной безопасности и важнейшим аспектом государственных приоритетов.

Обнаружение и анализ атмосферных коричневых облаков позволит изучить, каким образом происходит их формирование, как пыль и частицы загрязнения переносятся в регионы Центральной Азии и как они воздействуют на окружающую среду, региональные климатические изменения, ледники, гидрологический и сельскохозяйственные циклы, на качество жизни людей, здоровье населения и на устойчивое развитие региона.

# 1. АТМОСФЕРНОЕ КОРИЧНЕВОЕ ОБЛАКО

## 1.1. Что такое атмосферное коричневое облако?

Еще в 80-х годах прошлого столетия американские летчики с военно-морской базы «Диего Гарсия» обнаружили огромное грязное облако, раскинувшееся от Китая — на востоке и до Аравийского моря — на западе.

В ходе проведения комплексного эксперимента в тропической части Индийского океана INDOEX (см. введение) ученые обнаружили плотный коричневатый слой дымового загрязнения, покрывающий большую часть Южной, Юго-Восточной Азии и тропическую часть Индийского океана [1]. Дымка представляет смесь разных загрязнителей, главным образом сажи, сульфатов, нитратов, органического вещества, летучего пепла и минеральной пыли (рис. 2), поступающих в атмосферу в результате сжигания топлива транспортом, биомассы в сельскохозяйственных районах, и выбросов промышленных предприятий. При поглощении и рассеивании солнечного света такими аэрозолями образуется легкий туман коричнево-

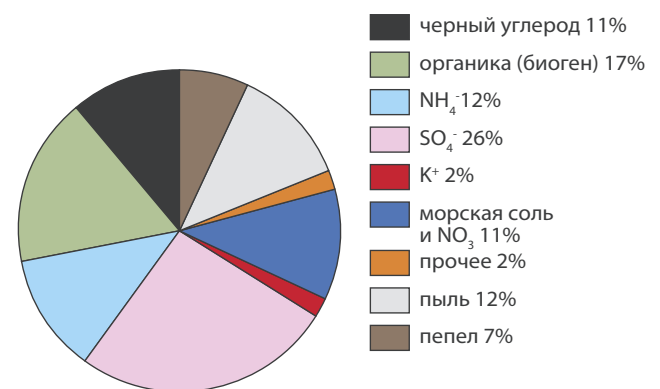


Рис. 2. Относительный вклад различных химических составляющих в аэрозольную оптическую толщину [3]

го цвета (смог) из-за присутствия в нем сажевых частиц (черный углерод).

## 1.2. Действие атмосферного коричневого облака

При движении над поверхностью Земли все облака задерживают солнечную радиацию. Но действие коричневых облаков особенно тревожит тем, что они поглощают более 25% солнечной радиации и способствуют нагреванию атмосферы вокруг облака [4–6]. Загрязнение снижает способность облака «рождать» осадки, продлевая тем самым его существование. Это приводит к уменьшению количества солнечной радиации, достигающей поверхности Земли, и снижению количества осадков в регионе. Коричневые облака перемещаются с потоками воздушных масс, но траектория их движения еще недостаточно изучена.

В зависимости от того, какая циркуляция преобладает в нижних слоях атмосферы — циклоническая с восходящими потоками или антициклоническая с нисходящими потоками, возникают засухи или наводнения. С АВС связывают такие природные катаклизмы, как кислотные дожди, наводнения (как, например, в Бангладеш, Непале, на северо-востоке Индии), засухи в Пакистане, Северо-Западной Индии и Южной Африке [1–3].

Жизнь многих миллионов людей также находится в опасности из-за ядовитого тумана и связанных с ним изменений погодных условий. АВС провоцирует тысячи смертных случаев в год от заболевания органов дыхания и сердечно-сосудистой системы.

В последние годы при поддержке ЮНЕП осуществляется проект, получивший название «АВС-Азия». В рамках этого проекта по всей Азии развернута сеть станций наземного мониторинга для изучения состава и сезонного распределения дымового загрязнения.

Клаус Тепфер в мае 2004 г. в Лондоне привел результаты пяти лет исследований азиатского смога, и предсказал, к каким страшным последствиям может привести воздействие АВС: «Коричневое облако — это бомба замедленного действия в арсенале губительного для климата Земли оружия. Когда именно взорвется бомба, неизвестно. Известно только то, что последствия этого в разных частях света будут разными: в Азии — более долгими станут периоды засух, а в Северном полушарии (в Европе) — участятся ливневые дожди».

## 1.3. Где находятся атмосферные коричневые облака?

Спутниковые данные показывают, что толстые загрязненные слои тумана находятся практически во всех областях земного шара. Так, на Американском континенте — это Североамериканское коричневое облако, на Африканском — Африканское коричневое облако, на Азиатском — Южноазиатское коричневое облако (Азиатское коричневое облако), которое располагается над большинством районов Юго-Восточной Азии, где проживает почти половина населения Земли.

Вследствие аэрозольного переноса коричневые облака достигают региона Центральной Азии. Кроме дальнего трансграничного переноса аэрозоля, в формировании АВС и азиатской пыли активно участвуют местные (региональные) источники загрязнения атмосферы. Так, по данным единственной в Центральной Азии лидарной станции Теплоключенка [4–9], появление подобных аэрозольных образований в Центральной Азии обусловлено активной антропогенной деятельностью в Казахстане и переносом большого количества пыли и соли со дна бассейна Аральского моря. Трансграничный перенос АВС осуществляется, как правило, из Южной Азии и Ближневосточного региона (рис. 3), а пыле- и солеперенос — из бассейна Аральского моря.

## 1.4. Воздействие атмосферного коричневого облака на окружающую среду и общество

**Коричневые облака и естественные «события».** Пыльные бури («события желтого песка») и солевые выносы содержат большое количество аэрозолей с пылью и солью, смешение которых с коричневыми облаками резко ухудшает видимость, вызывает угрозу здоровью людей и большие изменения в атмосфере. Частицы черного углерода, смешанные с пылью и солью, переносятся воздушными массами и способствуют образованию атмосферных коричневых облаков в регионе Центральной Азии (международный проект

Aerosol Characterization Experiment-Asia). В составе таких частиц, переносимых ветром из Монголии и Китая, оказалось большое содержание сажи. Дополняют загрязнение атмосферы частицы соли и пыли, поднимаемые ветром с высохшего дна Аральского моря, а также большое количество песка, смешанного с пылевыми частицами из района пустынь Центральной Азии (рис. 4).

**Коричневые облака и глобальное потепление.** Коричневые облака способствуют уменьшению количества осадков и локализуют охлаждение. При поглощении солнечной энергии коричневым облаком к земной поверхности она поступает в меньшем количестве, и происходит нагрев атмосферы. Черный углерод (сажа) является причиной устойчивости коричневого облака, чему способствует теплый восходящий воздушный по-

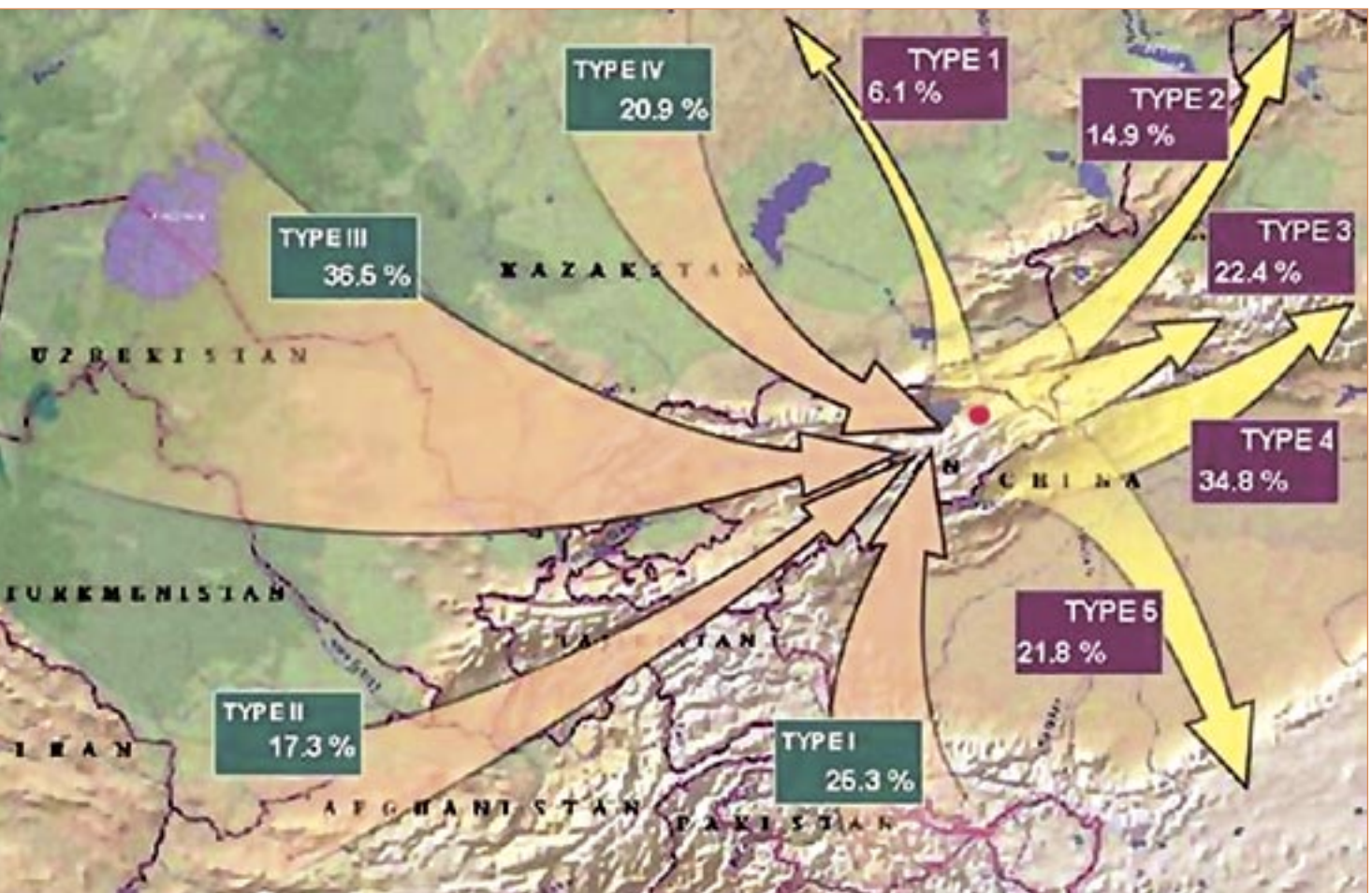


Рис. 3. Повторяемость обратных и прямых траекторий переноса аэрозольного загрязнения атмосферы на Центральную Азию (по данным лидарной станции Теплоключенка, обработка измерений на высоте 3500 м над уровнем моря).

ток. Черный углерод оказывает влияние на таяние ледников и снежных покровов при оседании на их поверхность. В то время как парниковый эффект является главной проблемой глобального изменения климата, коричневые облака являются одним из основных факторов регионального изменения климата и уменьшения количества осадков.

**Климат.** Проблемы типа тумана и кислотного осаждения подпадают под общую категорию «Воздушное загрязнение». Аэрозоли и высокая концентрация озона, как результат воздействия выбросов в атмосферу отходов предприятий агропромышленного комплекса, являются частью проблемы глобального потепления, так как они могут стимулировать изменение климата и влияют на радиационный баланс планеты. Их присутствие оказывает заметное влияние на экосистемы, сельское хозяйство и здоровье населения.

Уменьшение количества солнечной энергии, достигающей земной поверхности, влечет за собой значительные последствия и, как результат, изменение климата. К ним относятся:

- температурные изменения;
- изменение режима осадков;
- изменение сельскохозяйственных сезонов;
- таяние ледников и уменьшение снежного покрова;
- изменение радиационного баланса как атмосферы, так и подстилающей поверхности Земли.

**Здоровье человека.** Из-за загрязнения воздуха умирает примерно 3 млн. человек в год, 90% из них — население развивающихся стран. Загрязнение атмосферного воздуха приносит вред более чем 1,1 млрд. людей [17], а загрязнение воздуха от сжигания древесины, животных отходов и угля для обогрева помещений влияет на здоровье около 2,5 млрд. людей, более 90% которых проживают в развивающихся странах. В азиатских мегагородах превышены стандарты, установленные Всемирной организацией здравоохранения, по содержанию в воздухе взвешенных частиц и сернистого диоксида.



**Рис. 4.** Пожары в Казахстане (21.09.2002г.) – сверху, пыльная буря над Аральским морем (18.04.2003г.) – снизу. Фотографии сделаны со спутника

**Сельское хозяйство и коричневые облака.**

Атмосферные аэрозоли и газообразные загрязнители оказывают прямое неблагоприятное воздействие на урожайность сельхозкультур. Косвенный эффект влияния аэрозолей на сельское хозяйство выражается в следующем:

- изменение гидрологического цикла;
- изменение режима осадков;
- изменение сельскохозяйственных сезонов;
- изменение урожайности сельскохозяйственных культур, особенно пшеницы, риса и т.д.

Влажное осаждение кислотных, щелочных и солевых компонент снижает урожайность сельскохозяйственных культур, а в отдельных случаях приводит к гибели растительности, усиливает загрязнение почвы, поверхностных и подземных вод, ускоряет коррозионные процессы, что приводит к разрушению зданий, конструкций, снижению устойчивости и эффективности работы технологических комплексов.

## 2. ПЫЛЕ- И СОЛЕПЕРЕНОС И АТМОСФЕРНОЕ КОРИЧНЕВОЕ ОБЛАКО В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

С учетом специфических климатических условий и напряженной экологической ситуации, сложившейся в Центральной Азии в связи с высыханием Аральского моря и интенсивными процессами опустынивания, вопросы оценки влияния загрязнения атмосферы являются очень актуальными. Особенно это касается пыли, соли и их переноса из различных источников загрязнения во взаимосвязи с воздействием атмосферных коричневых облаков.

### 2.1. Особенности пыле- и солепереноса и атмосферного коричневого облака

Основными источниками пылевых и солевых выносов являются пыльные бури. В регионе Центральной Азии это особенно характерно для пустынных районов. Природными источниками запыления воздуха являются пустыни Каракумы и Кызылкум, а также высохшее дно Аральского моря (Аралкум) [10–14]. Среднегодовая продолжительность ПБ, например, в Туркменистане (рис. 5) колеблется от 350 ч — на западе до 15 ч — на юго-западе [10]. Примерно такое же количество ПБ (до 20 дней в году) наблюдается в Узбекистане [11–12] и Казахстане [13–14]. В горных районах Таджикистана [19, 20] и Кыргызстана продолжительность ПБ снижается и составляет в среднем от 1 до 10 ч в год.

Северное и южное побережья Аральского моря являются одним из основных очагов возникновения пыльных бурь в Центральной Азии. Общее количество их в этом регионе за последние 10 лет остается на уровне 90–100 явлений в год (см. рис. 5).

Снижение уровня Аральского моря привело к образованию больших по площади очагов возникновения пыльных бурь, выносящих в атмосферу аэрозоли минерального происхождения в больших количествах (рис. 6). Минерализация атмосферных осадков уменьшается с удалением от территории Аральского моря. Минерализация приводит к изменению радиационных и микрофизических свойств воздушных масс из-за увеличения интенсивности поглощения солнечного излучения. В запыленной атмосфере происходит нагревание пограничного слоя, что приводит к инверсионному распределению температуры, препятствуя развитию конвективных процессов.

Уровень загрязнения воздуха в промышленных центрах характеризуется повышенными, по сравнению со стандартами ВОЗ, концентрациями твердых частиц. Твердые частицы (меньше 10 мкр в диаметре) представляют собой опасный болезнетворный агент. Установлено, что высокие концентрации такой пыли вызывают болезни верхних дыхательных путей, хронические бронхиты и ухудшают условия протекания легочных и сердечно-сосудистых заболеваний, сокращая продолжительность жизни человека. Основным источником возникновения таких частиц является сжигание топлива в энергетике и транспорте. Факт постоянного увеличения за последние годы загрязнения воздуха Центральной Азии пылью в больших количествах (около 200–400 мкг/м<sup>3</sup>) указывает на то, что основная доля твердых частиц попадает в атмосферу вследствие процесса антропогенного опустынивания.



Рис. 5. Карта распределения пыльных бурь по территории Туркменистана (среднегодовое число дней) [10].

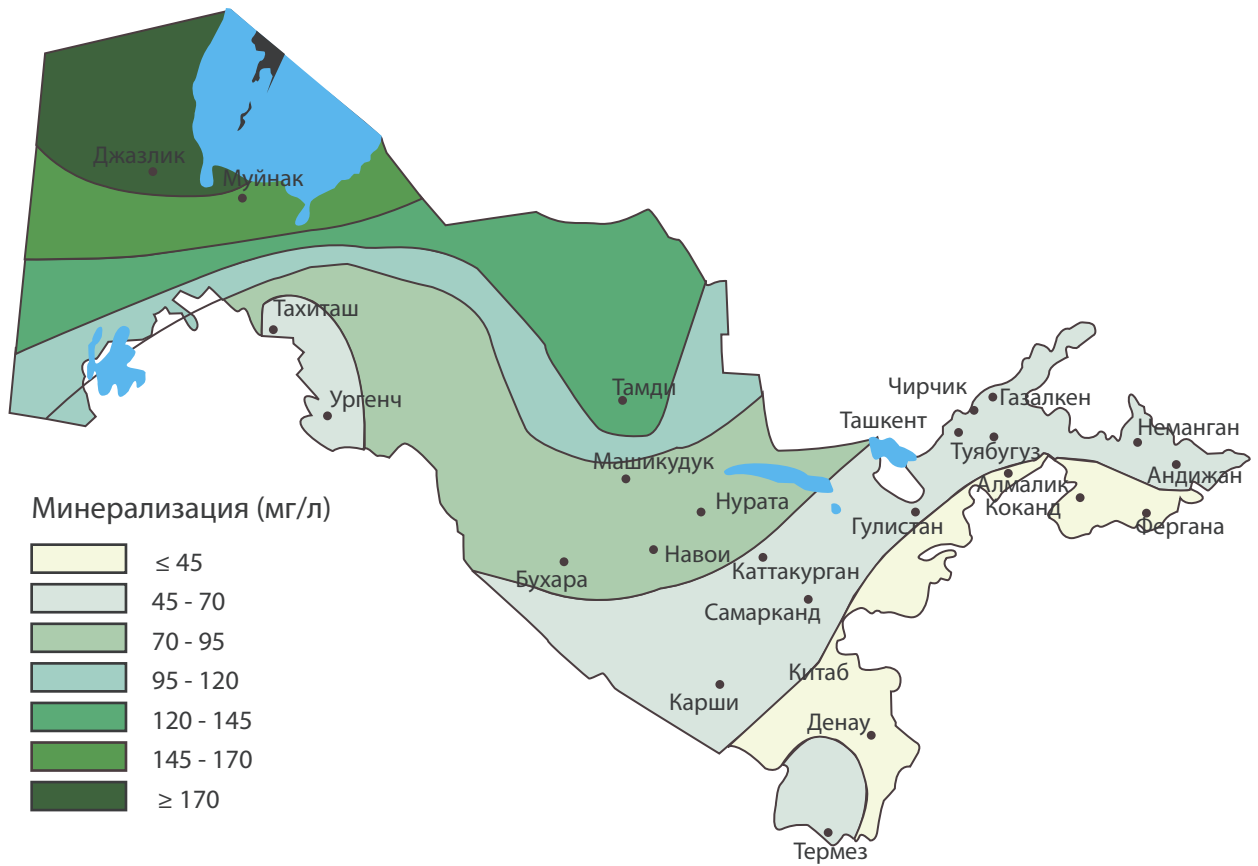


Рис. 6. Минерализация атмосферных осадков (средние многолетние данные) на территории Узбекистана

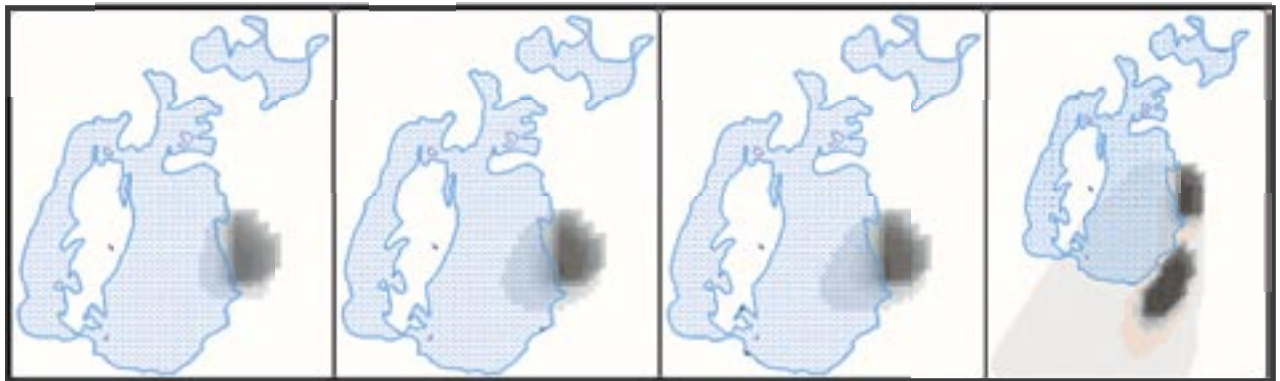


Рис. 7. Вынос песка и соли с высохшего дна Аральского моря (18.05.1998 г., 18.09.1998 г.)



Высокоминерализованные осадки выпадают в пустынной зоне Приаралья (см. рис. 6). Это свидетельствует о высоком уровне загрязнения атмосферы аэрозолями минеральных солей и их влиянии на ее радиационные характеристики. В составе атмосферных выпадений выявлено повышенное содержание анионов-гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, катионов — кальция и магния. В промышленных районах в атмосферных аэрозолях отмечено увеличение количества сульфатов, нитратов. В Приаралье утрачено качество водных и земельных ресурсов, нарушены состав и устойчивость экосистем, возросла токсичность окружающей среды. С высохшего дна Аральского моря ежегодно песчаными бурями поднимается в атмосферу 75 млн. т песка и пыли, около 39 млн. т солей. Новая пустыня Аралкум уже поглотила 2 млн. га пахотных земель, привела к деградации пастбищ, тугайных лесов и другой растительности.

Воздушные потоки, содержащие пыль и соль Арала, проникают на 800–1000 км вглубь густонаселенных оазисов и оседают на ледники, где берут начало главные реки Центральной Азии [18]. К настоящему времени на Памиро-Алае исчез 1081 ледник, на Заилийском Алатау — 71, уменьшился объем ледников массива Акшийрак. В среднем за год долинные ледники Тянь-Шаня и Памира отступают на 3 — 13 м, одновременно идет их уплотнение. Так, например, по оценкам гляциологов Таджикистана, при сохранении нынешних темпов деградации ледников площадь оледенения к 2050 г. уменьшится на 15 — 20%, а объем льда на 80 — 100 км<sup>3</sup>. Для Центральной Азии это опасный процесс, так как горные ледники являются единственными вековыми кладовыми запасов пресной воды и основным местом конденсации атмосферной влаги в регионе.

Результаты исследований показывают, что ежегодно очагами возникновения зимних и весенних песчаных бурь, угрожающих Китаю, являются пустыни в юго-восточной части Монголии и в Восточном Казахстане. Образование и результаты численного восстановления шлейфа выноса песка и соли с высохшего дна Аральского моря зафиксированы на снимках, сделанных со спутника 18.05.1998 г. и 18.09.1998 г. (рис. 7).

Над станцией лидарного зондирования Теплоключенка АВС наблюдается в нижней и в верхней тропосфере. Если в Южной и Юго-Восточной Азии АВС сформировалось и развивается за счет антропогенного аэрозоля в результате сжигания биомассы и ископаемого топлива [1–3], то в Центральной Азии его появление в нижней тропосфере связано с наличием в регионе локальных источников загрязнения, а в верхней тропосфере — с его дальним трансграничным переносом (см. рис. 3). При выходе воздушных масс с пыльными бурями в районы предгорий и гор начинается постепенный переход пыльной бури в адвективную мглу [11, 12]. Причем, в подавляющем большинстве случаев среднеазиатские пыльные бури — приземные явления (~10 или 1000 м по вертикали), что свидетельствует о возможно малом запылении высокогорных областей [15, 16]. Однако наблюдаются мощные по вертикали пыльные бури, которые проникают в горы и достигают ледников. В Таджикистане чаще, чем пыльные бури, наблюдается появление плотной серой мглы (местное название — «афганец») на высотах 1–3 км, которая закрывает небосвод и вершины гор сплошным серым слоем (рис. 8). Дважды, в 50-х и 80-х годах прошлого столетия, с востока (пустыня Такла-Макан, Китай) на Таджикистан надвигалась оранжевая мгла, окрашивая небо и ледники в оранжевый цвет.

За счет орографического усиления ветра и местной циркуляции коричневая (серая, оранжевая) мгла может перебрасываться из одной долины в другую с противоположной стороны водораздельного хребта. Подобный механизм может действовать при переносе коричневого облака (мглы, тумана), например, из районов Казахстана через Заилийский Алатау на высокогорные районы Тянь-Шаня или при переносе Южноазиатского коричневого облака через Памир на районы Центральной Азии из Западного Китая и Тибета (см. рис. 3).

Особенностью полученных результатов лидарного зондирования коричневого облака (рис. 9) является то, что в нижней тропосфере, в приземном слое, как правило, всегда наблюдалась пыль [8, 9]. Вертикальный разрез показывает, что внизу сосредоточены более крупные частицы пыли, а в верхних слоях — мелкие (рис. 10). Как показывает



Рис. 8. Направление перемещения пыльных бурь и мглы (Агентство гидрометеорологии, Таджикистан)

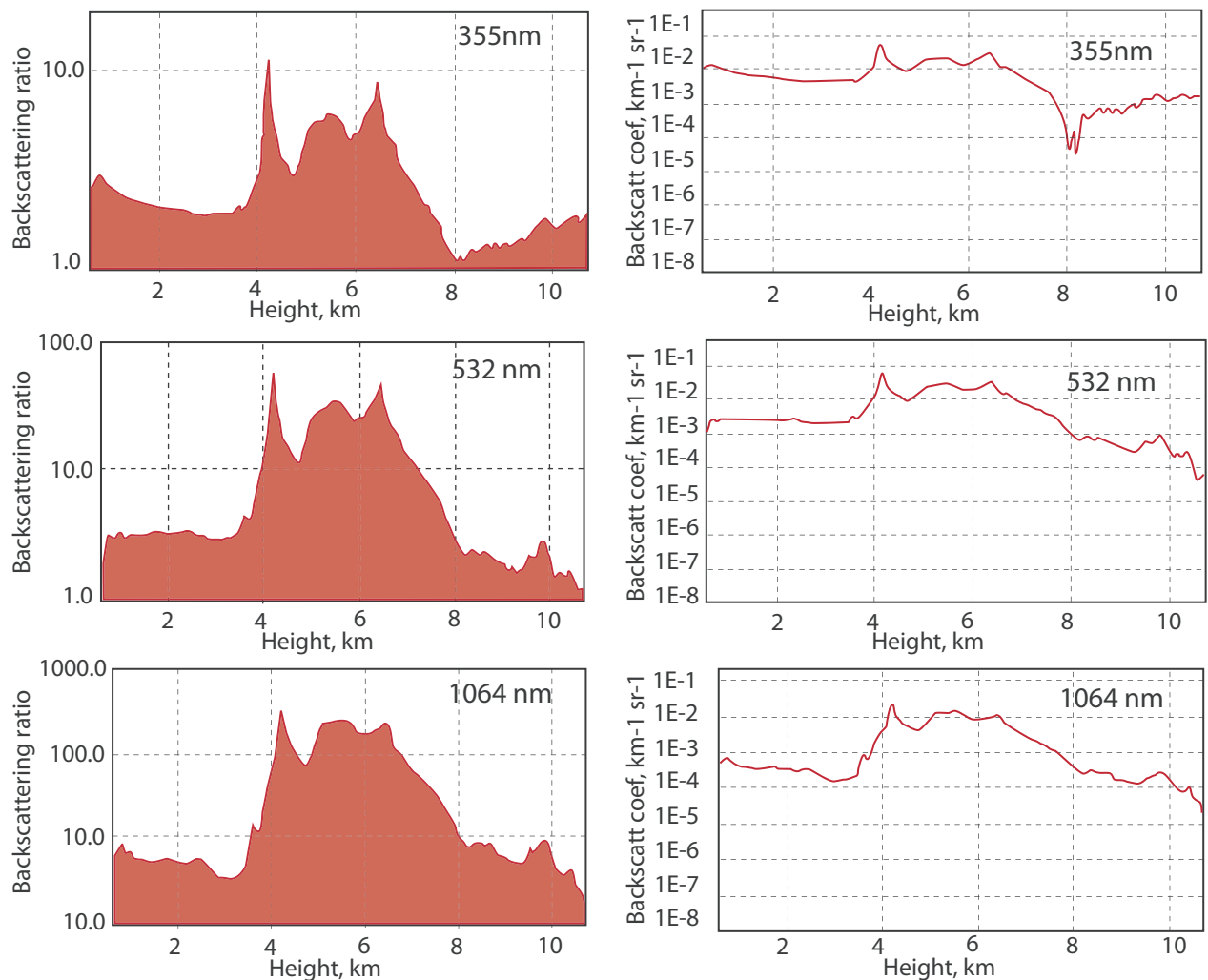


Рис. 9. Вертикальные профили отношения рассеяния и коэффициента обратного рассеяния на трех длинах волн зондирования. 04.04.2002 г. (лидарная станция Теплоключенка) [8]

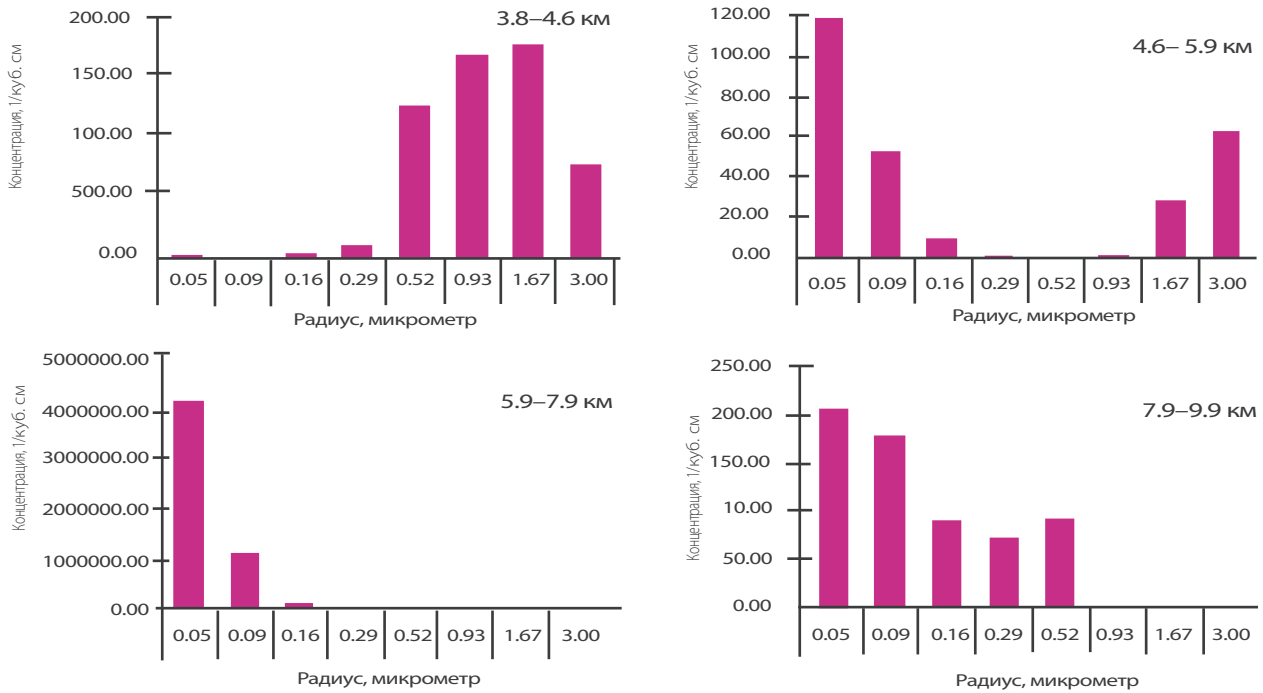


Рис. 10. Распределения концентраций частиц по размерам в различных слоях пыли и облака [5]



Рис. 11. Обратные траектории частиц 4D на AT-700 (слева) и AT-500 гПа (справа) 04.04.2002 г. [4-8]

обратный траекторный анализ на карте барической топографии 700 гПа, пылевые частицы пришли в регион с Прикаспийских степей, Приаралья и Северо-Западного Казахстана, а АВС — с района Ирана и Саудовской Аравии (рис. 11).

За счет формирования и перемещения фронтального циклона под передней частью высотной ложбины происходит вынос теплого воздуха с юга в более высокие широты, который усиливается за счет увеличения температуры под облаком из-за задержки им длинноволнового излучения и вы-

сокой поглощательной способности солнечной радиации. Под тыловой же частью высотной ложбины происходит перенос холода с севера на юг за счет формирования и перемещения антициклона.

Амплитуда волны Россби увеличивается из-за усиления гребня впереди ложбины и углубления ее из-за меридионального обмена теплом. В дальнейшем по мере увеличения амплитуды в высотной ложбине происходит формирование замкнутой циклонической циркуляции и, следовательно, изолируется очаг

холода на юге, а в высотном гребне формируется замкнутая антициклоническая циркуляция и возникает изолированный очаг тепла на севере. Вследствие этого происходит разрушение волны, а затем описанный цикл может снова повториться [4-7].

Из-за огромного размера коричневого облака часть его может располагаться на циклонической, а другая — на антициклонической стороне волны. Поэтому под одной его частью может выпасть большое количество осадков, а под другой наблюдаться сухая жаркая погода, вплоть до засухи в отдельных районах региона.

## 2.2. Источники пыле- и солепереноса и атмосферного коричневого облака

Наблюдающаяся устойчивая тенденция уменьшения прямой солнечной радиации над территорией Земли связана с крупномасштабными процессами, происходящими в атмосфере, в частности, с общим возрастанием аэрозольного загрязнения или из-за проникновения в Центральную Азию воздушных масс с другими оптическими свойствами. В случае уменьшения солнечной радиации за счет факторов регионального масштаба должна быть хорошая согласованность в работе всех пунктов актинометрических наблюдений. Действительно, в зимнее время, когда в регионе преобладает антициклональный режим погоды, казахскими учеными установлено, что парные коэффициенты корреляции величин радиации, измеренных разными станциями, оказались достаточно высокими, особенно для однотипных физико-географических районов (0,74–0,76). Коэффициенты корреляции между удаленными друг от друга станциями ослабевают до 0,39–0,40. В теплое время года хорошее согласие показателей наблюдалось редко и лишь для отдельных станций. Это говорит о том, что на общем фоне уменьшения прозрачности большую роль играют локальные источники загряз-

нения атмосферы. В частности, это может быть пыль из пустынных и южных районов Средней Азии.

Проследить и проанализировать перенос аэрозолей воздушными массами на значительные расстояния позволяют методы построения и анализа обратных траекторий движения воздушных масс.

Использовалась модель HySPLIT (Hybrid Single-Particle Integrated Trajectory Model) — гибридная модель интегрированной траектории одиночной частицы [<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>] и данные метеорологического архива FNL NOAA USA.

Были выявлены два основных признака их типизации:

- 1) по типам воздушных масс;
- 2) по источникам аэрозольного загрязнения.

Траектории каждого типа имеют существенные отличия друг от друга по территории прохождения и по скорости перемещения воздушной массы. Необходимо заметить, что большая часть аэрозольного загрязнения при перемещении за четверо суток (4D) либо оседает под действием гравитационных сил, либо выпадает с осадками. Основной вклад в формирование АВС вносят источники генерации аэрозоля, находящиеся на расстоянии до 5 тыс. км. [4, 11]

**Классификация обратных траекторий по типам воздушных масс:** теплые, холодные и трансформирующиеся.

Обратные траектории теплых ВМ располагаются к югу от планетарной высотной фронтальной зоны, а холодных — к северу от нее. К трансформирующимся относятся траектории, располагающиеся вдоль ПВФЗ.

На рис. 3 приведена схема основного перемещения воздушных потоков в Центральную Азию. Траектории холодных воздушных масс повторяются реже, чем теплых, и составляют 42% всех случаев. Загрязнение аэрозолями естественного происхождения пониженное, в то же время существенно увеличивается вклад антропогенных аэрозолей: автотранспорт, промышленные центры и т.п.

**Классификация обратных траекторий по источникам загрязнения.** Обратные траектории указывают на наличие основных источников аэрозольного загрязнения воздушных масс, которые можно разделить на две категории: естественного и антропогенного характера.

К источникам антропогенного характера относятся все крупные промышленные центры, конгломераты, места добычи и переработки горнорудных, угледобывающих и других сырьевых объектов. Однако наибольший вклад в аэрозольное загрязнение тропосферы над Центральноазиатским регионом вносят естественные источники — обширные пространства пустынь, полупустынь, степей, лежащих на пути ВМ.

К естественным типам источников загрязнения воздушных масс, поступающих в регион, можно отнести следующие области (см. рис. 3):

**Tun I.** Южная Азия и Китай (пустыня Такла-Макан).

**Tun II.** Северная Африка (Сахара, Ливийская пустыня), Ближний Восток (пустыни Аравии, Иранского нагорья, Афганистана).

**Tun III.** Поволжье, Западный Казахстан (степи, полупустыни, пустыни, Прикаспийская низменность, плато Устюрт, Приаралье, пустыни Каракумы, Аралкум, Кызылкум).

**Tun IV.** Северо-Восточный Казахстан (казахский мелкосопочник, пустыни Бетпак-Дала, Мойынкум, Таукум).

Самый дальний перенос аэрозольного загрязнения в регион осуществляется по траекториям II и III типов, когда за четверо суток преодолевается расстояние в несколько тысяч километров с севера Сахары, Ближнего Востока или Атлантики и Западной Европы. Однако такие траектории наблюдаются всего лишь в 7,27 и 3,64% случаев, соответственно. Наиболее часто аэрозоли воздушными массами перемещаются из районов Прикаспийской низменности и бассейна Аральского моря (тип II).

В условиях Центральной Азии проблема исследования воздействия коричневых облаков на окружающую среду усугубляется рядом особенностей — климатические факторы, интенсивная антропогенная деятельность (развитый агропромышленный комплекс) и последствия экологического кризиса в бассейне Аральского моря. Все отмеченные факторы в условиях аридного климата приводят к образованию пыльных бурь и поземок, пыле- и солевых штормов. Возрастает интенсивность процессов образования фотохимического смога, предшественника вторичных мелкодисперсных аэрозолей, составляющих коричневые облака. Вследствие трансграничного переноса техногенных и природных аэрозолей (пыль, соли) над территорией региона в атмосфере протекают сложные физико-химические процессы образования вторичных аэрозолей, формирующих коричневые облака и влияющих на климатическую систему региона и окружающую среду.

### 2.3. Измерение оптических и микрофизических характеристик пылевого, солевого и атмосферного коричневого облака лидарным методом

На лидарной станции Теплоключенка проведены исследования оптических и микрофизических свойств аэрозолей и коричневого облака [4–9].

#### Оптические характеристики пыли и АВС

1. Пыль имеет переменную толщину от 0,5 до 3,0 км и концентрируется на высотах до 5 км над станцией. Оптические толщи пылевого аэрозоля

на  $\lambda=532$  нм достигают  $B_a=0,58$ , а коэффициента ослабления  $0,7 \text{ км}^{-1}$  на высоте 1,4 км (рис. 12).

Основными источниками пыли в регионе являются песчаные пустыни и аридные территории с лессовидными почвами (Ближний Восток, Средняя Азия, Китай, Северо-Западный Казахстан (Прикаспий), Приаралье и др.). Наиболее плотные аэрозольные слои (рис. 13) находятся на северо-западной границе Туркменистана с Узбекистаном, что может быть связано с наличием источников соли и пыли на высохшем дне Аральского моря, в комплексе песчаных и солончаковых пустынь на северо-западе Каракумов и юго-западе Устюрт-Мангышлакского плато.

2. Аэрозольные образования типа атмосферного коричневого облака практически всегда располагаются на высотах, прилегающих к верхней границе слоя активного турбулентного перемешивания (2,0–4,8 км). При вертикальной протяженности от 600 до 1500 м средняя оптическая толщина составляет  $B_a=0,34 \pm 0,26$  ( $\lambda=532$  нм), что является ти-

пичным для подобных аэрозольных образований, например, Южноазиатского АВС. Чаще всего АВС является смешанным по фазе. Отношение обратного рассеяния  $R$  достигает 50 и более на  $\lambda=532$  нм и до  $R=200$  на  $\lambda=1064$  нм (см. рис. 12). Деполяризационное отношение в АВС достигает значений 0,2–0,25, тогда как в пылевом аэрозоле из-за присутствия несферических частиц — 0,25–0,45, как правило, при умеренных значениях  $R$ .

### Микрофизические характеристики пыли

1. В пыли наблюдается смещение функции распределения в область мелкодисперсных и субмикронных размеров частиц.
2. Концентрация субмикронной фракции ( $r=0,10\text{--}1,0$  мкм) в пыли по сравнению с фоновым аэрозолем примерно в 100 раз выше, а мелкодисперсной с радиусами  $r=0,05\text{--}0,10$  мкм — более чем

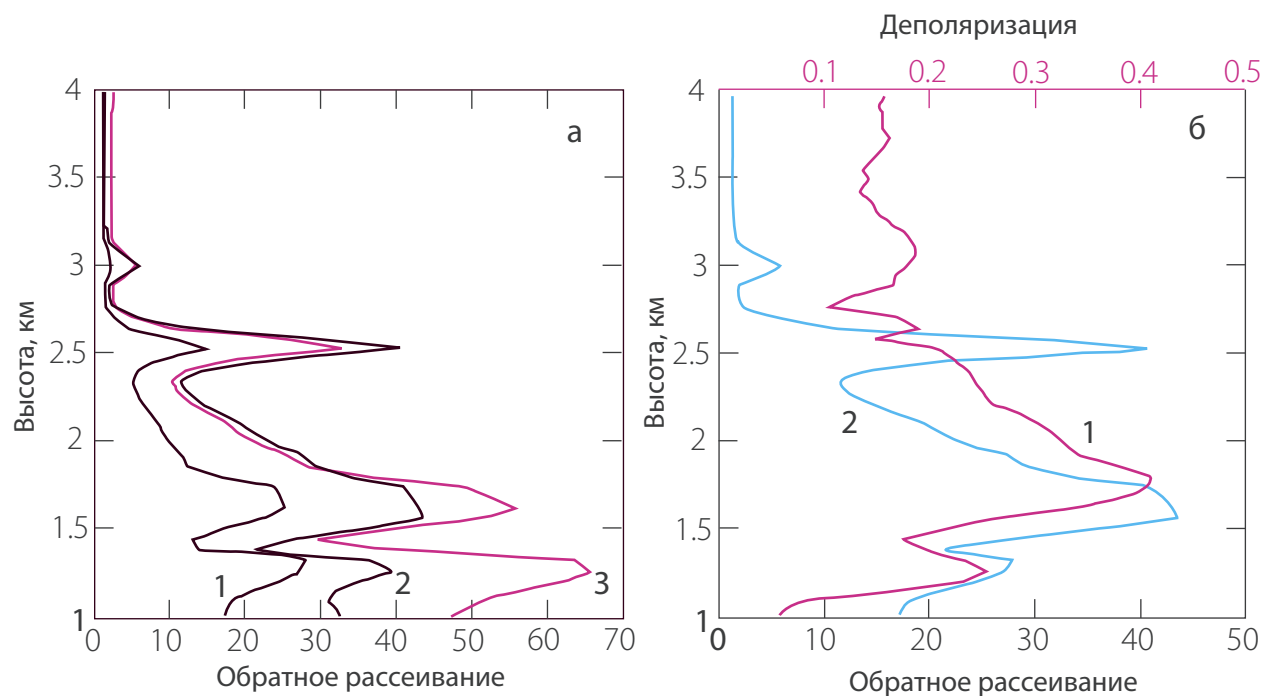


Рис. 12. Вертикальные профили отношения рассеяния  $R(h)$  (а) на трех длинах волн: 1 -  $\lambda=355$  нм, 2 -  $\lambda=532$  нм, 3 -  $\lambda=1064$  нм; совмещенные кривые деполяризации  $D$  (1) и отношения рассеяния (2) на длине волны 532 нм. Пыль. 03:56 ч 8.08.2003 г.[8]

в 500 раз, и иногда значительно превосходит концентрации (до 500 мкм<sup>2</sup>/см<sup>3</sup> и более) сахарской пыли в Средиземноморском регионе.

3. Наблюдается удовлетворительное согласие в значениях микрофизических параметров с результатами исследований интенсивных пыльных бурь в районе Аральского моря [11]. Отличие заключается в более низком (в 2,0–2,5 раза) содержании мелких частиц ( $r=0,05-0,5$  мкм) и смещении в область меньших радиусов частиц в монодисперсном спектре размеров.

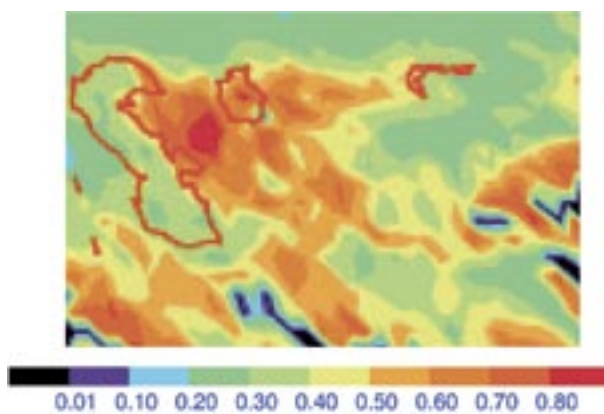


Рис. 13. Средняя оптическая толщина атмосферных аэрозолей на длине волны 550 нм за апрель – май 2001 г. и 2002 г. (спутник NASA [ 2 ])

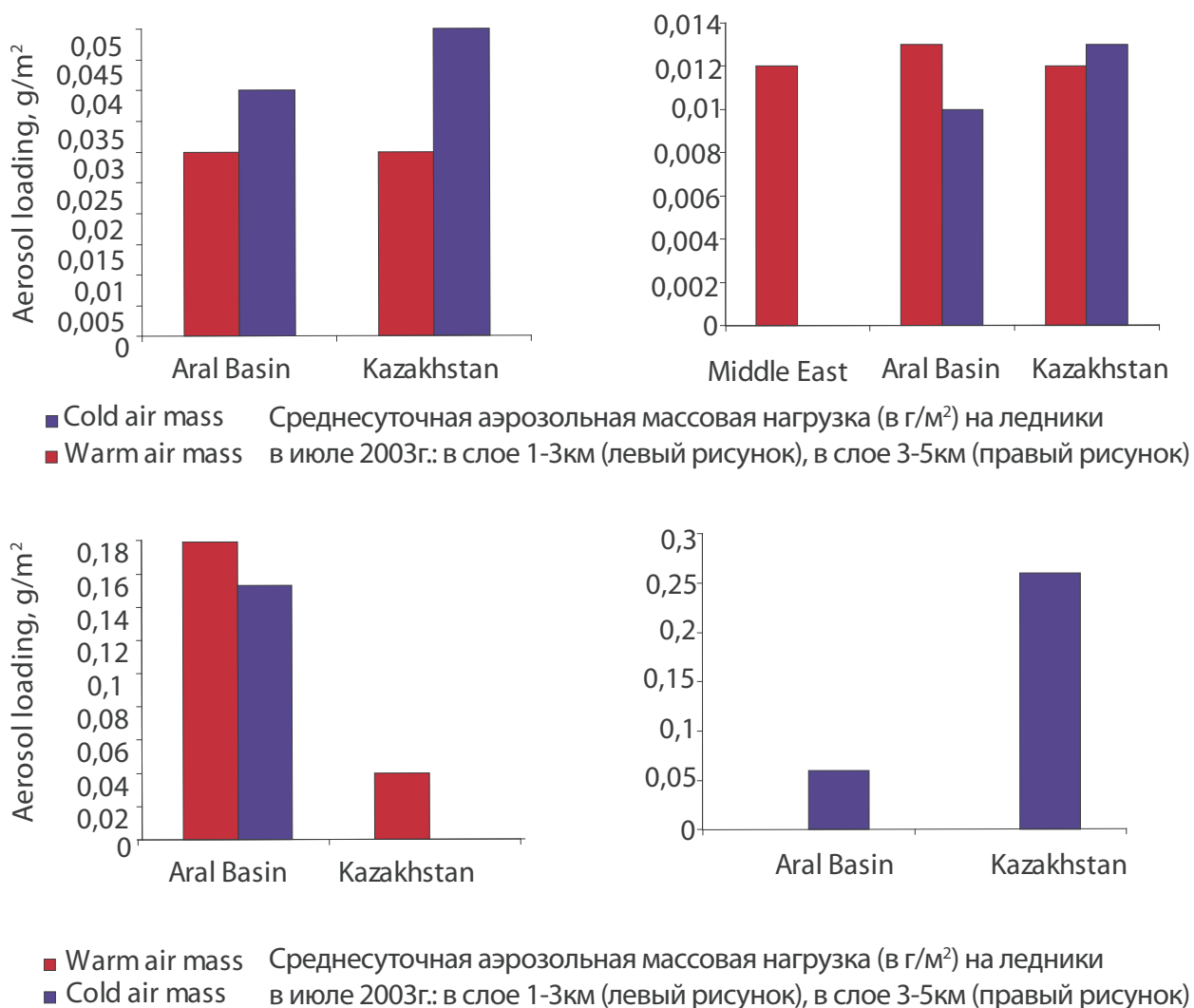


Рис. 14. Оценка среднесуточных аэрозольных массовых нагрузок на ледники Центрального Тянь-Шаня [9]

### **Микрофизические характеристики ABC**

1. Концентрация частиц на нижней границе ABC значительно выше фоновой. Так, концентрация фракции частиц  $r=0,05-0,16$  мкм превышает фоновые до 7–10 раз;  $r=0,29-0,52$  мкм (частицы коагуляционного укрупнения) — от 20 до 200 раз;  $r=0,93-3,00$  мкм — до 8 раз.

2. Максимум концентрации частиц  $r=0,93$  мкм в ABC смещен на его нижнюю границу, фракция мелких частиц ( $r=0,09-0,16$  мкм) имеет наибольшие концентрации, а фракция субмикронных частиц  $r=0,29-0,52$  мкм характеризуется концентрациями, значения которых примерно в 2 раза меньше фракции мелких частиц. Максимальные концентрации частиц субмикронной фракции сосредоточены во внутреннем или нижнем слое ABC.

3. Определяющую роль в формировании коэффициента обратного рассеяния на всех длинах волн в ABC играет субмикронная фракция. При этом значительные изменения мнимой части показателя преломления ( $\kappa=0,005-0,08$ ) в области высот от верхней границы слоя активного турбулентного перемешивания до его нижней границы связаны, как правило, с сажевой компонентой аэрозоля.

4. Влияние сажевой компоненты на поглощающие свойства аэрозоля в отсутствие облаков ограничивается, как правило, высотами 1,5 км для фоновое аэрозоля и 2,5–3,5 км в зависимости от состояния слоя активного турбулентного перемешивания.

5. Большие массы аэрозоля выпадают на ледники Центрального Тянь-Шаня при выносах пыли и соли с бассейна Аральского моря (0,12–0,16 г/кв. м в сутки) и коричневого облака из Казахстана (до 0,22 г/кв. м в сутки) (рис. 14) [9].

## **3. ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА ПЫЛЕ- И СОЛЕ-ПЕРЕНОСА И АТМОСФЕРНОГО КОРИЧНЕВОГО ОБЛАКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

Напряженная экологическая ситуация, сложившаяся в Центральной Азии в результате бурной хозяйственной деятельности человека, привела к увеличению источников эмиссии аэрозолей в атмосферу и ее общей загрязненности. Мелкодисперсные частицы аэрозолей в виде соли и пыли распространяются на большие расстояния, загрязняя не только близлежащие территории, но и районы на расстоянии в тысячи километров (см. рис. 3, 6, 11). Если ко всему этому добавить еще и наличие коричневого облака над отдельными регионами Центральной Азии, то можно смело утверждать, что нарушен естественный цикл аэрозолей в атмосфере региона.

Выносы пыли и соли в больших концентрациях с бассейна Аральского моря и других источников, а также ABC обуславливают резкое увеличение загрязнений ледников Центральной Азии (см. рис. 14) и могут приводить к усилению их таяния. Это будет способствовать образованию и увеличению количества оползней, которые, в свою очередь, приводят к опасным ситуациям, особенно в районах хвостохранилищ с отходами урановой руды, например, район г. Майли-Суу в Кыргызстане. Подобные явление могут стать причиной экологической катастрофы, которая может охватить огромную территорию и большее число населения, чем это случилось в Приаралье, и потребует значительных сил и средств не только государств



Центральноазиатского региона, но и всего мирового сообщества.

Для выявления изменений и нарушений естественных циклов атмосферных явлений под влиянием антропогенной деятельности и оценки воздействия пыли, соли и коричневого облака на гидрологический цикл (водный баланс), региональный климат и экономику, сельское хозяйство и здоровье людей крайне необходимо создание единой унифицированной системы мониторинга аэрозольного загрязнения в Центральной Азии.

### 3.1. Программа мониторинга

На первом этапе в течение 3-х лет планируется создать региональную систему мониторинга атмосферного коричневого облака и пыле- и солепереноса в Центральной Азии (ABC CA-Net). Для ее реализации поставлены следующие задачи:

**Задача 1.** Выбор мест размещения региональной сети ABC-обсерваторий в Центральной Азии (подготовительный период), согласование с правительствами этих стран и формирование региональной сети ABC-обсерваторий, состоящей как минимум из 6 обсерваторий: 1 базовая обсерватория в Кыргызстане на основе лидарной станции Теплоключенка; 2 обсерватории в Казахстане и по одной — в Таджикистане, Узбекистане и Туркменистане.

**Задача 2.** Организация ABC-обсерваторий и оснащение их однотипным оборудованием:

- получение официального статуса обсерваторий;
- разработка соответствующей научно-методической основы;
- обучение операторов-наблюдателей на базовой обсерватории.

Решение этой задачи обеспечит организацию и техническое оснащение обсерваторий унифицированной аппаратурой с параметрами, соответствующими уровню региональных обсерваторий, сформированных в рамках проекта ABC-Asia (UNEP).

**Задача 3.** Разработка единой методологии измерений и обработки данных, проведение мониторинга ABC и пыле- и солепереноса:

- разработка методик и программ обработки результатов наблюдений и проведение взаимосравнения и калибровки инструментов на базовой и других обсерваториях;
- наземные измерения на базовой и других обсерваториях в течение выбранного периода для определения крупномасштабного распределения характеристик воздушной массы, баланса радиации и химии аэрозоля;
- моделирование пыле- и солепереноса и коричневого облака для оценки их воздействия на региональный климат, химию атмосферы, гидрологический цикл, сельское хозяйство и здоровье людей.

Научная сеть обсерваторий стран Центральной Азии обеспечит проведение регулярных координированных исследований и получение объективных данных о пространственно-временных изменениях характеристик ABC, пыли и соли в результате крупномасштабных переносов.

Исследование ABC, пылевого и солевого аэрозоля будет проводиться на основе комплексных измерений, включающих поляризационные и спектральные лидарные, радиационные, химические, а также метеорологические наблюдения.

На основании анализа данных измерений всех обсерваторий будут получены достоверные количественные характеристики об изменчивости высотного распределения аэрозольного загрязнения различных источников как регионального масштаба, так и в процессе их трансграничного переноса для оценок климатических изменений в Центральной Азии и решения экологических задач.

### 3.2. Измеряемые параметры

Развитие экономики Центральноазиатского региона сопровождается увеличением выброса аэрозолей и их предшествующих материалов. Аэрозоли в Центральной Азии имеют сложную структуру, например, аэрозоли минеральной пыли как результат смешения с загрязненным воздухом включают углеродистые и сульфатные соединения. Излучающие свойства таких аэрозолей являются сложными и малоизученными. Поэтому очень важно исследовать излучающие характеристики аэрозолей, их пространственные и временные изменения, связанные с процессами эмиссии, переноса, взаимодействия и осаждения.

Оптические свойства аэрозоля, необходимые для исследования:

- аэрозольная оптическая толщина;
- распределение по размерам;
- показатель преломления;
- альbedo однократного рассеяния;
- показатель Ангстрема.

Известно, что глобальное среднее годовое радиационное воздействие аэрозоля в верхней части атмосферы варьирует в пределах 0 —2 Вт/кв. м. Это сравнимо, например, с воздействием, вызванным увеличением концентрации парниковых газов в течение последнего столетия.

Существующая значительная изменчивость оптических свойств аэрозоля обусловлена не только его типами, но и различием характеристик источников происхождения.

### 3.3. Моделирование

В разрабатываемых моделях планируется использовать лидарные сигналы обратного рассеяния и метод вейвлет-преобразований. Будет рассмотрена возможность использования модели ACESS

(ABC Chemical Modeling and Edission Support System), которая может обеспечивать моделирование химического переноса, а также модели Центра пограничных исследований (Frontier Research Center model), позволяющей проводить семидневное прогнозирование распределения химических компонентов и сульфатных аэрозолей.

Измеренные и рассчитанные в сети обсерваторий параметры (оптические свойства аэрозоля, поверхностная массовая концентрация ВС, ОС, сульфатов, почвенной и солевой пыли, прямое радиационное воздействие на верхней границе атмосферы и подстилающей поверхности, эффективный радиус капли облака на его верхней части выше 273К) будут использованы для моделирования. Результаты могут быть представлены в виде двумерной карты между 52,8 и 87,5E и 36,5 и 55,5N (Центральная Азия) как среднесуточные значения и временные последовательности 6-часовых средних значений на ЛСТ.

Будет рассмотрена восточноазиатская модель качества воздуха EAAQM (East Asian Air Quality Model), являющаяся улучшенной 3-D моделью Эйлера химического распространения, которая может быть использована для анализа и интерпретации данных пыле- и солепереноса.

### 3.4. Оценка воздействия

#### *Аэрозольное радиационное воздействие.*

Центральная Азия считается одним из регионов с большим разнообразием аэрозоля, включая аэрозоли ископаемого топлива, пыли и соли. Поэтому возникает необходимость изучения аэрозольного радиационного воздействия в зависимости от его пространственно-временных изменений.

Оценки прямого и обратного аэрозольного эффектов в тропической части Индийского океана представлены для доиндустриального периода [21]. Воздействие аэрозолей сказывается в значительно большей степени на подстилающей

поверхности, чем влияние парниковых газов. При этом как прямое, так и обратное воздействие обуславливают понижение температуры.

В результате сжигания ископаемого топлива и биомассы в атмосферу региона поступает все большее количество  $SO_2$ , органических веществ и сажевого аэрозоля. Состав атмосферы изменяется, так как увеличение количества транспортных средств влечет за собой повышение содержания оксидов азота до значений, подобных тем, что есть в Европе и Северной Америке. Кроме того, частицы пыли и соли могут привести как к охлаждению за счет обратного рассеяния солнечного излучения в космическое пространство, так и к нагреванию — в результате поглощения инфракрасного излучения, создавая более сложную аэрозольную ситуацию в Центральной Азии.

Последние исследования на ЛСТ показывают, что пыль и соль из бассейна Аральского моря в большинстве случаев перемещаются в Северный Китай и может развиться в более темную коричневую пыль при дальнейшем перемещении на восток из-за смешивания с частицами копоти. Из-за повышенного содержания черного углерода пыль может поглощать больше солнечной радиации, что затем может оказать влияние на локальную циркуляцию атмосферы и региональное изменение климата.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено периодическое появление коричневых облаков над Центральной Азией, которые формируются вследствие дальнего трансграничного переноса аэрозоля из районов Южной Азии, Северной Африки и Ближнего Востока и в результате воздействия местных (региональных) источников загрязнения. АВС оказывает влияние на климат Центральной Азии, способствует уменьшению солнечного излучения и выпадения осадков, локализует охлаждение и влияет на режим таяния ледников, сельское хозяйство и здоровье населения.

Для выявления нарушений естественных циклов атмосферных явлений под влиянием АВС и пыле- и солепереноса на экосистемы Центральной Азии необходимо создание единой региональной сети обсерваторий для проведения унифицированной системы мониторинга аэрозольного загрязнения. В настоящее время аэрозольная экологическая безопасность становится стратегической составляющей региональной безопасности и важнейшим аспектом государственных приоритетов стран Центральной Азии.

**Конечная цель проекта** состоит в создании научной основы для принятия решений на региональном уровне, изучения и улучшения состояния окружающей среды путем оценки возможных воздействий АВС, пылевых и солевых аэрозолей на изменение климата, здоровье населения, таяние ледников, гидрологический режим водных ресурсов, сельское хозяйство (обеспечение населения продуктами питания) и на устойчивое развитие Центральной Азии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. The Asian Brown Cloud: Climate and other Environmental Impacts. UNEP, 2002. —54 p.
2. Ramanathan V. and Ramana M.V. Atmospheric Brawn Clouds. Long-Range Transport and Climate Impact. EM, December 2003. —28–33 p.
3. Ramanathan et al., Indian Ocean Experiment: An integrated analysis of the climate forcing and effects of the great Indo-Asian haze, 2001.
4. Чен Б.Б., Лелевкин В.М. Стратосферный аэрозольный слой над Центральной Азией. — Бишкек:Изд-во КPCY, 2000. —228 с.
5. Лелевкин В.М., Чен Б.Б. К динамике азиатского коричневого облака // Вестник КPCY. Сер. Физика. 2003. Вып. 5. С. 116–122.
6. Лелевкин В.М., Чен Б.Б., Свердлик Л.Г. Боевые действия в Ираке и загрязнение атмосферы // Вестник КPCY. 2003. Т. 3. № 2. С. 69–73.
7. Chen B.B., Lelevkin V.M. Influence of Atmospheric Aerosol Contamination on the Regional Climate in Central Asia. Proc. of the NATO ARW, Zakopane, 1-4 Okt. 2004. — Springer, 2006. P. 403–414.
8. B.B.Chen, L.G.Sverdlik, P.V.Kozlov. Optics and microphysics of atmospheric aerosol — Бишкек: Изд-во КPCY, 2004. —223 с.
9. Чен Б.Б., Свердлик Л.Г. Оптические свойства аэрозолей Центрального Тянь-Шаня по данным лазерного зондирования. — Бишкек: Изд-во КPCY, 2006. —274 с.
10. Дурдыев А.М., Орловский Н.С., Орловская Л.Г. О пыльных бурях в Туркменистане // Проблемы освоения пустынь. 2002. № 4. С. 45–54.
11. Романов Н.Н. Пыльные бури в Средней Азии //Тр. ТашГУ. Вып. 174. Физич. науки. Кн.20. —Ташкент, 1960. С. 109–111.
12. Толкачева Г. А. Научно-методические основы мониторинга атмосферных выпадений в Среднеазиатском регионе. — Ташкент, САНИГМИ. 2000. — 204 с.
13. Информационные справки из исследований, проводимых казгидрометом, казниизком и Институтом космических исследований РК.
14. <http://www.meteo.kz/monitoring.php>
15. Kurbanmuradov O., Rannik U., Sabelfeld K and Vesala T. Stochastic Lagrangian footprint calculations over a surface with an abrupt change of roughness height. Monte Carlo Methods and Appl. 2003. Vol. 9. No-1. С. 77–85.
16. Kurbanmuradov O., Rannik U., Sabelfeld K and Vesala T. Estimation of Mean concentration and Fluxes by Lagrangian Stochastic Moels. «Mathematics and Computers in Simulation». 2001. Vol. 54. No-6. С. 459–476.
17. ГЕО–2000, ЮНЕП–2000; ГЕО–3, ЮНЕП–2002.
18. ГЕО–3, национальные доклады стран Центральной Азии 1972–2002 гг. — Ашгабат, 2001.
19. Статистические сборники Республики Таджикистан за 2000–2005 гг.
20. План действий по охране окружающей среды Республики Таджикистан: «Загрязнение воздуха». — Душанбе, 2001.
21. D. Kim. Aerosol Radiative Forcing. — Shanghai, ABC Meeting. 2004. Окт. 7.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

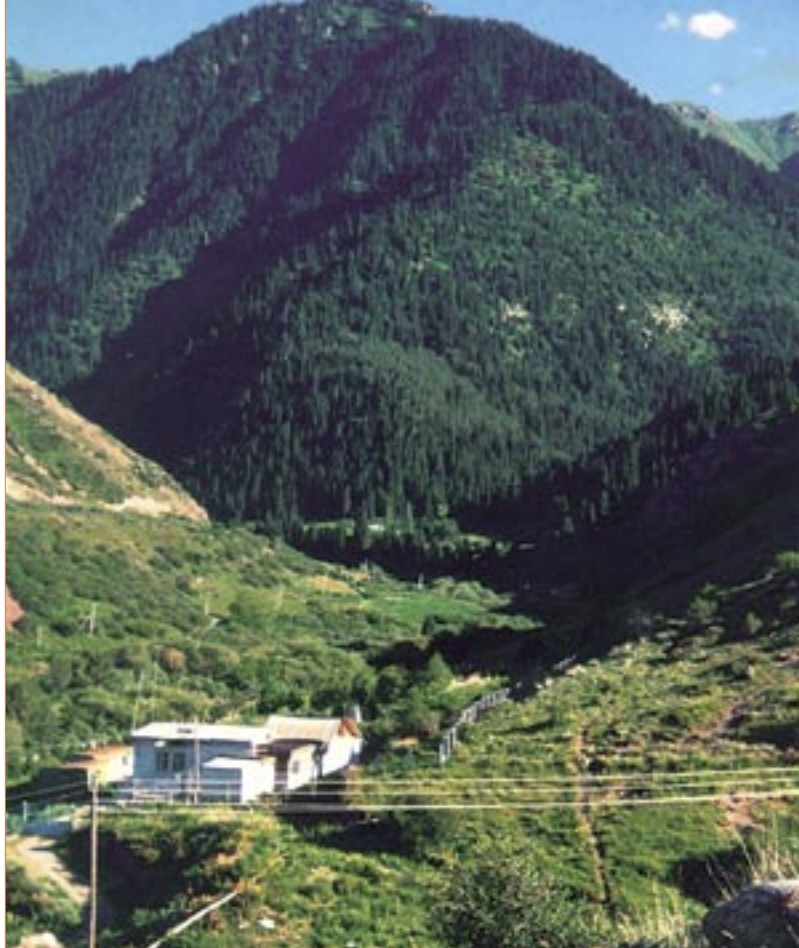
**Лидарная станция Теплоключенка** Кыргызско-Российского славянского университета расположена в Кыргызстане на высоте 2000 м над уровнем моря, в юго-восточной части высокогорного озера Иссык-куль (рис. 15) на Центральном Тянь-Шане (42.5° N, 78.4° E). Станция основана в 1987 г. для комплексного мониторинга тропосферного и стратосферного аэрозоля Центральной Азии [4-7]. С 2004 г. входит в состав международной лидарной сети Содружества Независимых Государств — **CIS-LiNet**.

**Многоволновый лидар** работает в следующих режимах:

- регистрация интенсивности излучения обратного рассеяния на трех длинах волн (355, 532 и 1064 нм) и рамановского обратного рассеяния атмосферным азотом (387 нм) в аналоговом и режиме счета фотонов;
- регистрация двух перпендикулярных компонент поляризации сигнала обратного рассеяния на длине волны 532 нм с применением в качестве поляризатора призмы Волластона.

**Основные задачи лидарной станции Теплоключенка:**

- исследование оптики и микрофизики аэрозоля;
- разработка региональных аэрозольных моделей;
- исследование оптических и микрофизических свойств атмосферного коричневого облака, пыльных и солевых бурь;
- изучение влияния аэрозольного фактора на таяние ледников в регионе Центральной Азии.



**Рис. 15.** Лидарная станция Теплоключенка (вверху) и лидарный комплекс (внизу).



# Интегрированное управление химическими веществами в Центральной Азии



# Содержание

1. Обоснование приоритета .....	27
2. Состояние проблемы в субрегионе Центральной Азии .....	28
А. Экологические последствия производства и использования химических веществ .....	28
Б. Текущая ситуация в решении вопросов интегрированного управления химическими веществами .....	38
3. Индикаторы интегрированного управления химическими веществами .....	41
4. Потребности в решении вопросов интегрированного управления химическими веществами на субрегиональном уровне .....	41
5. Концепция проектных предложений по вопросам интегрированного управления химическими веществами на субрегиональном уровне .....	48
7. Оценка эффективности .....	49

**Региональный координирующий эксперт:**

Республика Казахстан      Ишанкулов М.Ш.

**Эксперты по подготовке Оценочного доклада:**

Республика Казахстан      Ишанкулов М.Ш.

Кыргызская Республика      Беккоенов М.Э.

Республика Таджикистан      Джураев А.Ш.

Туркменистан      Атаев С.А.

Республика Узбекистан      Сулейманова З.М.



# 1. Обоснование приоритета

Министры охраны окружающей среды стран Центральной Азии на 9-й специальной сессии Совета управляющих Глобального форума министров окружающей среды в феврале 2006 г. в Дубае определили в числе других вопросов об **интегрированном управлении химическими веществами** как срочный, требующий особого внимания в субрегионе. Министры обратились в ЮНЕП с просьбой поддержать предлагаемые ими инициативы для его решения.

Комитет по управлению среднеразмерным проектом ГЭФ по поддержке выполнения РПДООС на заседании 1 марта 2006 г. принял решение о разработке оценочных докладов по каждому из срочных вопросов к очередному заседанию МКУР. Доклад «Интегрированное управление химическими веществами» подготовлен для рассмотрения на заседании МКУР в ноябре 2006 г.

\*\*\*

Проблема интегрированного управления химическими веществами является актуальной в мире. В связи с широким применением химических веществ на производстве и в быту и их пагубным влиянием на окружающую среду и здоровье людей на конференции ООН в 1992 г. была принята «Повестка дня XXI в.». Глава 19 этого документа — «Экологически безопасное управление токсичными химическими веществами, включая предотвращение незаконных международных перевозок токсичной и опасной продукции» — обозначила основные цели и приоритетные области реализующих действий в сфере оптимизации обращения и использования химических веществ.

Для координации мер, предпринимаемых на национальном, региональном и глобальном уровнях, в 1994 г. был создан Межправительственный форум по химической безопасности (IFCS). Его основными целями стали установление приоритетов действий, разработка комплексной и согласованной стратегии в обеспечении экологически безопасного управления производством и ис-

пользованием химических веществ. В основу деятельности IFCS положены такие глобальные международные правовые документы, как: Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов, Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (СОЗ), Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении международной торговли отдельными опасными химическими веществами и пестицидами, Венская конвенция об охране озонового слоя и ее Монреальский протокол. Для координации действий в области управления производством и использованием химических веществ в 1995 г. FAO, OECD, ILO, UNIDO, UNEP и WHO создали Межорганизационную программу по безопасному обращению с химическими веществами (IOMC).

В 2000 г. IFCS на III форуме принял Байскую декларацию и «Приоритеты для действий после 2000 г.».

В 2002 г. Конференция ООН по окружающей среде и развитию «Рио+10» в Йоханнесбурге подтвердила свою приверженность принципам «Повестки дня XXI в.», провозгласив целью в области обеспечения безопасности использования химических веществ до 2020 г. «предотвратить негативное воздействие химических веществ на окружающую среду и человека». Для практической реализации целей, определенных саммитом в Йоханнесбурге, под эгидой IOMC, UNDP, IFSC, UNEP, WHO, FAO, UNIDO разработан Стратегический подход к международному регулированию обращения химических веществ (SAICM). Глобальные цели этого подхода — добиться разумного использования химических веществ на протяжении всего срока их годности с тем, чтобы к 2020 г. свести к минимуму существенное отрицательное воздействие от производства и применения химических веществ на здоровье человека и на окружающую среду. Одним из ключевых положений стратегии SAICM является выработка комплексного согласованного подхода к **национальному регулированию химических веществ и химических отходов**, что может быть достигнуто путем разработки национальных программ. Регулирование производством и использованием химических веществ на национальном уровне будет способствовать развитию этого процесса на субрегиональном уровне, что и является целью настоящего оценочного доклада.

## 2. Состояние проблемы в субрегионе Центральной Азии

### А. Экологические последствия производства и использования химических веществ

#### Казахстан

Химические вещества производятся на предприятиях нефтеперерабатывающей, горно-металлургической, химической, строительной, фармацевтической отраслей промышленности. Источником их производства служит минеральное сырье (табл. 1).

На предприятиях республики используется широкий спектр химических веществ (кислоты и щелочи, растворители, красители и др.). В структуре экспорта преобладают газ, продукты переработки нефти, серная кислота, желтый фосфор и его соединения, минеральные удобрения, соединения хрома. Основу импорта составляют средства защиты растений и промышленные химикаты (табл. 2).

**А. Стойкие, способные к бионакоплению и токсичные вещества<sup>1</sup>.** В сельском хозяйстве остро стоит проблема устаревших и непригодных к использованию пестицидов, их химическая идентификация. Проведенной в 2003–2004 гг. на 20% территории страны инвентаризацией в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Начальная помощь РК в выполнении обязательств по Стокгольмской конвенции о СОЗ» установлено, что на складах и хранилищах находится более 1500 т таких пестицидов и их смесей. Предстоит извлечь и уничтожить ранее захороненные в могильниках пестициды. Кроме собственно пестицидов также требует решения вопрос об утилизации тары из-под них (более 330 тыс. ед.).

<sup>1</sup> Группы химических веществ выделены в соответствии с классификацией, использованной в Глобальном плане действий Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (2006 г.).

Таблица 1. Объем производства, экспорта и импорта минерального сырья, тыс. т (2004 г.)

Минеральное сырьё	Производство	Экспорт	Импорт
<b>Энергетическая промышленность</b>			
Уголь каменный	82 948,6	24 338 582,5	459 611,5
Лигнит (уголь бурый)	3 873,2	222 875	346,6
Нефть сырая	50 581,8	47 742,93	3 250,1
Газ нефтяной попутный	10 264,5	–	–
Газ природный в газообразном состоянии	9 616,9	14 340,8	9 219,5
Газовый конденсат	8 810,3	4 676 415,4	–
<b>Химическая промышленность</b>			
Фосфоритовая руда	–	–	–
Хромовая руда	–	–	–
Соль поваренная	–	–	–
<b>Промышленность строительных материалов</b>			
Асбест	200,0	183,0	17,0

**Таблица 2.** Химическое производство: продукция и торговля (2004 г.)  
(источник: Статистический сборник Республики Казахстан).

**Нефтепродукты, тыс. тонн**

Наименование	Производство	Экспорт	Импорт
Топливо моторное (бензин, в том числе авиационный)	1 926,0	338 441,5	804 126,7
Керосин, включая реактивное топливо типа керосина, (температура перегонки 150–300°C)	293,4	159 385,8	208 813,7
Газойли (топливо дизельное)	2 886,6	911 993,2	524 641,3
Мазут топочный	2 741,2	883 092,9	196 173,6
Моторные масла, компрессорное смазочное масло, турбинное смазочное масло	–	227,8	110 268,4
Жидкости для гидравлических целей	0	0	8 899,2
Углеводородные сжиженные газы	380,7	304,0	0
Пропан	Нет данных	14 125,6	2 677,6
Бутан	–/–	311,7	1,2
Кокс нефтяной, битум нефтяной и остатки от переработки нефти или нефтепродуктов прочие	231,8	248,8	240,4
Кокс и полукокс из угля каменного, лигнита или торфа; уголь ретортный	2 658,2	975,8	872,3

**Химикаты, т**

Наименование	Производство	Экспорт	Импорт
Диоксид углерода	5 838,0	0	3 546,2
Окись хрома	20 302,0	38 910,7	346,2
Сульфат хрома	22953,0	22 554,7	1 202,0
Бихромат натрия (хромпик натриевый)	68 716,0	27 410,7	0
Хлор	649,0	0	5482,4
Фосфор	81 042,0	70 985,1	0
Кислота серная в моногидрате	745 003,0	30 525,2	352,5
Кислота серная аккумуляторная	320,0	0	0
Кислота ортофосфорная (фосфорная) и кислоты полифосфорные	29 422,0	6 916,4	118,6
Кислота азотная	0	0	13 397,2
Водород фторид (кислота плавиковая)	6 083,0	3 783,9	0
Трифосфат натрия (триполифосфат натрия)	29 594,0	30 865,0	118,4
Сульфиды натрия	0	2 267,8	3 813,0
Карбиды кальция	53 325,0	45 876,3	156,8
Аммиак безводный	46 679,0	191,6	18 190,2
Аммиак в водном растворе	0	0	1 305,2
Нитрат аммония	0	0	216 413,9
Удобрения азотные	94 669,0	0	10 051,1
Удобрения фосфорные	85 434,0	28 751,9	–
Полимеры этилена в первичных формах	75,0	0	0
Полимеры стирола в первичных формах	474,0	27,4	80,8
Полиуретаны в первичных формах	339,0	0	11,9
Пестициды и продукты агрохимические	2 044,0		16 704,2
Краски и лаки на основе полимеров	14 123,0	26,6	27 355,2
Препараты фармацевтические, тыс. долл.	28 053,0	–	–
Мыло, вещества и препараты поверхностно-активные органические	13 910,0	6 804,0	41 553,2
Средства моющие	3 070,0	4 042,7	75 481,2
Пасты чистящие, порошки и средства чистящие прочие	111,4	0,2	3,8
Шампуни, лаки, препараты для завивки или укладки волос	3,404	568,7	10 426,9
Добавки для цемента, растворов строительных или бетонов	61,6	–	–

**В. Вещьма стойкие и способные к бионакоплению в очень больших количествах химические вещества** запрещены или ограничены в применении.

**В. Вещества, обладающие канцерогенными или мутагенными свойствами, или вещества, оказывающие пагубное воздействие, в частности на репродуктивную, эндокринную, иммунную или нервную системы организма человека** запрещены или ограничены в применении.

**Г. Стойкие органические загрязнители.** Производство СОЗ отсутствует. Основные источники загрязнения — пестициды со свойствами СОЗ, используемые в сельском хозяйстве; оборудование, содержащее СОЗ; использование в промышленности технологий, ведущих к непреднамеренному выбросу диоксинов и фуранов.

На 20% территории страны, охваченной инвентаризацией в 2003–2004 гг., обнаружено около 150 т пестицидов со свойствами СОЗ.

С 1958 по 1990 гг. на Усть-Каменогорском конденсаторном заводе полихлордифенилы (ПХД) применялись в качестве жидкости для заполнения конденсаторов. В настоящее время выявлено ПХД-содержащее оборудование в количестве 116 трансформаторов и около 50 тыс. конденсаторов, в основном произведенное этим заводом. Запасы ПХД, содержащиеся в оборудовании, приблизительно оцениваются в 980 т. Общие запасы отходов, содержащих ПХД, оцениваются в 250 тыс. т. По их запасам Республика Казахстан занимает второе место среди стран Восточной и Центральной Европы после Российской Федерации. Выявлено 8 очагов загрязнения территорий ПХД. Изучение частоты и структуры врожденных пороков развития, доля маловесных детей и детей с большим весом, соотношение полов у новорожденных в пользу девочек в одном из таких очагов (пос. Аблакетка, Усть-Каменогорский конденсаторный завод) свидетельствуют о влиянии ПХД на популяцию населения.

Объем выбросов диоксинов и фуранов в Казахстане в 2002 г., определенный по методике UNEP Chemicals, предварительно оценивается в 340 г-ТЭ/год.

**Д. Ртуть и другие химические вещества, которые являются предметом обеспокоенности в глобальном масштабе.** Проблема ликвидации ртутного загрязнения — одна из приоритетных.

Хлорщелочное производство Павлодарского ПО «Химпром» стало источником выбросов около 1310 т металлической ртути и ртутных солей. В настоящее время на предприятии проведен I этап комплекса демеркуризационных работ.

Источником широкого распространения ртути стала также промышленная площадка по производству ацетальдегида АО «Карбид» (г. Темиртау). Большая часть различных форм ртути попала в р. Нуру вместе со сточными водами, отводимыми через поля фильтрации и далее через комплексные сооружения по очистке промышленных и бытовых стоков. В сильной степени загрязнены 30 км реки. По проекту демеркуризации ртуть из Нуры извлекут к началу 2008 г.

**Е. Химические вещества, производимые или используемые в больших объемах.** Более чем 200 казахстанских месторождений нефти и газа имеют извлекаемые запасы в 2,2 млрд. т, конденсата — около 700 млн. т (табл. 3). Прогнозные нефтяные ресурсы страны оцениваются примерно в 13 млрд. т нефти.

Основными источниками нефтяного загрязнения являются процессы разведки, добычи, первичной переработки, транспортировки, применения нефтяных продуктов. На всех этапах разработки нефтяных месторождений образуются асфальтосмоло-парафинсодержащие отложения.

**Проблема более чем 10 тыс. законсервированных и ликвидированных нефтяных скважин была всегда и на сегодняшний день остается актуальной. Особую опасность представляют аварийные нефтяные скважины, находящиеся в ожидании добычи в зоне затопления водами Каспийского моря. Из них выделяются газы, в том числе сероводород. Срок консервации таких скважин давно истек (превышает 20 лет), и в любой момент они могут вызвать чрезвычайную ситуацию в акватории моря. Постановлением Прави-**

тельства Республики Казахстан от 29 декабря 2002 г. № 1449 утверждена «Программа развития ресурсной базы минерально-сырьевого комплекса страны на 2003–2010 годы». Мероприятиями предусмотрена ликвидация в 2006–2010 гг. 53 нефтяных скважин на суше и 79 скважин в зоне затопления Каспийским морем.

Разведанные запасы природного газа составляют около 2–2,5 трлн. м<sup>3</sup>. Потенциальные ресурсы природного газа оцениваются в 10 трлн. м<sup>3</sup>. На месторождении Карачаганак сосредоточено 70,4% всех запасов свободного газа.

Объем других химических веществ, производимых или используемых в больших количествах, представлен в табл. 3.

Глубокая переработка минерального сырья производится только по фосфору и хromу. Исследованиями 80–90-х гг. XX в. (Институт почвоведения АН КазССР) установлено формирование фторовых биогеохимических аномалий в зоне действия Джамбулских фосфорных заводов и хромовых — в зоне действия Актюбинского ферросплавного завода.

**Ж. Те вещества, применение которых предполагает их широкое использование в условиях дисперсии.** Специфика нефтедобычи заключается в получении большого количества серы которая улавливается, утилизируется и, не находя спроса, складывается на территории предприятий и представляет опасность для окружающей среды. На территории трех ведущих нефтяных компаний («Тенгизшевройл», «Актобемунгаз», КНГКМ «Карачаганак») хранится около 15–20 млн. т серы, в основном комовой. При открытом хранении создаются условия для жизнедеятельности серобактерий, сопровождающейся выделением серной кислоты.

**3. Другие химические вещества, вызывающие обеспокоенность на национальном уровне.** Биогеохимические аномалии, обусловленные выбросами, сбросами, отходами горнодобывающей и металлообрабатывающей промышленности и продуктов гальванической обработки металлов (свинец, цинк, медь, кадмий, мышьяк и др.) сформировались вокруг предприятий АО «Казцинк», Текелейский свинцово-цинковый комбинат, АО «Южполиметалл» (г. Шымкент), АО «Ульбинский металлургический завод», АО «Усть-Каменогорский титаномагнийевый комбинат», АО «Иртышский полиметаллический комбинат», АО «Лениногорский

Таблица 3. Объемы химического производства

Продукты химического производства и их использование	Год		
	2002	2003	2004
<b>Производство</b>			
Фосфор, т	45 330	61 410	81 042
Кислота ортофосфорная (фосфорная) и кислоты полифосфорные, тыс. т	43	41	29
Триоксид хрома (хромовый ангидрит), т	14 539	19 911	19 814
Хромовый дубитель, т	19 992	24 160	22 953
Бихромат натрия (хромпик натриевый), т	54 211	69 318	68 716
Окись хрома, т	11 527	15 346	20 302
Удобрения, минеральные или химические, азотные, кроме удобрений в таблетках, формах или упаковках аналогичных, весом не более 10 кг, тыс. т	17	28	95
<b>Использование</b>			
Полимеры стирола, в первичных формах, т	8 730	4 073	399
Хлор, т	636	612	655

полиметаллический комбинат», ОАО «Алюминий Казахстана», АО «Балхашмедь» и АО «Жезказган-цветмедь», АО «Митталстил Темиртау», Аксуский и Актюбинский заводы ферросплавов, ОАО «ТНК «Казхром», Актюбинский завод хромовых соединений ( $Cr^{+6}$ ) и др.

## Кыргызстан

Химические вещества производятся на предприятиях нефтеперерабатывающей, горно-металлургической, химической, строительной, фармацевтической отраслях промышленности (табл. 4).

**А. Стойкие, способные к биоаккумуляции и токсичные вещества.** В настоящее время использование пестицидов резко сократилось. На складах и хранилищах находится 95 т непригодных к использованию пестицидов и их смесей. Предстоит извлечь и уничтожить ранее захороненные в двух могильниках 1 877 т пестицидов.

**Г. Стойкие органические загрязнители.** Производство СОЗ отсутствует.

В ходе инвентаризации СОЗ в 2004 г. было обнаружено 1 665 т пестицидов с их свойствами. Из них 1 643 т находятся в могильниках.

**ПХД в промышленном производстве не применялись. Проблемой является оборудование, содержащее ПХД. Выявлено 789 конденсаторов, заполненных ПХД, общим весом 18 т.**

Наличие повышенного содержания СОЗ в грудном молоке кормящих матерей, рост заболеваний раком молочной железы, увеличение количества врожденных пороков у новорожденных детей, повышенная детская смертность свидетельствуют о влиянии СОЗ на популяцию населения.

**Д. Ртуть и другие химические вещества, которые являются предметом обеспокоенности в глобальном масштабе.** Отходы предприятий горнорудной промышленности представляют серьезную угрозу для населения (табл. 5).

В меньших масштабах химические отходы, в том числе опасные, образуются при некоторых технологических процессах в машиностроении (гальваническое производство, протравливание, пайка низкотемпературными припоями и др.) и легкой промышленности (ощелачивание, отбеливание). По действующим природоохранным нормам, опасные отходы производства должны захораниваться на специальных полигонах, но до сих пор такие полигоны не созданы.

Масса промышленных отходов, находящихся на территории предприятий, без учета отходов горнорудного комплекса, накопившихся на конец 2003 г., составила: 1-й класс опасности — 382 кг; 2-й — 6 304 кг; 3-й — 265 926 кг; и 4-й класс опасности — 10 936 кг.

## Таджикистан

В структуре современной промышленности преобладает цветная металлургия. Ее удельный вес в общем объеме промышленного производства составляет 49,5%. Она объединяет комбинированные, без законченного металлургического цикла, добывающие и вырабатывающие концентраты, за исключением Таджикского алюминиевого завода и СП «Зеравшан». Крупнейшие предприятия цветной металлургии — Исфаринский гидрометаллургический завод, Анзобский ГОК, Адрасманский ГОК, ПО «Востокредмет», Ленинанбадский комбинат редких металлов, совместное Таджикско-Британское золотодобывающее предприятие «Зеравшан», СП «Дарваз», Таджикский алюминиевый завод, Такобский ГОК. В подавляющем большинстве оборудование этих предприятий и технология обогащения (за исключением Таджикского алюминиевого завода) устарели и требуют модернизации. Алюминиевое производство является единственным источником эмиссии перфторуглеродов.

**Химическая промышленность представлена 9 предприятиями. Наиболее отходообразующими из них являются АО «Азот» по производству карбамида и аммиака, и АО «Таджикхимпром» по производству жидкого хлора и товаров бытовой химии. Образу-**

Таблица 4. Объем производства, экспорта и импорта химических веществ, тыс. т (2003 г.)

Минеральное сырье	Производство	Экспорт	Импорт
<b>Энергетическая промышленность</b>			
Уголь	413,3	–	–
Нефть сырая	69,5	–	–
Нефтепродукты, в том числе:	86,8 (86,9)	137,346	514,138
бензин	25,0	–	–
газойль	22,0 (21,9)	–	–
мазут	39,9	–	–
Газ промышленный, тыс.м <sup>3</sup>	12152,0	–	–
<b>Промышленные химические вещества</b>			
Неорганические	0,26	3,5	37,0
Органические	6,0	0,01	1,9
Красильные и дубильные	3,0	0,5	7,7
Фармацевтическая продукция, тыс. сом <sup>1</sup>	6973,9	0,002	2,3856
Бытовые	1,54	0,4	24,2
Другие	0,4	0,34	6,1
Известь	8,8	–	–
Цемент	757,3	–	–
Асфальтобетон	157,9	–	–
Мыло, моющие и чистящие средства	1,4	–	–
Парфюмерия и средства туалетные	0,13	–	–
Минеральные удобрения	–	–	44,6
Пестициды	–	–	0,17
Серная кислота	–	–	1,1
Цианид натрия	–	–	1,4
Аммиак	–	–	0,3
Соляная кислота	–	–	0,1
Ртуть	0,55	–	–
Сурьма металлическая	6,0	–	–

<sup>1</sup>Сом – денежная единица

Таблица 5. Отходы горно-рудных предприятий и, связанные с ними, факторы риска

Тип (место складирования, количество)	Объем отходов, млн. м <sup>3</sup>	Фактор риска
Хвостохранилища предприятий цветной металлургии и золотодобычи (Сумсар – 3, Канн – 1, Хайдаркан – 1, Кадамжай – 2, Орловка – 2, Ак-Тюз – 4, Терек-Сай – 3, Казарман – 1, Кумтор – 1) – <b>18 объектов</b>	56,0	Ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, цианиды и другие вредные для здоровья человека тяжелые металлы, неорганические кислоты и соединения. Возможно загрязнение атмосферного воздуха, почв прилегающих территорий, подземных и/или поверхностных вод
Накопители промстоков, соле- и шламонакопители (Хайдаркан – 1, Кадамжай – 1, Орловка – 1, Чаувай – 1) – <b>4 объекта</b>	3,0	Содержат ртуть, мышьяк, торийсодержащие соединения и другие неорганические кислоты и соединения. Возможно загрязнение подземных и/или поверхностных вод

**ящиеся при этом токсичные отходы складываются на отработанных накопителях и на территории предприятий (табл. 6).**

Отходообразующими являются горнодобывающая и цветная отрасли промышленности. На их долю приходится более 90% от общего объема образующихся производственных отходов. Количество хвостохранилищ, занятых под размещение отходов предприятий составляет 22 единицы, 52% из них законсервированы. Производственные отходы различного класса токсичности, образующиеся на предприятиях, не имеющих на своих территориях специальных мест захоронения, вывозятся на общегородские свалки твердых бытовых отходов.

Экологически опасными трансграничными источниками загрязнения окружающей среды химическими веществами через водные объекты являются: хвосты флотации сурьмяно-ртутных соединений Анзобского ГОК в притоки р. Зеравшан, отходы металлургического завода АООТ «Бекбаднеруд» (Узбекистан) на Сырдарье, выбросы фтористого водорода Таджикского алюминиевого завода.

## Туркменистан

Химические вещества производятся на предприятиях нефтеперерабатывающей, химической, фармацевтической, строительной отраслей промышленности. Основными видами химического производства являются продукты нефтепереработки (бензин, керосин, дизельное топливо, моторное масло), минеральные удобрения (азот, карбамид), серная кислота, йод, бром, технический углерод, сера, поваренная и калийная соль, сульфат натрия, магниевая соль, озокерит, бишофит, моющие средства. (табл.7).

### Г. Стойкие органические загрязнители (СОЗ).

Информация о наличии стойких органических загрязнителей в стране отсутствует.

**Д. Ртуть и другие химические вещества, которые являются предметом обеспокоенности в глобальном масштабе.** Химических веществ, являющихся предметом обеспокоенности в глобальном масштабе нет.

**Таблица 6.** Объем производства минерального сырья и продуктов, изготавливаемых на их основе (2004 г.).  
(Источник: Ежегодник Республики Таджикистан, Душанбе, 2005 г.)

Наименование	Производство
Нефть (включая газовый конденсат), тыс.т	18,6
Газ, млн. м <sup>3</sup>	35,6
Уголь, тыс. т	92,2
Сода каустическая, тыс. т	3,0
Минеральные удобрения* (в пересчете на 100% питательных веществ),* тыс. т	40,0
Карбамид, тыс. т	87,1
Аммиак синтетический, тыс. т	54,6
Лакокрасочные материалы т	585,0
Цемент**, тыс. т	193,6
Асбестоцементные листы (шифер), млн. условных плиток	0,6

\* производственные мощности предприятий используются на 80,7%;

\*\* производственные мощности предприятий используются на 34,7%



## Узбекистан

Экологические проблемы, обусловленные производством химических веществ, представлены крупными территориально-промышленным комплексам — Ангрен-Алмалыкским, Чирчикским, Навоийским, Фергано-Маргеланским. Здесь получили развитие горно-металлургическая, химическая, нефтеперерабатывающие отрасли производства, а также машиностроение и строительная промышленность. Объемы промышленного производства представлены в *табл. 8*.

Основные виды химической продукции — серная кислота, аммиак, средства защиты растений, минеральные удобрения. На предприятиях используется широкий спектр химических веществ (кислоты и щелочи, растворители, красители и др.).

**А. Стойкие, способные к бионакоплению и токсичные вещества.** В сельском хозяйстве остро

стоит проблема отходов устаревших и непригодных к использованию пестицидов. Более 1 500 т таких пестицидов и их смесей находится на складах и в хранилищах. Предстоит извлечь и уничтожить ранее захороненные в 13 могильниках пестициды, их общее количество составляет 17 718 т. Некоторые из них построены более 40 лет назад и разрушаясь под воздействием атмосферных осадков, при прохождении селей и в условиях сейсмоопасности, представляют угрозу для людей и окружающей среды.

**Б. Весьма стойкие и способные к бионакоплению в очень больших количествах химические вещества.** Запрещены или ограничены в применении.

**В. Вещества, обладающие канцерогенными или мутагенными свойствами, или вещества, оказывающие пагубное воздействие, в частности на репродуктивную, эндокрин-**

**Таблица 7.** Объемы производства химических веществ (Источник: Социально-экономическое положение Туркменистана за 2005 г.)

Наименование	Год		
	2004	2005	Экспорт
<b>Нефтепродукты</b>			
Нефть, включая газ; конденсат, тыс. т	9601,9	9522,1	–
Газ, млрд. м <sup>3</sup>	58,6	63,0	45,2(2005)
Переработка нефти, тыс. т	6 718,7	6 874,5	–
Бензин автомобильный, тыс. т	1 672,6	1 677,6	–
Керосин, тыс. т	–	487,0	–
Дизельное топливо, тыс. т	1 803,1	1 842,6	–
Смазочные масла, тыс. т	50,8	51,2	–
Полипропилен, тыс. т	86,0	81,4	–
Сжиженный углеводородный газ, тыс. т	359,0	395,6	–
Технический углерод, т	–	2 232,0	–
<b>Химикаты</b>			
Йод технический, т	406	403	–
Минеральные удобрения, тыс. т	563,5	649,4	–
в т.ч. азотные	–	402,4	–
фосфорные	–	402,4	–
Каолин обогащенный, т	1539	1693	–
Керамзит, тыс. м <sup>3</sup>	–	41,7	–

**Таблица 8.** Объем промышленного производства, тыс. т (2004 г.) (Источник: Статистический сборник Республики Узбекистан)

Сектор промышленности	Производство
<b>Энергетика</b>	
Уголь (всего)	2699,0
Уголь каменный	58,0
Уголь бурый	2641,0
Нефть, включая газовый конденсат	6616,8
Первичная переработка нефти	5618,1
Газ природный, млрд. м <sup>3</sup>	60,4
<b>Машиностроение</b>	
Трансформаторы силовые, тыс. кВт	324,6
Аккумуляторы, тыс. шт.	84,7
Автомобили, тыс. шт.	70,3
<b>Помышленность стройматериалов</b>	
Цемент	4804,8

**Таблица 9.** Химическое производство (2004 г.) (Источник: Статистический сборник Республики Узбекистан)

Наименование	Производство
Кислота серная аккумуляторная	–
Кислота серная в моногидрате	834,3
Аммиак синтетический	1019,1
Удобрения минеральные	875,7
Удобрения азотные	736,1
Удобрения фосфорные	139,6
Химические средства защиты растений (пестициды)	5241,0
Волокна и химические нити из них	9,2
Синтетические волокна и нити	8,6
Изделия из пластмассы	2,0
Производство синтетических смол и пластических масс	112,2

**ную, иммунную или нервную системы.** Запрещены или ограничены в применении.

**Г. Стойкие органические загрязнители.** Производство СОЗ отсутствует. По данным предварительной инвентаризации 2001 г., общее количество пестицидов со свойствами СОЗ составляет 118 т. Источник СОЗ — территории бывших аэродромов сельскохозяйственной авиации. Их общая площадь — 4500 га.

ПХД использовались в составе масел при производстве трансформаторов (г. Чирчик). Остатки некондиционных масел (совтол) хранятся на складе завода. Медицинские обследования женщин Каракалпакстана обнаружили высокий уровень содержания некоторых стойких органических загрязнителей, включая диоксины, в крови матерей, крови пуповины и грудном молоке.

**Д. Ртуть и другие химические вещества, которые являются предметом обеспокоенности в глобальном масштабе.** Горы, расположенные на границе Узбекистана с Кыргызстаном, богаты залежами металлов, таких как серебро, медь, сурьма, молибден — всего около 100 наименований. Более 50 лет здесь велась выработка ценных пород. Еще в 90-х годах прошлого столетия эта территория была объектом загрязнения тяжелыми металлами. Эмиссия ртути на Хайдарканском ртутном заводе (территория Кыргызстана) составляла 13 т в год. Большое количество отходов и шламонакопителей, хвостохранилищ находится там и по сей день. Реки, берущие начало в этих горах, относятся к бассейну р. Сырдарья, но вода их до нее не доходит, так как разбирается на орошение. Повышенная концентрация ртути в этих реках в значительной степени обусловлена естественным геохимическим фоном.

Серьезную обеспокоенность вызывают токсичные отходы предприятий и свалки мусора, содержащие использованные ртутные лампы. Функционирует ряд предприятий по демеркуризации ртутьсодержащих ламп.

**Комментарии и выводы.** В настоящее время не представляется возможным получить достаточную информацию о производстве и использовании химических веществ в Центрально-азиат-

ском субрегионе. Имеющиеся данные касаются только отдельных категорий химикатов (пестициды, горюче-смазочные материалы) и не дают исчерпывающего представления об их объемах и номенклатуре. Совершенствование систем сбора, получения и распространения такой информации, составление национального регистра потенциально опасных химических веществ могут обеспечить возможность получения необходимых сведений для совершенствования системы управления обращением химикатов и обоснования решений по предотвращению их негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Однако страны испытывают нехватку ресурсов, необходимых для оценки химических веществ, по которым имеются соответствующие данные.

Различия между странами в определении приоритетных экологических проблем, обусловленных воздействием химических веществ, могут определяться уровнем развития в них промышленного сектора экономики или спецификой местных условий. В Казахстане это проблемы, связанные с добычей полезных ископаемых и деятельностью оборонных предприятий. Казахстан и Узбекистан должны будут решать проблему восстановления территорий, загрязненных ПХД в результате заполнения в прошлом конденсаторов трихлордифенилами на Усть-Каменогорском конденсаторном заводе и Чирчикском трансформаторном заводе.

Для Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана актуальна проблема восстановления территорий, загрязненных пестицидами на бывших аэродромах сельскохозяйственной авиации.

Основными источниками загрязнения химическими веществами в странах Центральной Азии являются пестициды, непригодные для использования в сельском хозяйстве.

Запрещены или ограничены для применения в сельском хозяйстве химические вещества группы Б («весьма стойкие и способные к биоаккумуляции в очень больших количествах химические вещества») и группы В («вещества, обладающие канцерогенными или мутагенными свойствами или вещества, оказывающие пагубное воздействие, в частности на репродуктивную, эндокринную, иммунную или нервную системы»). В странах ве-

дется Государственный реестр запрещенных и ограниченных в применении активных и неактивных ингредиентов средств защиты растений. Вещества со свойствами, указанными в пунктах Б и В, а также соединения из класса стойких органических загрязнителей (СОЗ) вошли в этот реестр.

Вещества, обладающие канцерогенными или мутагенными свойствами, или вещества, оказывающие пагубное воздействие, в частности на репродуктивную, эндокринную, иммунную или нервную систему человека не разрешаются для регистрации. Так, химические препараты с такими действующими веществами как эндосульфат, фипронил, беномил, обладающие характеристиками пункта В, не получили разрешение на регистрацию в Госхимкомиссиях стран Центральной Азии.

Использование оборудования, содержащего ПХД, и устаревших технологий, ведущих к выбросам диоксинов и фуранов характерно для всех стран субрегиона.

По этим причинам для всех стран Центральной Азии выявляются примерно однотипные приоритеты:

- А. Ликвидация устаревших и непригодных к использованию пестицидов (включая, пестициды со свойствами СОЗ), хранящихся на складах и захороненных в могильниках.
- Б. Ликвидация ПХД-содержащего оборудования.
- В. Восстановление территорий, загрязненных СОЗ.
- Г. Восстановление территорий, загрязненных тяжелыми металлами.
- Д. Применение технологий с минимальным выбросом диоксинов и фуранов.

В субрегионе актуальны также трансграничные проблемы. Существует потребность в организации воздушного мониторинга органических соединений из списка Стокгольмской конвенции о СОЗ и летучих органических соединений, что будет соответствовать содержанию одноименного Протокола к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

## **Б. Текущая ситуация в решении вопросов интегрированного управления химическими веществами**

Текущая ситуация в вопросах интегрированного управления химическими веществами имеет разные аспекты рассмотрения: стратегический, межсекторального и внутриведомственного взаимодействия, нормативно-законодательный.

### **1. Принятые и принимаемые стратегические меры, направленные на интегрированное управление химическими веществами**

В странах Центральной Азии приняты и разрабатываются стратегические документы, принципиально важные с позиций интегрированного управления химическими веществами.

#### **Страны Центральной Азии**

На глобальном уровне некоторые из стран субрегиона (Казахстан, Узбекистан) являются участниками Комиссии по устойчивому развитию ООН.

На региональном уровне страны Центральной Азии включены в процесс «Окружающая среда для Европы», Казахстан с 2003 г. является также участником региональной евразийской сети Всемирного совета предпринимателей для устойчивого развития.

На субрегиональном уровне страны Центральной Азии участвуют в реализации Регионального плана действий по охране окружающей среды и подготовке Рамочной конвенции по окружающей среде для их устойчивого развития, активно поддерживают процесс подготовки Стратегии устойчивого развития (Субрегиональной повестки дня-21).

#### **Казахстан**

Национальные документы, преследующие цели устойчивого развития страны:

1. Стратегия развития Казахстана до 2030 г. — «Казахстан-2030».
2. Послание Президента страны народу Казахстана от 1 марта 2006 г. — Стратегия вхождения Казахстана в число 50 наиболее конкурентоспособных стран мира.
3. Стратегия индустриально-инновационного развития до 2015 г.
4. Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 гг. (Одобрена Указом Президента Республики Казахстан от 14 ноября 2006 г. № 216)

Мероприятия, преследующие цели устойчивого развития страны:

- создан Совет по устойчивому развитию Республики Казахстан (2004 г.);
- создан Фонд устойчивого развития Республики Казахстан «Казына» (2006 г.).

Национальные стратегические документы, включающие вопросы интегрированного управления химическими веществами:

1. Стратегия экологической безопасности Республики Казахстан до 2015 г.
2. Программа охраны окружающей среды Республики Казахстан на 2007–2010 гг.

#### **Кыргызстан**

Национальные документы, преследующие цели устойчивого развития страны:

1. Комплексные основы развития Кыргызской Республики до 2010 г. Общенациональная стратегия — Бишкек, 2002 г.
2. Национальная стратегия снижения уровня бедности в Кыргызской Республике, 2002 г.
3. Стратегия устойчивого развития Кыргызской Республики, 1997 г.

Национальные стратегические документы, включающие вопросы интегрированного управления производством и использованием химических веществ:

1. Повестка дня на XXI век Кыргызской Республики — Бишкек, 2002 г.

## Таджикистан

Национальные документы, преследующие цели устойчивого развития страны:

1. Оценка потребностей для достижения «Целей развития тысячелетия», 2005 г.

Национальные стратегические документы, включающие вопросы интегрированного управления химическими веществами:

1. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата, 2003 г.
2. Национальная программа о прекращении использования озоноразрушающих веществ, 2002 г.
3. Национальный план действий по охране окружающей среды Республики Таджикистан на период до 2009 г.

## Туркменистан

Национальные документы, преследующие цели устойчивого развития страны:

1. Стратегия социально-экономических преобразований в Туркменистане на период до 2010 г.

Мероприятия на национальном уровне, отвечающие целям интегрированного управления производством и использованием химических веществ.

Постановлением Президента Туркменистана № 4091 от 1 марта 1999 г. создана Государственная комиссия по обеспечению выполнения обязательств Туркменистана, вытекающих из конвенций и программ ООН по окружающей среде.

## Узбекистан.

Национальные стратегические документы, включающие вопросы интегрированного управления производством и использованием химических веществ:

1. Программа действий по охране окружающей среды Республики Узбекистан на 2006–2010 гг.

Мероприятия на национальном уровне, отвечающие целям интегрированного управления хими-

ческими веществами. Важнейшее стратегическое направление в части химических веществ — внедрение в практику относительно экологически безвредных видов топлива, особенно на транспорте (замена бензина на газ, электрификация железных дорог).

При финансовой поддержке UNEP и UNDP в Узбекистане реализован ряд международных экологических проектов, в частности, в г. Ташкенте создан Центр более чистого производства. Его целью является повышение экономической производительности и улучшение экологических требований в промышленности Узбекистана.

## 2. Роль правительственных структур Центральной Азии в решении проблем управления жизненным циклом химических веществ

Полномочия и ответственность правительственных учреждений, занимающихся решением вопросов управления производством и использованием химических веществ в соответствии с действующим законодательством, в целом в разных странах одинаковы, но имеются и некоторые различия.

Роль соответствующих министерств и ведомств в деле охраны окружающей среды одинакова: транспортировка > применение/обращение > удаление в отходы > уничтожение.

Управление жизненным циклом химических веществ в сельском хозяйстве включает импорт > хранение > транспортировку > маркировку/распределение (за исключением Республики Узбекистан) > применение/обращение > удаление в отходы.

В здравоохранении отслеживается жизненный цикл химических веществ, начиная с хранения и заканчивая уничтожением.

В вопросах охраны труда химические вещества отслеживаются на всех этапах жизненного цикла.

В промышленности ввиду широкого спектра направлений деятельности (индустрия в целом, энергетика, газовое хозяйство, минеральные ресурсы, торговля, транспорт, строительство) на каждом предприятии химические вещества присутствуют в различных стадиях их жизненного цикла, но в целом отраслевые министерства отслеживают их на всем его протяжении.

Участие министерств образования и науки рассматривается только в части поиска новых технологий уничтожения химических веществ и их применения/обращения (Республика Узбекистан).

Функции министерств внутренних дел и обороны связаны с хранением > применением/обращением > удалением в отходы, министерства по чрезвычайным ситуациям задействованы на стадии уничтожения.

Таможенные ведомства имеют дело с химическими веществами на стадиях импорта и экспорта.

Обязательства соответствующих министерств, правительственных агентств и учреждений, частных к проблеме интегрированного управления химическими веществами, базируются на специальных нормативных актах, имеющих отношение к инструкциям по отдельным видам химических веществ (например, пестициды, транспортирование опасных грузов, наркотические, психотропные вещества, медицинские препараты и другие). Они связаны с характером их деятельности. Их функции и полномочия направлены на конкретные области деятельности (например, окружающая среда, здравоохранение).

Во многих случаях функции, обязанности и компетенция различных министерств и ведомств дублируются, отсутствует координация их действий, наличие различных обязательств по отдельным группам химических веществ ведет к разобщенности их действий, так как каждое ведомство заботится только о тех группах химических веществ, которые относятся к их компетенции. Актуальна разработка Протокола разграничения функций государственных органов в области управления химическими веществами.

### **3. Состояние законодательства и нормативно-методической базы**

Для увеличения выгод и снижения затрат, связанных с использованием химических веществ, страны Центральной Азии пытаются контролировать их путем разработки соответствующих стратегий, принятия законов, обучения персонала и распространения информации.

Анализ состояния нормативно-методической базы в этой сфере свидетельствует об отсутствии в странах Центральной Азии государственной системы управления химическими веществами, включающей все составляющие их жизненного цикла. В этих странах слабо представлен интегрированный подход к управлению химическими веществами.

Управление этими процессами в сельском хозяйстве стран Центральной Азии регулируется законами «О защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков» (Узбекистан), «О защите растений» (Узбекистан, Казахстан). В Узбекистане изданы постановления Правительства «Положение о Госхимкомиссии» (уполномоченный орган в области защиты растений), «О мерах по совершенствованию системы обеспечения сельского хозяйства химическими препаратами по защите растений».

Однако эти усилия недостаточно эффективны из-за отсутствия политических обязательств, недостаточности ресурсов, наличия пробелов в законодательстве, отсутствия межсекторного сотрудничества, слабого выполнения законов, недостаточного обучения и т.д.

Классификация и маркировка химических веществ и ведение регистров выбросов как элемента управления не отвечают международным стандартам. Первоочередной целью представляется скорейшее внедрение Всемирной гармонизированной системы классификации и маркировки химических веществ и регистров выбросов и перемещения загрязнителей.

### 3. Индикаторы интегрированного управления химическими веществами

Каждая из стран Центральной Азии в меру сложившихся в ней экономических, социальных и экологических ситуаций участвует в процессе международного регулирования химических веществ. Успешность этих усилий может быть оценена через достижение индикаторов реализации интегрированного управления производством и использованием химических веществ.

Четкие, конкретные, удобные в работе, информативные и исчерпывающие индикаторы успешности реализации интегрированного управления производством и использованием химических веществ находятся только на стадии разработки. С этих позиций и следует рассматривать индикаторы, содержащиеся в *табл. 10*.

### 4. Потребности в решении вопросов интегрированного управления химическими веществами на субрегиональном уровне

1. Создание более эффективных руководящих структур для оказания помощи с целью достижения успеха в реализации Стратегического подхода к международному регулированию обращения химических веществ (SAICM):

- разработка и совершенствование согласованных действий между учреждениями, задействованными в процессе управления производством и использованием химических веществ с целью достижения синергизма;
- наращивание возможностей для рационального регулирования производством и использованием химических веществ на национальном, субрегиональном, региональном и глобальном уровнях;
- создание ресурсов для решения вопросов химической безопасности.

В связи с тем, что химические вещества используются в целом ряде секторов экономики, курируемых различными национальными министерствами, необходимо создание субрегионального координационного механизма.

Центральная Азия — единый природно-географический и исторический субрегион мира, который образуют страны с экономикой переходного периода, крайне нуждающиеся в создании и функционировании **Центра по регулированию химических веществ (ЦРХВ ЦА)**.

Таблица 10. Индикаторы реализации интегрированного управления химическими веществами в странах Центральной Азии

## 1. Реализация Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ

Индикатор	Страна				
	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
1	2	3	4	5	6
Национальный координатор SAICM/СПМРХВ (ф.и.о. должностного лица)	Белоног Анатолий Александрович, председатель Комитета государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения РК, Главный государственный санитарный врач РК.	Нет назначения	Нет назначения	Нет назначения	Нет назначения
Проекты, осуществляемые под эгидой Программы быстрого старта СПМРХВ/SAICM (реализуются)	Не реализуются	Не реализуются	Не реализуются	Не реализуются	Не реализуются

## 2. Государственное управление: укрепление институтов, законодательства и политики

1	2	3	4	5	6
Национальный профиль по рациональному использованию химических веществ разработан и помещён на сайте ответственной координирующей организации	Национальный профиль разработан в 2006 г. и помещён на сайте <a href="http://www.datilge.kz">www.datilge.kz</a> : раздел «Химическая безопасность»	Национальный профиль Кыргызской Республики для оценки национальной инфраструктуры по управлению загрязнителями разработан в 2005 г. и помещён на сайте <a href="http://www.pops.kg">www.pops.kg</a>	Не разработан	В процессе разработки	Не разработан
Всемирная гармонизированная система классификации и маркировки химических веществ и регистров выбросов и перемещения загрязнителей с тем, чтобы обеспечить возможность полного использования этой системы к 2008 г. (внедрена)	Не внедрена	Не внедрена	Не внедрена	Не внедрена	Не внедрена
Международные природоохранные соглашения (МПС) о химических веществах и опасных отходах ратифицированы и реализуются (дата ратификации, действия по наращиванию потенциала в сфере выполнения обязательств по МПС)			Разработан План действий по наращиванию национального потенциала для выполнения обязательств РТ по глобальным экологическим конвенциям		



**Жизненные циклы удаления в отходы и уничтожения**

1	2	3	4	5	6
Стокгольмская конвенция о СОЗ. Индикатор выполнения обязательств: ликвидация СОЗ к 2025 г.	Ратифицирована Республикой Казахстан 7 июня 2007 г.	Ратифицирована 13.06.2006 г.; Национальный план выполнения утвержден Правительством КР 3 июля 2006 г. № 371-р	Не ратифицирована; подписана от имени Правительства РТ 21 мая 2002 г.	Не ратифицирована	Не ратифицирована

**Жизненный цикл импорта, применения и обращения**

1	2	3	4	5	6
Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении международной торговли отдельными опасными химическими веществами и пестицидами	Ратифицирована Законом Республики Казахстан от 20 марта 2007 года № 239-III ЗРК.	Ратифицирована 15 января 2000 г.	Не ратифицирована	Не ратифицирована	Не ратифицирована
Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий	ЗРК № 91-II от 23 октября 2000 г.	Не ратифицирована	Не ратифицирована	Не ратифицирована	Не ратифицирована
Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния	ЗРК № 89-II от 23 октября 2000 г.	Ратифицирована законом «О присоединении» от 14.01.2000 г. № 11	Не ратифицирована	Не ратифицирована	Не ратифицирована
Конвенция об охране и использовании трансграничных водотоков и международных озёр	ЗРК № 94-II от 23 октября 2000 г.	Не ратифицирована	Не ратифицирована	Не ратифицирована	Не ратифицирована
Конвенции МОН/ЛО, имеющие отношение к производству и использованию химических веществ	1. ЗРК №10-I от 26 июня 1996 г. «О защите трудящихся от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах». 2. ЗРК № 7-1 от 13 июня 1996 г. «О безопасности и гигиене труда и производственной среде»	Нет сведений	Нет сведений	Нет сведений	Нет сведений

Продолж. табл. 10

## Жизненный цикл транспортников

1	2	3	4	5	6
Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением	ЗРК № 389-II от 10 февраля 2003 г.	Ратифицирована 30 ноября 1995 г.	Не ратифицирована	Ратифицирована 18 июня 1996г. Постановление Меджлиса Туркменистана № 159-1	Ратифицирована в 1995 г.
Рамочная конвенция ООН об изменении климата	Ратифицирована Указом Президента РК от 4.05.1995 № 2660	Ратифицирована 15 января.2003 г.	Ратифицирована в 1998 г.	Ратифицирована 05.июля1995 г.	Ратифицирована 20 июня 1993 г.
Киотский протокол	Киотский протокол подписан в 1999 г., но не ратифицирован.	Не ратифицирован	Не ратифицирован	Не ратифицирован	Ратифицирован 20 августа 1999 г.
Венская конвенция об охране озонового слоя	ЗРК № 177-I от 30 октября 1997 г.	Ратифицирована 15 января 2000 г.	Ратифицирована в 1996 г.	Ратифицирована в ноябре 1993 г.	Ратифицирована в 1993 г.
Монреальский протокол	Ратифицирован в 2000 г.	Ратифицирован в 2000 г.	Ратифицирована в 1996 г	Ратифицирован в ноябре 1993 г.	Ратифицирован 26 августа 2006 г.
Лондонская поправка	Ратифицирована в 2000 г	Ратифицирован в 2000 г.	Ратифицирована в 1996 г.		Ратифицирована в 1998 г.

## 3. Расширение институционального потенциала

1	2	3	4	5	6
Системы экологического менеджмента, основанного на международных стандартах ISO 9000 и 14000, EMAS, BS 7750 (внедрены/внедряются)	Количество предприятий Казахстана, внедривших Системы Менеджмента качества в соответствии с ИСО серии 9000, возросло с 5- в 2001 году почти до 450 в настоящее время, около 140 предприятий находятся на стадии внедрения, а 17 сертифицировали систему управления окружающей среды на соответствие требованиям международного стандарта ИСО серии 14000.	2 предприятия	Нет	Нет	Нет

## 4. Меры, способствующие уменьшению риска

1	2	3	4	5	6
Система, направленная на предотвращение крупных промышленных аварий и создания систем для обеспечения готовности к чрезвычайным ситуациям и ответных действий на них, реализована	«Концепция предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и совершенствования государственной системы управления в этой области». (Одобрена постановлением Правительства РК от 23 ноября 2005 г., № 1154)	-	-	-	1. Положение о Государственной системе предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера на территории Республики Узбекистан. Постановление Правительства страны от 23 декабря 1997 г. 2. Концепция и Государственная программа по прогнозированию и предупреждению чрезвычайных ситуаций (на стадии утверждения)
Предупреждение незаконных перевозок токсичных и опасных продуктов (разработана/разрабатывается)	Разрабатывается	Не разработана	Не разработана	Не разработана	«О регулировании ввоза в РУ и вывоза с ее территории экологически опасной продукции и отходов». Постановление Кабинета министров РУ № 151 от 19 апреля 2000 г
Центр борьбы с отравлениями создан	При Министерстве здравоохранения существует Центр медицины катастроф	Не создан	Не создан	Не создан	Создан при Республиканском центре экстренной медицинской помощи
Инициативы по уменьшению риска в отношении химических веществ, вызывающих серьезную озабоченность, (выдвинуты/реализуются)	Реализуются проекты по очистке объектов окружающей среды от загрязнения ртутью: 1. Проведён I этап комплекса демеркуризационных работ на Павлодарском ПО «Химпром» 2. В соответствии с проектом демеркуризации АО «Карбид» (г. Темиртау) ртуть из р. Нуры будет удалена к началу 2008 г. 3. Программа развития ресурсной базы минерально-сырьевого комплекса страны на 2003-2010 гг. (утверждена Постановлением Правительства РК от 29 декабря № 1449), Программой предусмотрена ликвидация в 2006-2010 гг. 53 нефтяных скважин на суше и 79 скважин в зоне затопления Каспийским морем	Инициативы не выдвинуты	Инициативы не выдвинуты	Инициативы не выдвинуты	Инициативы не выдвинуты

Продолж. табл. 10

## 5. Накопление новых знаний и информации

1	2	3	4	5	6
Эффективная сеть обмена информацией о создании потенциала в целях рационального использования химических веществ (функционирует)	Не функционирует	Не функционирует	Не функционирует	Не функционирует	Не функционирует

## 6. Совершенствование общих методов работы

1	2	3	4	5	6
Протокол о Регистре выбросов потенциально опасных (РВПВХВ) химических веществ к Орхусской конвенции о праве доступа общественности к (ратифицирован и реализуется)	В процессе рассмотрения	Ратифицирован	-	-	-

В основе его деятельности должно лежать практическое воплощение экологической идеи — работать без границ во имя будущего без химических веществ, причиняющих вред окружающей среде и здоровью населения, создав институциональную основу для реализации принятых странами Центральной Азии обязательств по международным конвенциям об охране окружающей среды и использованию химических веществ.

Модель управления Центром должна быть основана на понимании глобальной опасности использования химических веществ, для которых не существуют ни политические, ни административные границы или ведомственные интересы, и на практических действиях.

Принципами его деятельности должны быть устойчивость, прозрачность, ответственность, профессионализм, надежность, межсекторное и субрегиональное межгосударственное сотрудничество.

Его повседневная деятельность должна быть сосредоточена на совершенствовании реализации программ межгосударственного уровня — мониторинг химических веществ, уничтожение их отходов, внедрение более чистого производства для снижения выбросов непреднамеренных химических веществ, информирование и образование и пр. управление осуществлением проектов.

Центр может иметь филиалы или активно сотрудничать с существующими или создаваемыми в странах субрегиона центрами.

Центр рассматривается как организация, оказывающая техническую, методическую и информационно-аналитическую помощь в решении вопросов обращения химических веществ. Он должен быть оснащен современным лабораторным оборудованием для проведения самых тонких анализов особо опасных химических веществ, включая высоко затратные анализы диоксинов и фуранов. В странах Центральной Азии нет аккредитованных лабораторий международного уровня.

Для ликвидации СОЗ в соответствии с требованиями Стокгольмской конвенции о СОЗ потребуются строительство современного завода по их уничтожению и наличие передвижных установок такого

же рода для проведения оперативных мероприятий. После решения проблемы СОЗ (после 2025 г.) предприятия по их уничтожению и передвижные установки могут переключиться на уничтожение других особо опасных химических отходов, таких как медицинские и другие. Не исключено, что завод мог бы расширить свою деятельность, способствуя ликвидации особо опасных химических отходов сопредельных государств Юго-Восточной и Ближней Азии.

2. Уменьшение рисков (включая предотвращение, уменьшение, ликвидацию последствий, минимизацию рисков и их устранение):

- разработка стратегий оценки и регулирования рисков, основанная на более полном научном понимании роли и характера химических веществ, в том что касается жизненного цикла продуктов;
- мероприятия по уменьшению рисков, надлежащим образом обоснованные научными методами и учитывающие различные факторы, включая социальные и экономические;
- усовершенствование мер по уменьшению рисков для предотвращения пагубного воздействия химических веществ на наиболее уязвимые группы населения и чувствительные к этим веществам элементы окружающей среды;
- содействие внедрению более безопасных технологий и альтернативных методов.

С этой целью следует создавать (там, где их нет), развивать и укреплять, по мере необходимости, сеть центров действующих в чрезвычайных ситуациях, включая центры токсикологического контроля.

3. Ратификация и осуществление глобальных и региональных соглашений, затрагивающих химические аспекты окружающей среды, здравоохранения, безопасности, гигиены и охраны труда. Следует обратить внимание на недостаточность привлечения социальных конвенций для интегрированного управления химическими веществами (исключение составляет Казахстан). Однако ни одна из центральноазиатских стран не ратифицировала особенно значимые для этих целей конвенции Международной организации труда:

Конвенция № 170 о безопасности при использовании химических продуктов на производстве и Конвенция № 174 о предотвращении крупных промышленных аварий.

4. Разработка национальных директивных документов по вопросам управления химическими веществами, включения этих вопросов в планы и стратегии развития и другие соответствующие инициативы.

5. Создание потенциала и оказание технической помощи по всем аспектам рационального регулирования химическими веществами.

6. Разработка мероприятий, связанных с незаконным оборотом опасных веществ и продуктов.

7. Принятие мер, поощряющих применение существующих и признанных международным обществом стандартов, механизмов и подходов, используемых в контексте окружающей среды и здравоохранения, а также защиты от воздействия химических веществ, например, согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки химических веществ, регистров выбросов и переноса загрязнителей.

8. Получение доступа к финансовым, техническим и другим ресурсам, необходимым для обеспечения рационального регулирования производством и использованием химических веществ.

9. Создание условий для совершенствования знаний, получения информации и улучшения осведомленности для принятия решений относительно рационального регулирования производством и использованием химических веществ, включая продукты и изделия, содержащие их:

- организация доступа к технической информации и стимулирование научных исследований;
- организация доступа к информации по химическим веществам для местного населения.

## 5. Концепция проектных предложений по вопросам интегрированно-го управления химическими веществами на субрегиональном уровне

1. Организовать субрегиональное партнерство по разработке и реализации стратегии уничтожения особо опасных химических веществ (СОЗ; стойкие, способные к биоаккумуляции и токсичные вещества; химические вещества, которые являются предметом обеспокоенности в глобальном масштабе) для всего субрегиона Центральной Азии. На базе этого же партнерства можно решать все проблемы обращения опасных химических веществ.

2. Принимая во внимание, что на глобальном и региональном уровнях действует до десятка международных природоохранных соглашений в сфере обращения химических веществ, становится актуальным решение проблемы синергизма соответствующих конвенций, что будет способствовать улучшению интегрированного управления производством и использованием химических веществ.

3. Важно также организовать взаимодействие для решения другой срочной, требующей внимания проблемой субрегиона — мониторинг «Атмосферного коричневого облака» и пыле- и солепереноса. Результаты решения этой проблемы могут оказаться полезными не только для ре-

гулирования обращения химических веществ, но и, в свою очередь, результаты, полученные в ходе решения проблемы производства и использования химических веществ, могут оказаться крайне важными для изучения естественных циклов миграции аэрозолей.

4. Не меньшее значение для достижения рационального регулирования производством и использованием химических веществ и химических отходов придается участию всех заинтересованных сторон и созданию государственно-частного партнерства.

## 7. Оценка эффективности

Оценку эффективности управления химическими веществами осуществляют секретариаты «химических» конвенций каждый по своему перечню. Возможна такая оценка и на национальном, и на региональном уровне. Однако эффективность интегрированного подхода к управлению химическими веществами на протяжении всего их жизненного цикла должен проводить уполномоченный орган на национальном уровне и SAICM — на международном.

**Снижение количества опасных химических веществ в компонентах окружающей среды и продуктах питания укажет на успешное управление. Если оценка эффективности показывает, что риск химических веществ недостаточно уменьшился, то могут быть предприняты дальнейшие меры.**

**Оценка эффективности должна охватывать и вопросы, относящиеся к стоимостной эффективности проводимых мероприятий. Она также должна включать оценку о том, снижает ли риск по опасным химическим веществам в экономическом плане выбранный подход и действия.**

**Результаты проводимых мероприятий представляются в докладах об эффективности выполнения. Подача докладов по оценке эффективности выполнения предварительно согласуется.**

Секретариатом Стокгольмской конвенции о СОЗ вопросы оценки эффективности проработаны с наибольшей тщательностью: методология оценки, индикаторы эффективности, круг оцениваемых вопросов, мониторинг и пр. Оценка эффективности проводится в соответствии с датами проведения Конференции сторон. Нарботки Секретариата могут быть использованы для целей оценки эффективности управления химическими веществами.

**Таблица 11.** План мероприятий по реализации проблемы интегрированного управления химическими веществами в странах Центральной Азии

Мероприятие	Ответственный исполнитель	Срок исполнения	Источник финансирования
Создание Центра по регулированию химических веществ в Центральной Азии (ЦРХВ ЦА)	ЮНЕП/UNEP, МКУР, природоохранные министерства и ведомства стран ЦА	2007-2009 гг.	UNEP, софинансирование стран субрегиона ЦА
Оценка потенциала центрально-азиатского региона по реализации «Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ».	ЮНЕП/UNEP, МКУР, природоохранные министерства и ведомства стран ЦА, ЦРХВ ЦА	2007-2009 гг.	UNEP
Создание «Руководства по интегрированному управлению химическими веществами в странах ЦА».	ЮНЕП/UNEP, МКУР, ЦРХВ ЦА	2007-2008 гг.	UNEP, МКУР, бюджеты стран ЦА
Создание единой унифицированной системы мониторинга CO <sub>2</sub> в Центральной Азии	ЦРХВ ЦА	2008 - 2010	ЦРХВ ЦА
Создание интегрированной субрегиональной информационной сети ЦА по химическим веществам	ЮНЕП/UNEP, МКУР, ЦРХВ ЦА	2008-2010	ЦРХВ ЦА
Создание ежегодного Реестра выбросов CO <sub>2</sub> в ЦА	ЦРХВ ЦА	С 2010 года	ЦРХВ ЦА
Создание системы контроля за состоянием и хранением особо опасных химических веществ в ЦА	ЦРХВ ЦА	С 2010 года	ЦРХВ ЦА



Таблица 12. Бюджет ЦРХВ ЦА (ориентировочный)

### А. Создание Центра по химической безопасности Центральной Азии

Финансовые затраты, долл. США в год	Долл. США в год
Зарплата	188 400
Налоги	30 144
Командировочные	3 000
Оборудование	20 000
Материалы	2 000
Аренда помещения	10 000
Связь и коммуникации	1 000
Накладные расходы	5 000
Услуги сторонних организаций	10 000
Прямые расходы	10 000
<b>Итого</b>	<b>279 544</b>

### Зарплата, долл. США

Должность	Количество единиц	Оклад, месяц	Оклад годовой
Руководитель	1	1500	18000
Заместитель руководителя	1	1000	12000
Эксперты	5	800	48000
Заведующий лабораторией	1	1000	12000
Научные сотрудники	2	800	19200
Лаборанты	2	400	9600
Заведующий центром по обучению	1	1000	12000
Преподаватели	4	800	38400
Бухгалтер	1	1000	12000
Обслуживающий персонал	3	200	7200
<b>Итого, год</b>			<b>188400</b>

### Б. Завод по уничтожению особо опасных химических веществ

№	Мероприятие	Стоимость, долл. США
1	Приобретение завода по сжиганию особо опасных химических веществ	50 000 000
2	Приобретение завода по химическому разложению CO <sub>2</sub>	11 000 000

### В. Создание диоксиновой лаборатории

№	Мероприятие	Срок выполнения	Стоимость работ, долл. США	Ответственный орган	Исполнители
1	Создание диоксиновой лаборатории.	2009г.	2 000 000	ЦРХВ ЦА	ЦРХВ ЦА
2	Мониторинг и составление ежегодного реестра выбросов диоксинов и фуранов в ЦА.	2010-2028гг.	5 000 000	ЦРХВ ЦА	ЦРХВ ЦА



# Устойчивость горных озер Центральной Азии. Риски воздействия и принятие мер



# Содержание

**Оценочный доклад** «Устойчивость горных озер Центральной Азии: риски воздействия и принятие мер» подготовлен в соответствии с решением МКУР от 02 марта 2006 г. и результатами встречи министров экологии стран Центральной Азии (ЦА) на 9-ой специализированной сессии Совета управляющих ГЭФ при поддержке ЮНЕП и по инициативе Surendra Shrestha (Director of UNEP Regional Resource Center for Asia and the Pacific (UNEP RRC, AC, Bangkok, Thailand).

**Цель доклада** — обзор изученности состояния горных, в том числе прорывоопасных озер, условий их формирования, а также принимаемых странами Центральной Азии превентивных мер по снижению риска их воздействия на окружающую среду и жизнь населения, которые приведены в многочисленных публикациях, посвященных исследованию этой проблемы. Необходимость исследования прорывоопасных горных озер особенно актуальна в настоящее время в связи с нарастающими процессами изменения климата, деградации ледникового покрова на фоне активных геодинамических процессов, имеющих место в горных районах Центральной Азии.

**Работа предназначена** для лиц, принимающих решения, ученых, представителей и студентов, специалистов в области гидрометеорологии и охраны окружающей среды, широкого круга общественности.

## Региональные координаторы по подготовке оценочного доклада:

**Д.Д. Бузруков** — Советник Председателя Госкомитета охраны окружающей среды и лесного хозяйства Республики Таджикистан, руководитель Таджикского филиала НИЦ МКУР.

**К.Б. Ботуров** — Начальник управления международных связей и информации Госкомитета охраны окружающей среды и лесного хозяйства Республики Таджикистан, ОДЛ от Республики Таджикистан.

## Эксперты от стран Центральной Азии:

**С.А. Ерохин** — Начальник инженерно-геологической службы Госгеолагентства Кыргызской Республики.

**О.А. Подрезов** — Доктор географ. наук, профессор, зав кафедры Кыргызско-Российского Славянского Университета.

**Н.Р. Ишук** — Старший научный сотрудник лаборатории сейсмической опасности Института сейсмологии АН Республики Таджикистан, эксперт по изучению горных озёр.

**А. Хамидов** — Заместитель директора Государственного унитарного предприятия «Аген - ства Хавошиноси» при Госкомитете охраны окружающей среды и лесного хозяйства Республики Таджикистан

Республика Узбекистан

**Г.Р. Бенситова** — Главный специалист управления экономики и организации природопользования Госкомприроды Республики Узбекистан

## Научный редактор:

**С.Х. Негматуллаев** — почётный директор Института сейсмологии и сейсмостойкого строительства Академии наук Республики Таджикистан, доктор математических наук, академик.

В тексте книги использованы фотографии Н.Р. Ишука, А.Р. Ишука, Ж. Шнайдера, С.А. Ерохина, А. Хамидова, космические снимки «Landsat» 2001–2002 г. г.

Предисловие .....	55
1. Общая характеристика природных условий региона.....	56
2. Основные тенденции социально-экономического развития региона .....	58
3. Изученность горных озер .....	59
4. Горные озера как потенциальный источник опасности .....	63
5. Горные озера как потенциальный источник питьевого водоснабжения, ирригации, рекреации и развития горного туризма.....	65
6. Мониторинг горных озер .....	66
7. Правовая и институциональная основа в вопросах исследования горных озер .....	68
8. Характеристика горных озер и факторы, обуславливающие их образование.....	70
8.1. Классификация горных озер .....	70
8.2. Климатические факторы образования горных озер .....	75
8.3. Влияние геодинамических процессов на формирование и развитие горных озер .....	79
8.4. Влияние оледенения на формирование и развитие горных озер.....	80
8.5. Типы плотин горных озер .....	82
9. Оценка прорывоопасности горных озер. Методы оценки.....	84
9.1. Модели прорывов горных озер. Определение расхода прорывного потока.....	85
9.2. Определение зоны поражения прорывного потока.....	92
10. Принимаемые меры по уменьшению и предупреждению опасности прорывов горных озер.....	96
11. Выводы и рекомендации.....	99
Литература .....	101

# Предисловие

Предлагаемый оценочный доклад «Устойчивость горных озер Центральной Азии. Риски воздействия и принятие мер» является обзором известных публикаций по исследованию горных, в том числе прорывоопасных озер региона, находящихся на территории Кыргызской Республики, Республики Таджикистан и Республики Узбекистан.

Горы Центральной Азии составляют порядка 20% ее территории и служат своеобразным хранилищем более 60% водных ресурсов в виде льда и снега и являются гарантом сохранения и восстановления ландшафтного и биологического разнообразия. На территории Центральной Азии насчитывается 5 600 озер общей площадью 12197 кв. км, подавляющее большинство из которых расположены в горной части региона. Водные ресурсы средних и малых горных озер оцениваются в 51,1 км<sup>3</sup>, более 20 км<sup>3</sup> из которых — пресные.

Изучение горных озер Центральной Азии имеет более чем столетнюю историю, но вместе тем имело эпизодический и некомплексный подход. Плановое изучение прорывоопасности горных озер региона началось в 60-х годах прошлого столетия и продолжалось до распада СССР. С периода провозглашения суверенитета странами Центральной Азии объемы работ по системным исследованиям горных озер значительно сократились. В основном это связано с крайне низким уровнем финансирования государственных специализированных организаций, ответственных за проведение мониторинга природной среды, и оттоком квалифицированных кадров.

В настоящее время в странах Центральной Азии нет общепринятых подходов к изучению горных озер по условиям образования и их потенциальной опасности. У исследователей существуют различные классификации горных озер, которые в целом близки между собой, но расходятся по некоторым доминирующим факторам и условиям их образования. Вместе с тем от правильного определения причины образования горного озера зависит достоверность прогнозирования его дальнейшего развития и принятие превентивных мер.

Необходимость исследования прорывоопасных горных озер особенно актуальна в настоящее время в связи с нарастающими процессами изменения климата, деградации ледникового покрова на фоне активных геодинамических процессов, имеющих место в горных районах Центральной Азии.

Правительства Кыргызской Республики и Республики Таджикистан в развитие рекомендаций Повестки дня на XXI век выдвинули инициативу, и Генеральной Ассамблеей ООН приняты соответствующие резолюции о провозглашении 2002 г. Международным годом гор, а 2003 г. Международным годом пресной воды. Также Генеральной Ассамблеей ООН принята специальная Резолюция об объявлении 2005–2015 гг. Международным десятилетием действий «Вода для жизни». Это дает весомый импульс к активизации деятельности в реализации проектов и программ, связанных с комплексным исследованием развития горных территорий.

За последние годы возрос интерес международных организаций к вопросам изучения горных озер в Кыргызстане и Таджикистане. Однако оказываемое международными организациями содействие развитию политики в области чрезвычайных ситуаций носит непостоянный характер и в основном направлено на реагирование уже произошедшего масштабного стихийного бедствия и оказание помощи в восстановительных работах.

Эффективное решение проблем, связанных с исследованием горных прорывоопасных озер, налаживание механизма по их мониторингу как на национальном, так и на региональном уровне, требует последовательных, целенаправленных и рассчитанных на длительную перспективу совместных действий. Они должны объединить усилия правительств, структур гражданского общества, деловых кругов, ученых, а также наладить дальнейшее развитие международного сотрудничества.

Издание предлагаемого оценочного доклада было осуществлено благодаря инициативе Surendra Shrestha (Director of UNEP Regional Resource Center for Asia and the Pacific (UNEP RRC. AC, Bangkok, Thailand) и финансовой поддержке ГЭФ.

# 1. Общая характеристика природных условий региона

Центральная Азия занимает территорию площадью около 4 млн. кв. км, расположенную между 35–55° северной широты и 48–87° восточной долготы. В состав Центральной Азии входят: Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Таджикистан, Туркменистан, Республика Узбекистан (рис. 1). Общее население составляет около 59 млн. человек, средняя плотность которого приближается к 15 чел. на кв. км.

Территория Центральной Азии в гипсометрическом отношении расположена в диапазоне от 132 м ниже уровня моря (впадина Карагие в Западном Казахстане) до 7495 м над уровнем моря (пик Исмоила Сомони в горах Памира в Таджикистане).

По строению поверхности земли 4/5 территории характеризуется равнинами и лишь 1/5 часть занимают горы.

Ландшафтное разнообразие на горных территориях подчинено вертикальной поясности. Здесь выделяются горные полупустыни, горные степи, горные леса, альпийские луга и высокогорные пустыни и полупустыни.

В горной части Центральной Азии формируется подавляющая часть водных и гидроэнергетических ресурсов.

Горы оказывают определенное влияние на атмосферные возмущения большей части и равнинных территорий. Прежде всего, в горах атмосферные осадки во много раз превышают соответствующие суммы осадков на равнинах. Здесь среднегодовое количество осадков достигает 500–700 мм. Горные территории, играя исключительно важную роль в пространственно-временном распределении водных ресурсов, являются областью аккумуляции осадков и образования ледников и вечных

снегов — единственных источников возобновляемых ресурсов пресных вод. В то же время, горы Центральной Азии представляют большую опасность в плане проявления стихийных природных бедствий: землетрясений, оползней, обвалов, снежных лавин, селей и т. д., которые могут значительно осложнить социально-экономические условия не только жителей горных районов, но и всех густонаселенных предгорных и пустынных равнин. Хотя горы составляют менее 20% территории Центральной Азии, их экосистемы служат своеобразным хранилищем многообразия видов флоры и фауны и являются гарантом сохранения и восстановления ландшафтного и биологического разнообразия.

Для климата аридной зоны Центральной Азии характерны высокие летние температуры воздуха, достигающие в абсолютных значениях +50° С. Средняя температура в июле колеблется в пределах +28° на севере и +32° на юге. Абсолютный минимум температуры достигает -40° на севере и -26° на юге

Количество атмосферных осадков составляет 100–200 мм. Высокие летне-осенние температуры и большая сухость воздуха приводят к почвенной засухе и повышению транспирации у растений.

На огромной равнинной части Центральной Азии ощущается большой дефицит пресной воды. Наиболее крупные реки Амударья и Сырдарья, стекая с высоких гор Памиро-Алая и Тянь-Шаня, устремляются по песчаной пустыне к Аральскому морю. К настоящему времени сток этих рек почти полностью зарегулирован и достигает Арала в незначительных объемах.

Подземные воды, в значительном объеме залегающие в предгорных районах и вдоль речных артерий, используются в основном для водоснабжения городов, населенных пунктов и орошения прилегающих к ним земель.

На территории Центральной Азии насчитывается около 5600 озер общей площадью 12197 кв. км. Особо известны такие крупные озера как Иссык-Куль (Кыргызстан), Каракуль (Таджикистан), Балхаш (Казахстан) и др. Эти озера приурочены к бессточным котловинам и являются гигантскими испарителями речного стока.



Рис. 1. Физико-географическая карта Центральной Азии

В растениеводстве главной культурой является хлопок, занимающий подавляющую часть орошаемой территории стран Центральной Азии. Выращиваются также зерновые, плодовые, овощные и бахчевые культуры. Необозримые природные пастбищные территории позволяют развивать менее трудоемкую, но более доходную отрасль животноводства — овцеводство и верблюдоводство.

Около 159 млн. га от общей площади Центральной Азии представляют собой сельскохозяйственные угодья, из которых пастбища занимают 82–97%, из них более 9 млн. га приходится на орошаемые земли.

Богатейшие минерально-сырьевые, водные и земельные ресурсы субрегиона способствовали развитию индустриально-аграрного направления в экономике. В недрах стран Центральной Азии выявлены и эксплуатируются огромные ресурсы нефти и газа, гидроэнергетики, черных и цветных металлов, угля, хрома, свинца, урана и др.

В горных областях находятся основные площади лесных угодий Центральной Азии. Они играют чрезвычайно важную роль как источник топлива, деловой древесины, лесных продуктов, местобитания широкого представительства фауны и флоры. Богатое ландшафтное разнообразие определяет высокую рекреационную ценность горных территорий и условия для развития туризма.

## 2. Основные тенденции социально-экономического развития региона

После распада в 1991 г. Советского Союза одним из наиболее серьезных последствий для стран Центральной Азии стал резкий спад экономики, негативно отразившийся на уровне жизни подавляющего большинства населения региона. В ряду наиболее выраженных социальных проблем появились такие, как: высокий уровень бедности (Кыргызстан, Таджикистан) и заболеваемости, безработица, снижение уровня ожидаемой продолжительности жизни и рождаемости.

Несмотря на то, что страны Центральной Азии географически представляют собой единый и исторически взаимосвязанный регион, они неоднородны по своему положению и развитию.

Несмотря на различия в площади, численности населения, ресурсному и экономическому потенциалу страны региона сближают некоторые общие трудности: доступ к рынкам мира, экологические проблемы, значительная подверженность территорий стихийным бедствиям и антропогенным нагрузкам, неудовлетворительная система социального обеспечения и проблемы государственного управления.

По индексу человеческого развития (ИЧР) страны Центральной Азии (кроме Туркменистана) занимали в 2003 г. место ниже, чем в 1992 г.: Казахстан — 80; Кыргызстан — 111; Таджикистан — 122; Туркменистан — 97; Узбекистан — 109.

Результатом резкого падения уровня производства и доходов стали совокупные потери в ВВП, которые варьируют примерно от 20% — в Узбекистане, до 70% в Таджикистане в период с 1990 по 1999 г. и примерно 40% в Казахстане, 45% в Кыргызстане и 50% в Туркменистане. С 1999 г. экономика всех центральноазиатских стран до-

стигла сравнительно высоких темпов роста, чему способствовало сочетание восстановления производства, реформ, высоких цен на полезные ископаемые и позитивный рост в соседних странах, особенно России и Китае [7].

На смену постоянного роста инфляции, бюджетного дефицита и долгового бремени постепенно приходит макроэкономическая стабильность. Хотя в некоторых странах Центральной Азии все еще наблюдается высокий уровень внешнего долга.

Страны региона отличаются также по уровню привлекаемых прямых иностранных инвестиций. Наиболее крупные объемы инвестиций поступают в экономику Казахстана, далее идут Туркменистан, Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан.

К 2003 г. все страны Центральной Азии добились определенного успеха в области реформирования государственного управления секторов экономики.

Правительствами стран предпринимаются действия по повышению доходов населения, проводится сельскохозяйственная реформа, реализуется программа занятости и создания рабочих мест, развития инфраструктуры села. Формируются условия для ускоренного развития малого и среднего бизнеса, реализуются программы и стратегии по борьбе с бедностью и безработицей (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Узбекистан).

Отмечается положительная тенденция стран Центральной Азии в региональных аспектах экономического развития, политической стабильности и международной интеграции.



### 3. Изученность горных озер

Изучение озер бывшей Средней Азии имеет более чем столетнюю историю, начало которому было положено во второй половине XIX в., когда были предприняты обширные общегеографические исследования природы Туркестана.

В исследованиях озер выделяются три периода: дореволюционный (до 1917 г.), довоенный (с 1921-1941 гг.) и современный (с 1950 г.).

В течение 1848–1949 г. экспедиция под руководством А. И. Бутакова произвела инструментальную съемку Аральского моря и в 1850 г. была издана его первая карта. Эти исследования, по мнению В. Л. Шульца, следует считать началом гидрологического изучения на территории Средней Азии.

В то же время первые сведения о гидрографии озер Средней Азии приводятся в трудах арабских и среднеазиатских географов средневековья, относящихся к X — XI в. в. Ими были описаны и нанесены на карту Аральское (Хозермийское) море, Сарыкамышские озера, оз. Иссык-куль (Барсхан), Чатыр-Кель (Кюрен-Куль), Сонг-Кель. К наиболее выдающимся среднеазиатским ученым-географам

XI–XII вв. принадлежали Абу-Райхан-ал-Бируни, Захриддин Бабур, Мухаммад Хайдар Мирза.

Во второй половине XIX в. начинается планомерное изучение территории Средней Азии. В этот период несомненная заслуга в изучении среднеазиатских озер принадлежит таким выдающимся исследователям Туркестана, как П. П. Семенов-Тянь-Шанский, А. П. Федченко, А. А. Северцов, А. В. Каульбарс, А. А. Тилло, А. С. Берг, исследования которых неразрывно связаны с деятельностью основанного в 1845 г. Русского географического общества.

Значительные орографические исследования Восточного Памира были проведены в 1877–1878 гг. экспедицией под руководством Н. А. Северцова. Были описаны озера Каракуль, Ранкуль, Шоркуль, Яшилькуль и Сасыкульская группа озер, многие озера были нанесены на карту впервые.

Начиная с 1911 г., внимание ученых привлекает озеро Сарез, возникшее в результате крупнейшего обвала в долине р. Мургаб на Памире. Посетившие и работавшие на этом озере исследователи (Г. И. Шпилько, И. П. Преображенский, О. К. Ланге и др.) произвели топосъемки Усойского завала, геологическое изучение берегов озера и завала, зафиксировали данные о формировании водоема.

Таблица 1. Выборочные макроэкономические индикаторы

Государство	Ежегодный рост ВВП, %	Инфляция, %	Внешний долг к ВВП, %	Чистые ПИИ к ВВП, %	Чистые ПИИ, млн. долл. США
Казахстан	9,20	6,4	76,8	7,4	2 188
Кыргызстан	6,67	3,1	102,7	2,4	46
Таджикистан	10,20	14,4	64,7	2,1	32
Туркменистан	16,90	5,6	30,2	3,5	218
Узбекистан	4,40	10,2	48,1	0,7	70

Источник.: Всемирный банк, 2005г.

Первое обобщение материалов по гидрографии озер Средней Азии было выполнено Н.Л. Корженевским в работе «Туркестан. Физико-географические очерки», где приведены краткие сведения об отдельных крупных озерах и дан перечень небольшого числа малых озер Средней Азии.

Работа Л. А. Молчанова «Озера Средней Азии», вышедшая в 1929 г., являлась до начала 60-х годов XX в., по существу, единственным справочным пособием по среднеазиатским озерам. В работе каталогизированы все известные к тому времени озера бассейнов рек Амударьи, Сырдарьи, Или, Чу, Таласа, Мургаба, Теджена, Каракола, Аксу, Сарысу, бассейна оз. Иссык-куль, Узоя и побережья Каспийского моря. В результате было каталогизировано 987 озер общей площадью 94 400 кв. км. В работе дается также краткое схематическое описание режима озер и сформулированы основные положения о размещении озер на территории и

их происхождении. В 1936 г. Ташкентским филиалом ГГИ при создании Водного кадастра была выполнена новая каталогизация озер Средней Азии, в результате чего значительно уточнились количество и площади зеркала озер. Всего было учтено 2400 озер.

Организация стационарного изучения гидрометеорологического режима озер относится к началу XX в. Изучение режима озер ограничивалось простейшими сезонными гидрометеорологическими наблюдениями в прибрежной и открытой зонах, проводимыми экспедиционным путем.

Озера оставались и остаются до настоящего времени на положении плохо изученных в плане стационарных и систематических озероведческих исследований. Достаточно обратить внимание на тот факт, что до настоящего времени на озерах Средней Азии, за исключением Аральского моря



Рис.2. Схема размещения горных озер Таджикистана

и Иссык-куля, нет ни одной специализированной озерной станции.

Только к концу 20-х и в 30-е годы XX в. открываются посты на озерах поймы р. Сырдарьи, расширяется озерная сеть на оз. Иссык-куль, открываются станции на озерах Искандеркуль, Сарезском и Яшилькуль с небольшим комплексом озерных наблюдений.

В настоящее время к разряду действующих относятся 20 пунктов, на которых ведутся наблюдения за уровнем, ледово-термическим режимом, химическим составом вод, метеорологическим режимом прибрежной зоны водоемов.

В 1962–1966 гг. при подготовке к изданию справочника «Ресурсы поверхностных вод» была проделана большая картометрическая и библиографическая работа, в результате которой были получены новые данные о количестве и площади зеркала

озер, их размещении по территории Средней Азии и выполнено аннотирование литературных источников.

В середине 60-х годов прошлого столетия первоочередное значение приобретают вопросы изучения горных озер, исследование которых было, по существу, полностью прекращено в начале 40-х годов. Основными направлениями в исследованиях явились: оценка возможности прорыва плотин завальных и моренных озер и водных ресурсов горных озер, получение характеристик гидрометеорологического режима водоемов, могущих служить аналогами строящихся горных водохранилищ. Причиной возросшего интереса к горным озерам послужили прорывы озер Иссык в 1963 г. и Яшинкуль в 1966 г.

В результате проведенных в 1966–1975 гг. исследований по выявлению прорывоопасных озер были получены сведения о морфометрии и мор-

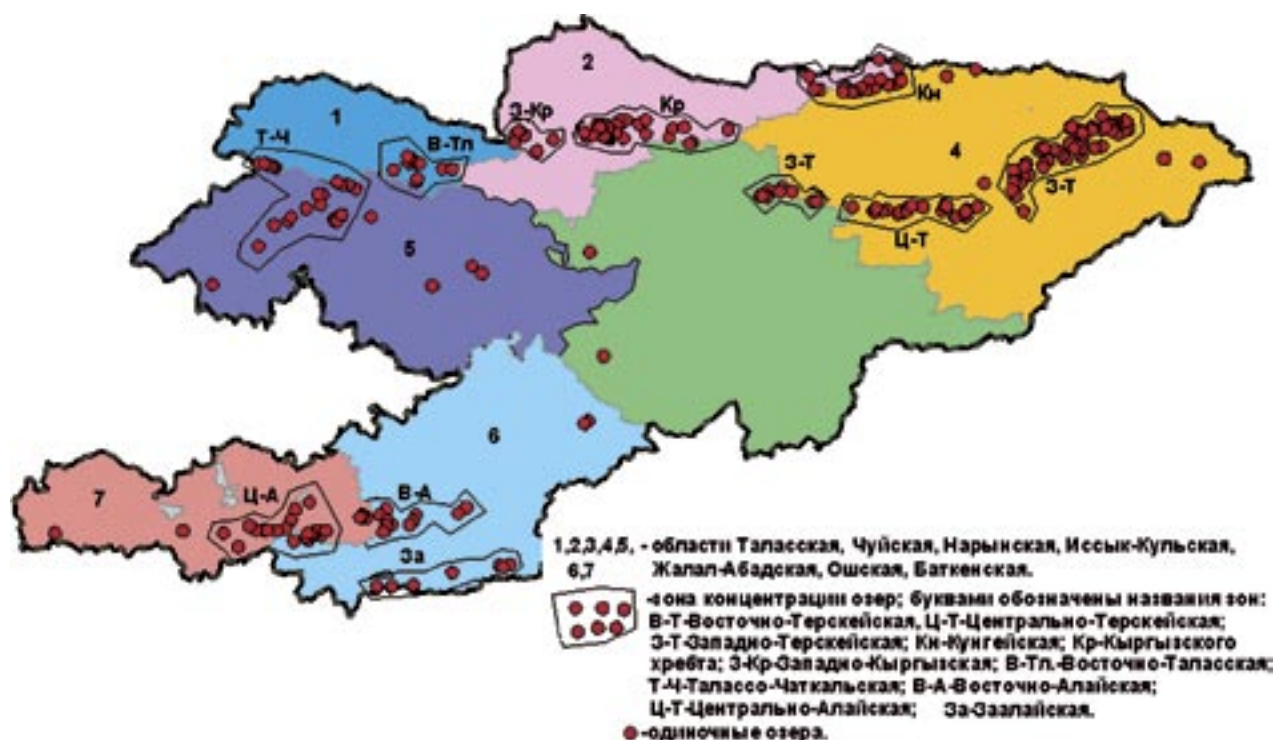


Рис. 3. Схема концентрации горных прорывоопасных озер на территории Кыргызстана

фологии озерных чаш и гидрологическом режиме по более чем 300 озерам, а также определен перечень опасных горных озер, на которых необходимо проведение мероприятий по ликвидации возможного их прорыва.

В 1962 г. было проведено рекогносцировочное обследование 35 озер Юго-Западного и Центрального Таджикистана. Основное внимание уделялось изучению химического состава вод и физико-химических свойств донных отложений озер.

В 1963 г. продолжалось изучение бессточных озер Восточного Памира. Обследовано 13 водоемов, изучен химический состав воды и донных отложений, выяснено геологическое строение озерных котловин. Обследовано бессточное соленое озеро Сасыккуль, воды и подземные рассолы которого имеют промышленный интерес по содержанию бора, соды, редких элементов.

В связи со случаями катастрофических прорывов горных озер в Центральной Азии, начиная с 1967 г. Комплексной геологической экспедицией, совместно с институтом ВСЕГИНГЕО продолжено изучение озер Таджикской ССР уже с целью определения степени их селеопасности.

С 1967 г. начаты исследования по определению устойчивости Усойского завала (Сарезское озеро). Обследован весь бассейн озера с целью определения степени его селеопасности. Проведен комплекс топографических и геофизических работ. В итоге высказано мнение о реальной опасности прорыва Сарезского озера и необходимости дальнейшего продолжения исследований.

В 1968 г. выполнено рекогносцировочное инженерно-геологическое обследование озер Маргужорских, Искандеркуль, Истон, Куликалон (Таджикабад), Казаккуль и Чашма-и-Сангак с целью определения возможности их прорыва. В этот же период аэровизуальными наблюдениями обследованы 94 озера Памира [45]. В 1987 г. вышла монография А.М. Никитина «Озера Средней Азии», где были обобщены все сведения по озерам Средней Азии [23].

В Таджикистане насчитывается 1449 озер общей площадью 716 кв. км [44], (различные исследова-

тели приводят разные цифры, что зависит от исходных материалов, по которым производился подсчет), что составляет 0,5% территории республики. Почти 80% озер и основная их площадь находятся в горных районах республики в интервале высот от 3000 до 5000 м над уровнем моря. Наиболее крупные озера и их тип показаны на карте горных озер Таджикистана (рис. 2). В пределах Кыргызстана насчитывается 1923 озера с площадью зеркала более 0,1 кв. км, из них около 100 озер имеют площадь более 1 кв. км. Схема расположения зон концентрации прорывных горных озер (групп озер) показана на рис. 3.

В конце прошлого столетия из горных озер подробно изучалось только Сарезское, на берегу которого расположена гидрометеостанция Ирхт. Составлены подробные карты глубин озера, температуры и химического состава воды на различных глубинах. Аэровизуальными методом обследованы некоторые небольшие приледниковые озера, угрожавшие прорывом.

Летом 2005 г. было проведено рекогносцировочное обследование высокогорных озер, расположенных вдоль Памирского тракта. Установлено, что небольшие озера обмелели, их площадь уменьшилась. Протока между озерами Ранкуль и Шоркуль превратилась в узкий арык, расстояние между этими водоемами увеличилось. Обмелело и уменьшилось в размерах оз. Сасыккуль. На озере Каракуль заметных изменений не произошло.

Изученность озер Центральной Азии продолжает оставаться крайне неудовлетворительной. Совершенно отсутствуют сведения по таким видам специализированных исследований на озерах, как волнение, течения, трансформация наносов, занесение и заиление озер, переформирование берегов, возможность образования гравитационных деформаций склонов по периметру озера.

## 4. Горные озера как потенциальный источник опасности

Среди опасных природных процессов, характерных для территории Центральной Азии, особой катастрофичностью отличаются селевые потоки, образующиеся при прорывах горных озер. В зону их поражения попадают многие населенные пункты, автодороги, линии электропередач и трубопроводы, земельные угодья и пастбища.

Как было отмечено выше, на территории Центральной Азии насчитывается 5 600 озер, из них большее число — горные. Сосредоточение большого числа озер в горных областях объясняется климатическими и морфолого-гидрографическими особенностями этих областей, так как горы Центральной Азии служат аккумулятором влаги, формирующим сток рек региона, а также наличием благоприятных геоморфологических и геотектонических условий [23]. Комплексные исследования горных озер на предмет их прорывоопасности проводились, но недостаточно, в связи с чем информации об устойчивости плотин и возможности их разрушения и прорыва также недостаточно.

Горные озера условно можно разделить на непрорывоопасные и прорывоопасные. Первых значительно больше, чем вторых. Прочные плотины имеют 50–60% озер, еще 20–30% образовались в глубоких западинах на площади развития древних морен (типа Арабельских сыртов) и также являются устойчивыми. Лишь 20–30% от общего числа озер имеют непрочные плотины, состоящие либо из моренно-ледниковых образований, либо из рыхлообломочных слабосвязанных отложений. Такие плотины могут разрушаться под действием ряда факторов. В этом случае происходят прорывы озер, которые зачастую имеют катастрофические последствия для жителей нижерасположенных долин и равнин.

Следует подчеркнуть, что часть озер в процессе своего развития, а также в процессе развития геологической ситуации своего района может переходить из одной группы в другую. Так, сильные землетрясения могут вызвать прорыв озер с самыми устойчивыми плотинами. С другой стороны, по мере перехода моренно-ледникового комплекса в моренный (таяние погребенных льдов), моренно-ледниковое озеро переходит в моренное. Тем не менее, разделение горных озер на две группы имеет большое значение как для их изучения, так и для практического использования.

В результате обследования плотин озер и озерных ванн выявляются критерии, по которым проводится типизация озер и оценивается степень их прорывоопасности. На прорывоопасных озерах определяется механизм прорыва и строится его модель, по которой рассчитывается величина расхода прорывного потока. Определение расхода прорывного потока является очень важным параметром прорывоопасных озер, так как от его величины во многом зависит возможность трансформации прорывного потока в селевой и размер границ селевого поражения.

Горные озера, как правило, относятся к удаленным геологическим угрозам (с точки зрения расстояния, а не времени), так как зарождаются в высокогорных районах, вдали от населенных пунктов. Они расположены преимущественно в высокогорье, в безлюдной местности. Горные озера содержат запас воды, которая при определенных условиях может обладать огромной разрушительной силой. Поэтому горные озера следует относить к особо опасным источникам стихийных бедствий.

Как показали исследования последних десятилетий, изменение климата вызывает значительные изменения состояния окружающей среды, в том числе отмечается тенденция уменьшения снежно-ледового покрова. Повышается вероятность появления новых горных озер и формирования на них плотин, связанных с ледниковым фактором.

Кроме того, ускорившийся в последнее время процесс глобального потепления вызывает образование озер и повышение границы вечной мерзлоты. Последний приводит в движение огромное количество рыхлообломочного материала, ранее

сцементированного льдом. Этот материал уже подвергается воздействию различных гравитационных склоновых процессов, которые часто проявляются в виде селевых потоков или других, более медленных смещений масс. Оползни, каменные глетчеры, сели могут создавать завалы в долинах и таким образом, перекрывать русла рек. Кроме того, оползни могут сходиться непосредственно в озеро, что может вызвать образование опасного паводка с катастрофическими последствиями для населения, проживающего ниже по течению реки. Хотя физическую причину многих природных событий нельзя устранить, геологические и гидрологические исследования, передовые инженерно-технические методы, осведомленность, готовность и эффективное обеспечение соблюдения правил землепользования и расселения людей могут помочь снизить эти риски.

Несмотря на неоднократно предпринятые попытки исследования горных озер на предмет изучения их прорывоопасности и возможного их воздействия на окружающую среду и население, в настоящее время не существует подробного перечня ледниковых и прорывоопасных озер для горных стран Центральной Азии. Поэтому чрезвычайно важно провести инвентаризацию и обследование гляциальных озер для получения данных

о прорывных озерах, которые могут спровоцировать паводки и сели и нанести ущерб населению нижележащих речных долин.

Последнее событие, связанное с формированием селевого потока, спровоцированного прорывом горного озера, произошло в Таджикистане в 2002 г. в верховьях р. Даштдара (бассейн р. Шахдара). Прорывная волна из гляциального озера вызвала крупномасштабный селевой поток общим объемом в 1,2 млн. м<sup>3</sup> осадков, который частично разрушил кишлак Дашт и послужил причиной гибели 24 человек (фото 1).

Другой потенциальный источник опасности в Таджикистане — Сарезское озеро. Общий ущерб от прорыва этого озера оценивается в 5 млрд. долл. США. Воздействию катастрофы при прорыве озера будут подвергнуты территории Таджикистана, Афганистана, Узбекистана и Туркменистана.

В Кыргызстане в настоящее время прорывоопасными считаются более 200 озер. Из них наибольшую угрозу представляют озера следующих типов: ледниковые (оз. Мерцбахера в Центральном Тянь-Шане), моренно-ледниковые (оз. Петрова в Верховьях р. Нарын) и завальные (оз. Кельтор и Минжилки).

За 1990–2005 г. произошло 672 случая селей и паводков, в том числе и от прорывов горных озер. Плановое, регулярное изучение горных прорывоопасных озер в Кыргызстане началось с 1966 г., после катастрофического прорыва оз. Яшилькуль в бассейне р. Исфайрамсай 18 июня 1966 г. 15 августа 1966 г. вышло постановление Совета Министров Киргизской ССР о необходимости обследования высокогорных озер республики в целях предупреждения селевой опасности.



Фото 1. Конус выноса гляциоселя в кишлаке Дашт

## 5. Горные озера как потенциальный источник питьевого водоснабжения, ирригации, рекреации и развития горного туризма

Вопросы рационального, комплексного использования и охраны горных озерных вод Центральной Азии являются весьма актуальными.

Исследования показали, что водные ресурсы средних и малых горных озер оцениваются в 51,1 км<sup>3</sup>. При этом 93 % объема вод сосредоточено в озерах

Каракуль (26,6 км<sup>3</sup>),  
Сарезское (16,1 км<sup>3</sup>),  
Яшилкуль (0,52 км<sup>3</sup>),  
Сонг-Кель (2,8 км<sup>3</sup>),  
Чатыр-Кель (0,61 км<sup>3</sup>),  
Карасу (0,22 км<sup>3</sup>),  
Сарычелек (0,49 км<sup>3</sup>),  
Искандеркуль (0,17 км<sup>3</sup>) [23].

Горные озера являются потенциальным источником чистых пресных и ультрапресных вод. При этом их основные водные ресурсы сосредоточены в одном из крупнейших завальных озер мира — Сарезском, где содержится более 60 % водных ресурсов пресных вод горных озер Центральной Азии.

Использование водных ресурсов Сарезского озера позволило бы существенно повысить гарантированную водоотдачу для целей орошения в бассейне р. Амударья, особенно в крайне маловодные годы, а также решить энергетическую проблему для населения Западного Памира. Таким образом, Сарезское озеро могло бы стать есте-

ственным водохранилищем комплексного назначения.

Не до конца изучены перспективы использования горных озер в качестве высоконапорных гидроэлектростанций. Есть информация, что вероятная мощность деривационной ГЭС для Сарезского озера — около 500 тыс. кВт. Однако отсутствие мощной материально-технической базы и опыта не позволяют пока осуществить строительство такой ГЭС. Вместе с тем, хорошим примером строительства ГЭС на базе горных озер может служить использование вод горного оз. Яшилкуль на Западном Памире в качестве гидрорегулирующего сооружения для ГЭС «Памир-1».

В принципе, на каждом горном озере, имеющем поверхностный сток, можно установить мини-электростанцию. В Кыргызстане пока это сделано только на оз. Аккуль (в бассейне р. Кокемерен). Здесь на вытекающем из озера ручье установлена электростанция мощностью около 5 кВт для водоснабжения села Аккуль.

В настоящее время горные озера рассматриваются, в первую очередь, как объекты опасности. По другим направлениям озера недостаточно изучены и используются весьма ограниченно.



Фото 2. Турбаза на оз. Искандеркуль

Как источник водоснабжения в Кыргызстане используется оз. Петрова (верховье р. Нарын) моренно-ледникового происхождения. Оно обеспечивает работников золотодобывающего рудника Кумтор питьевой и технической водой. Другие случаи использования вод горных озер для орошения не известны.

В перспективе возможно использование вод горных озер для водоснабжения населенных пунктов и хозяйственных объектов. Особенно перспективны завальные озера, так как они расположены на небольшой высоте и более доступны, чем озера других типов. Кроме того, в завальных озерах содержится большие объемы воды хорошего качества. Еще в 1871 г. А. П. Федченко при обследовании территории Туркестана указывал на реальную возможность использования вод оз. Искандеркуль в целях орошения земель долины р. Зеравшан.

В последние годы усиливается интерес к целебным свойствам некоторых озер и возможности их использования в бальнеологических целях. Это, прежде всего, вода и грязи того же оз. Иссык-куль и небольших соленых озер, расположенных по его берегам Каракель и Тузкель. Во внутреннем Тянь-Шане привлекает внимание оз. Саманкель в бассейне р. Алабуга. Вода в этом озере содержит до 2 г натрия и калия на 1 л при общей минерализации 6,6 г/л. Состав воды гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый. Святым озером с лечебной водой среди местного населения считается оз. Кутманкель в бассейне р. Майлисай.

Горные озера являются объектами туризма и отдыха. Широко известны базы отдыха на озерах Иссык-куль, Искандеркуль, Шинг, Куликалон. Многие горные озера включены в списки интересных туристических объектов.

## 6. Мониторинг горных озер

Система мониторинга и органы, осуществляющие его, определены законодательством стран Центральной Азии. Это, прежде всего, государственные службы, созданные с целью наблюдения за процессами, происходящими в окружающей среде, их оценки, прогноза и обеспечения информацией заинтересованных организаций и населения.

Существующая в странах Центральной Азии государственная система наблюдений и статистической информации характеризуется разнообразием источников, а также методов сбора и обработки полученных данных.

Информация по состоянию окружающей природной среды собирается, обобщается и распространяется как центральной статистической службой, так и министерствами и ведомствами, ответственными за политику в этой области.

Мониторинг природных и техногенных аварийных ситуаций и стихийных бедствий проводит МЧС; на гидрометеорологические службы возложено ведение мониторинга состояния естественных водных ресурсов и динамики их развития.

После распада Советского Союза систематизированные наблюдения за состоянием окружающей среды и динамикой развития природных явлений и объектов региона, а также работа по их прогнозированию резко ослабли. Значительно упало финансирование государственных специализированных организаций, ответственных за проведение мониторинга природной среды. Формирование их потенциала в странах Центральной Азии будет зависеть от экономического развития.

Вместе с тем в странах Центральной Азии (особенно в Кыргызстане и Таджикистане) сегодня мы имеем:

- несовершенную институциональную структуру управления в вопросах ведения мо-



- мониторинга природной среды и некоторое дублирование функций;
- не до конца определенные приоритетные направления объектов и среды ведения мониторинга;
- отсутствие интегрированной методологии оценки состояния окружающей среды (взаимосвязь и взаимообусловленность с социально-экономическими вопросами);
- отсутствие необходимых ресурсов высококвалифицированного кадрового потенциала в соответствующих ведомственных службах, осуществляющих мониторинг;
- недостаточное использование методов ГИС.

Важной проблемой для стран Центральной Азии является мониторинг рисков от прорыва горных озер и возможность раннего оповещения об этом населения. Решение этой задачи является важным фактором в снижении риска стихийных бедствий и «смягчении» их последствий.

Определенное содействие в создании сети гидрометеорологического мониторинга и изучения динамики природных процессов оказывают международные организации.

Например, благодаря осуществлению международных проектов ВБ, Фонда Ага-хана и др. Усойская плотина Сарезсокого озера в настоящее время оснащена современной системой раннего оповещения и системой мониторинга за ее состоянием. Население, проживающее вдоль русла реки, имеет соответствующие знания и навыки и сможет своевременно принять соответствующие меры в случае прорыва озера.

В связи с этим усовершенствование систем раннего оповещения является действенным способом увеличения эффективности готовности и реагирования на стихийные бедствия, благодаря которому сократится число жертв среди населения и уменьшится социально-экономический ущерб.

На базе Информационно-аналитического центра Таджикистана, созданного при МЧС республики, образована научно-технологическая инфраструктура, необходимая для проведения исследований, наблюдений, анализа, картографирования,

и там, где это возможно, прогнозирования природных и связанных с ними бедствий. Также разрабатывается соответствующая информационная база, апробируются инновационные научные и технические методы для оценки рисков, мониторинга и раннего оповещения, внедряются методы космических технологий, дистанционного наблюдения, прогноза погодных-климатических условий, систем географической информации, моделирования бедствий, систем оценки рисков и раннего предупреждения [8].

По характеру расположения прорывоопасных озер на территории Кыргызстана выделено 10 зон их концентрации. Озера каждой зоны объединены в одну группу. Кроме того существует группа разрозненных озер, которые по одному или по 2-3 разбросаны по территории республики. В этой группе насчитывается 22 озера. Схема концентрации прорывных горных озер (групп) показана на *рис. 3*.

Своеобразие зон обусловлено зоной их концентрации. Поэтому в сеть мониторинга должны быть включены озера разных зон. В каждую зону входят озера различных типов: ледниковые, моренно-ледниковые, моренные, завальные. Из них в сеть мониторинга необходимо включить озера наиболее представительных типов из каждой зоны. Кроме этого, необходимо учитывать состояние озера. Озера в прорывоопасном состоянии должны быть в режиме постоянного наблюдения.

Так как горные озера — объекты весьма динамичные, то сеть мониторинга должна изменяться в зависимости от их состояния. Она должна постоянно пополняться новыми объектами, а ранее учтенные озера после стадии прорыва будут исключаться из нее.

Методику проведения режимных наблюдений на озере в процессе его мониторинга, а также регулярность предлагается определять на месте, в зависимости от конкретной ситуации: возможности подъездов и подходов к озеру, климатических и погодных условий, характера развития озера в каждой зоне концентрации.

В Республике Узбекистан, ввиду отсутствия унифицированной системы представления информации

по селевым потокам и прорывоопасным озерам при проведении мониторинга Главгидрометом разработана программа в виде двух блоков — «Селеопасные явления» и «Прорывоопасные озера». Для второго блока разработан раздел «Народохозяйственные объекты, расположенные в зонах повышенной селеопасности, и влияние на них прорывоопасных озера». В разделе даны основные причины развития процесса и параметры его проявления, характер угрозы объекту и рекомендации профилактических работ во избежание опасности селевых явлений. Перечислены также объекты зоны затопления в случае прорыва озера, произведен расчет времени «добегания» паводковой волны. Кроме того, разработана система «Гидрометеорологического мониторинга горных озер», в которой дается оценка современного состояния и тенденций изменения основных характеристик гидрометеорологического режима наиболее крупных прорывоопасных водоемов на территории Узбекистана, определены приоритеты необходимых наблюдений и разработаны планы и программы кратко-, средне- и долгосрочных задач по их реализации. Предлагаются варианты комплектации техническими средствами мест наблюдений, обработки, передачи и анализа гидрометеорологической информации.

Возможно, было бы целесообразно изучить этот опыт соседним странам Центральной Азии с целью его реализации в регионе. Необходимо также учитывать трансграничный характер большинства прорывоопасных озер, их расположение на территории одного государства и возможность нанесения ущерба соседним. К решению этой задачи целесообразно приступать с началом восстановления наблюдательных сетей в областях формирования стока.

## 7. Правовая и институциональная основа в вопросах исследования горных озер

Снижение рисков стихийных бедствий относится к сфере ответственности МЧС, которые были созданы в странах Центральной Азии для разработки и реализации политики, направленной на предотвращение чрезвычайных ситуаций, защиту жизни людей и минимизацию ущерба. Эти министерства координируют деятельность различных ведомств, региональных и местных органов управления по разработке и реализации планов действий в чрезвычайных ситуациях. На МЧС возложены также функции обучения местного населения, государственных служащих правильному реагированию при возникновении чрезвычайных ситуаций, управлению государственными резервными фондами, материальными и техническими ресурсами, включая продовольствие и медикаменты.

Страны Центральной Азии добились разной степени успеха в разработке планов подготовки к чрезвычайным ситуациям.

Политика в области чрезвычайных ситуаций стран Центральной Азии в настоящее время содержит региональный механизм, действующий на основе сотрудничества стран СНГ в рамках Межгосударственного совета по чрезвычайным ситуациям при стихийных бедствиях и техногенных катастрофах. В компетенцию совета входит подготовка соглашений о сотрудничестве, разработка и осуществление технических программ в

### Вставка 1

*Страны ЦА в 2005 г. (за исключением Туркменистана) присоединились к Хиогской декларации и Рамочной программе действий на 2005–2015 г., призывающим к снижению степени опасности стихийных бедствий и развитию международного сотрудничества в этой области.*

## Законодательная основа в странах Центральной Азии

### Кыргызстан:

- Закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (принят 24 февраля 2004 г.).
- «Порядок определения зон паводкового и селевого поражения при прорывах горных озер на территории Кыргызской Республики» (2001 г.).
- МЧС республики ежегодно составляет региональный прогноз возможных проявлений природных процессов в следующем году, включая прорывы горных озер.

### Таджикистан:

- Закон «О гражданской обороне» (1995 г.).
- Закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (2004 г.).
- Закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» (2003 г.).
- Закон «О фонде ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» (1993 г.).
- Внебюджетный фонд ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (1993 г.).

- Постановлением Правительства Республики Таджикистан при МЧС было организовано агентство «Сарез», на которое было возложена ответственность за обеспечение предупреждения и подготовки населения, проживающего в районах, находящихся в зоне возможного прорыва оз. Сарез (2002 г.).

### Узбекистан:

- Нормативный акт «О классификации чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и экологического характера» (1998 г.).
- Закон «О защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1999 г.).
- Нормативный акт «О государственной системе предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях» (2001 г.).
- Нормативный акт «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации последствий, связанных с пропуском паводковых и селевых потоков, оползневыми явлениями» (2003 г.).
- Правовыми актами стран Центральной Азии определены вопросы страхования населения от стихийных природных бедствий.

области предотвращения катастроф и смягчение их последствий, интеграция национальных систем, а также обучение и обмен опытом между соответствующими ведомствами.

Принятое в 1998 г. странами Центральной Азии (кроме Туркменистана) Соглашение о совместном использовании трансграничных рек, водохрани-

лищ и водной инфраструктуры предусматривает создание основы для совместной деятельности по «смягчению» последствий, вызванных весенними паводками, оползнями и другими стихийными бедствиями. Создана Межгосударственная рабочая группа по обсуждению природных бедствий, имеющих общий региональный характер.

## 8. Характеристика горных озер и факторы, обуславливающие их образование

### 8.1. Классификация горных озер

Горные озера ЦА представлены большим разнообразием и по размерам, и по очертаниям. Генезис горных озер зависит от различных взаимообусловленных факторов, имеющих как эндогенное, так и экзогенное происхождение. Для горных территорий происхождение озер связано в основном с процессами новейших тектонических движений и высокой сейсмичностью, составом горных пород, слагающих озерные плотины, активностью оползневых, обвальных и других склоновых процессов. Важное место в формировании и развитии озер играют климатические факторы, такие как осадкообразование, влагообеспеченность и температурный режим, факторы, связанные с процессами оледенения, динамикой снежно-ледового покрова и т. п.

Существует множество классификаций горных озер. Одни исследователи основывают классификацию на ландшафтных признаках, другие — на генетических, третьи используют комбинированные подходы.

#### По ландшафтному признаку

а). **Ледниковые** озера, расположенные на леднике или подпруженные им, их котловины частично или полностью состоят из «тела» ледника.

- б). **Моренные** озера, расположенные на поверхности современных морен (конечных, боковых, срединных)
- в). **Горно-долинные** озера, расположенные в горных долинах вне современных ледниково-моренных комплексов. В эту группу входят и озера, расположенные на древней морене.

#### По генезису

(Г.А. Керносов [44])

**Тектонические** озера, возникшие в результате горообразовательных процессов при движении земной коры (сбросы, сдвиги). Отличаются большими размерами и глубинами.

**Завальные** озера, образовавшиеся вследствие обрушения массы пород со склонов гор в русло реки при обвалах, оползнях, в основном при сейсмических колебаниях земной коры. Обычно такие озера находятся там, где имеется глубокий эрозионный врез или крутой склон долины.

**Западинные** озера, образовавшиеся в понижениях рельефа и не имеющее ярко выраженной плотины.

**Гляциогенные озера** обязаны своим образованием деятельности как современного, так и древнего оледенения. В свою очередь их можно разделить на ледниковые, каровые, зандровые и моренные озера. Они занимают наиболее верхние зоны территорий в интервале высот 4000–4500 м над уровнем моря и подпитываются талыми водами снега и льда. Их отличают значительные амплитуды колебания воды. Сток происходит переливом воды через естественную плотину или путем фильтрации сквозь морены.

**Моренные** озера, образовавшиеся в углублении, выработанном древней мореной. В формировании чаши их участвуют отложения древней морены.

**Запрудные** озера, образовавшиеся в результате перекрытия русла основной реки или бокового притока движущимся ледником, сравнительно быстро продвигающейся современной мореной,

древними лавовыми потоками или отложениями селя.

**Термокарстовые** озера, котловина которых образовалась в результате неравномерного протаивания льда на поверхности и просадок, возникающих вследствие развития термокарста в «теле» ледника или морены.

**Зандровые** озера, образовавшиеся в результате подпруживания вод, стекающих из-под ледника, современными флювиогляциальными отложениями.

**Гидрогенные озера** — провальные, водно-аккумулятивные и водно-эрозионные. Провальные озера в свою очередь представлены карстовыми, суффозионными и термокарстовыми. Последние образуются в областях многолетней мерзлоты за счет вытаивания погребенного льда. Расположены такие озера в интервале высот 3000–4500 м над уровнем моря.

Если озеро образовалось в результате нескольких причин, то употребляется комбинированное название по генетическим признакам, например: завально-тектоническое и т.д.

Как видно из выше изложенного, классификации горных озер примерно одинаковы. В то же время трудность состоит в определении типа плотин горного озера. Вместе с тем, от правильного определения причины образования озера зависит правильность прогнозирования его состояния, то есть будет оно прорывоопасным или нет.

В Кыргызстане С.А. Ерохиным и О.А. Подрезовым разработана классификация по принципу прорывоопасности горных озер. По характеру состава и строения плотин горные озера делятся на следующие типы:

**Непрорывоопасные:** 1) тектонические; 2) моренные; 3) ригельные; 4) завальные.

**Таблица 2.** Классификация озер Средней Азии по А.М. Никитину [23]

Группа	Тип	Подтип
Горные озера	–	–
Тектонические	Межгорные впадины, внутригорные впадины, завальные платформенные прогибы	–
Гляциогенные	Ледниковые, каровые, зандровые, моренные	–
Гравитационные	Обвальное-оползневые, снеголавинные	–
Гидрогенные	Провальные, водно-эрозионно-аккумулятивные	Термокарстовые, карстовые суффозионные, дельтовые, старицы, плесово-конечные, лагунные
Дефляционно-соровые	–	–

**Таблица 3.** Классификация озер по типу плотин по Ж. Шнайдеру [40]

Тип	Описание
A	Озера с гляциальными плотинами или расположенные на льду
B	Озера, запруженные мореной (водоемы, образовавшиеся в углублениях, оставленных старыми «языками» ледников)
C	Озера, плотины которых образовались в результате движения масс (оползней или обвалов)
D	Большие озера, имеющие композитные плотины (моренная плотина и обвальная масса)
E	Озера на коренных породах, имеющие плотины с устойчивой гидрологической структурой

**Прорывоопасные:** 1) ледниковые; 2) моренно-ледниковые; 3) моренные; 4) завальные.

В составе некоторых прорывоопасных озер выделяются подтипы, отличающиеся друг от друга (внутри типа) по генезису плотин, морфологии озерных ванн, по условиям питания и стока:

1. Ледниковые — термокарстовые и подпруженные озера, озера протаивания и внутриледниковые емкости.
2. Моренно-ледниковые — озера внутриморенных депрессий и термокарстовых воронок.
3. Завальные– завально-обвальные и завально-селевые.

Озера каждого типа и подтипа имеют свои характерные признаки, которые очень важно знать, чтобы определить действительно прорывоопасные.

## Непрорывоопасные озера:

**Тектонические озера** приурочены к межгорным и внутригорным впадинам. Их на территории Кыргызстана три: Иссык-куль, Сонкуль, Чатыркуль. Они достигают огромной площади и объема. Первое и третье из них не имеют стока, второе проточное.

**Ригельные озера.** Для этих озер характерны следующие признаки, определяющие устойчивость их плотин:

1. Плотина представлена скальным ригелем. Ригель обнажен или частично перекрыт чехлом рыхлообломочных отложений.
2. В гребне скального ригеля имеется понижение. Это, так называемая, плотинная перемычка, через которую стекают озерные воды. Русло водотока, вытекающего из озера, на ригельном участке обычно выполнено скальными породами.
3. Сток воды из озера через плотинную перемычку происходит в устойчивом режиме. Этим путем сбрасываются все «излишки» озерной воды. Плотинная перемычка является порогом стока.

Фациальный анализ отложений, слагающих плотины озер и борта озерных ванн показывает, что они представлены, в основном, фациями древних подкомплексов: позднеголоценовыми, раннеголоценовыми, верхнеплейстоценовыми моренами, раннеголоценовым коллювием и делювием. Широкий диапазон возраста отложений, слагающих плотины озер и борта озерных ванн, свидетельствует о весьма продолжительном сроке «жизни» ригельных озер, достигающем нескольких тысяч лет. Этот факт доказывает, что ригельные озера являются устойчивыми природными образованиями.

**Моренные озера.** Тоже могут быть «долгожителями», если в них по мере таяния ледниковой составляющей их плотин, развивается поверхностный сток, и они переходят в группу непрорывоопасных озер. Хорошо развитая система притока и оттока воды обуславливает долгую жизнь (сотни лет) моренных озер. Моренные озера, сформировавшиеся во внутриморенных депрессиях, в настоящее время являются проточными и имеют объемы до нескольких миллионов кубических метров (оз. Чокоркель в верховьях долины р. Джуука — 6.1 млн. м<sup>3</sup>, озеро Чонкуркель, в верховьях долины реки Барскаун — 4.4 млн. м<sup>3</sup>). В составе отложений, слагающих плотины и борта ванн моренных озер, нет погребенного и мореннодержавшего льда. Чаще всего эти отложения представлены ледсодержащими (ледсегрегационными) моренами и мерзлыми породами коллювиального, делювиального, пролювиального и аллювиально-пролювиального генезиса. Такой состав плотин обеспечивает их устойчивость.

**Завальные озера** образуются на днищах горных долин, выше мощных селевых завалов. После прорыва таких завалов озера обычно исчезают. Однако возможны случаи, когда озерная ванна опорожняется лишь частично. У озера появляется поверхностный сток. Оно переходит в спокойный режим развития и может существовать сотни лет. К таким относятся, например: оз. Кок-Мойнок в бассейне р. Туюк-Иссыккатынской, оз.Чон-Аксу-среднее в долине р. Чон-Аксу.

## Прорывоопасные озера

**Ледниковые озера.** Ванны термокарстовых ледниковых озер формируются на поверхности современных ледников в термокарстовых воронках и понижениях. Особенно благоприятны для формирования термокарстовых воронок прибортовые участки ледников. Типичным в этом случае является оз. Джарды-Каинды Восточное на северном склоне Кыргызского хребта. Объемы таких озер могут составлять несколько десятков тысяч кубических метров.

**Ледниковые озера подпруженного подтипа** образовались в результате подпруживающего действия ледников. Для широко известного оз. Мерцбахера это действие оказывает ледник главной долины Южного Иньльчека по отношению к боковой долине Северного Иньльчека. Прорывы оз. Мерцбахера происходят один раз в 2-3 года. В отдельные годы это озеро прорывалось дважды. Так было в 1966 г. К прорывоопасным относится также оз. Бузулгансу.

В процессе аэровизуального обследования наблюдалась еще одна разновидность ледниковых озер — **образовавшиеся на поверхности ледников в процессе их протаивания.** Однако эта разновидность не вызвала большого интереса потому что, во-первых, ледниковые плотины таких озер расчленены множеством трещин, по которым талые воды уходят внутрь ледников и по внутриледниковым каналам стекают к их периферии, то есть условий для накопления на поверхности ледника больших объемов воды нет; во-вторых, расход прорывных потоков из таких озер зависит от пропускной способности внутриледниковых каналов, а она обычно невелика и не превышает 10-20 м<sup>3</sup>/с. Это обуславливается разветвленностью каналов и значительной их извилистостью, что увеличивает силы сопротивления движению воды и резко уменьшает пропускную способность каналов. Кроме этого, борта и кровля внутриледниковых каналов состоят из прочного чистого или мореносодержащего льда. Поэтому внезапное расширение каналов невозможно (*фото 3*).

К прорывоопасным можно отнести **внутриледниковые озера**, которые образуются во внутриледниковых емкостях. Они невидимы с поверхно-

сти и проявляются во время непосредственного их прорыва. Такие прорывы обычно обуславливают формирование мощных гляциальных селей. Внутриледниковые емкости образуются далеко не на каждом леднике, а там, где имеются ледопады со сложной разветвленной системой внутриледниковых каналов.

Прорывы внутриледниковых емкостей — весьма распространенное явление. Часто они обуславливают формирование мощных гляциальных селей. Наиболее яркими примерами таких селевых потоков являются сели в долине р. Аксай (бассейн р. Ала-Арча, на северном склоне Кыргызского хребта), в долине р. Ангысай (бассейн р. Тон, на северном склоне хребта Терскей-Алатоо).

**Моренно-ледниковыми** являются озера, сформировавшиеся на поверхности моренно-ледниковых комплексов. Наиболее прорывоопасные озера этого типа образуются на днищах внутриморенных депрессий, однако в последние годы после Шахимарданской трагедии 1998 года, привлекли к себе внимание озера термокарстовых воронок.

**Озера внутриморенных депрессий.** Ванны озер этого подтипа образуются во внутриморенных депрессиях после отступления ледника. Днище и борта депрессий состоят из водоупорных пород, представленных следующими разновидностями:

- 1) чистый лед;
- 2) мореносодержащий лед;
- 3) ледсодержащая морена;
- 4) мерзлые рыхлообломочные породы.

Условия оттока талых вод из депрессии через такой водоупорный экран весьма затруднены. Поэтому на днищах внутриморенных депрессий скапливается вода. Она нагревается солнцем до 8°–10°. За счет ее тепла протаивается лед и ледсодержащие породы на днище и бортах депрессии. Формируется озерная ванна. Объем воды в таких ваннах может достигать более 1 млн. м<sup>3</sup>. Например: оз. Четынды, объемом 1400 тыс. м<sup>3</sup>; оз. Петрова, объемом 50 млн. м<sup>3</sup> (*фото 4*).

В зависимости от соотношения притока талых вод во внутриморенную депрессию и их оттока озер-

ная ванна может охватывать либо часть депрессии, либо почти все ее днище.

Развитие озерной ванны зависит от двух факторов: 1) термокарстовой активности талых вод; 2) состава и строения моренно-ледниковых образований, слагающих днище и борта ванны.

Выделяют три типа ванн озер: 1– сформированные непосредственно у «языков» ледников, 2– отступившим от них ледником; 3– эпизодически заполняемые водой. Первые развиваются во всех направлениях, преимущественно в сторону отступающего ледника, вторые уже миновали активный этап своего развития и находятся в спокойном режиме и только третьи являются прорывоопасными. Самым сложным в объяснении и прогнозировании процесса прорыва этих озер является механизм закупорки каналов стока. Он пока еще недостаточно изучен.

**Озера термокарстовых воронок** — это своеобразный подтип моренно-ледниковых озер. Термокарстовые воронки образуются, в основном, на гребнях валов конечных морен, боковых и фронтальных, и на поверхности конечно-моренных «языков». Чаще всего они приурочены к участкам расширения и углубления внутриморенных каналов стока. Их количество на больших конечно-моренных комплексах может достигать нескольких десятков.

Термокарстовые воронки появляются на участках протаивания погребенного льда. Механизм их формирования пока изучен слабо. Вероятнее всего, они являются результатом действия термокарстовых процессов на участках повторно-жильных или трещинных льдов. Вода в воронках скапливается за счет таяния льдов, слагающих днища и борта воронок, таяния снега, попадающего в воронки. Возможен также сток талых вод с окружающих воронку склонов моренных валов. Площадь бассейна питания воронок весьма невелика и составляет обычно 0.01–0.1 кв. км. Однако в силу затрудненности стока, в воронках может скапливаться значительное количество воды объемом в несколько десятков тысяч кубических метров. Сток воды из воронок подземный и только там, где он затруднен, наблюдается ее скопление. Поэтому об озерах в термокарстовых воронках можно сказать, что они

образуются не из-за значительности водопритока, а в силу затрудненности стока. Прорывоопасность этих озер пока изучена слабо, но Шахмарданская трагедия 1998 г. показала, что прорывы таких озер могут быть весьма опасны. При определенных условиях может произойти протаивание подземных каналов стока и их раскупорка. В этом случае озеро прорывается и расход прорывного потока может достигать несколько десятков кубических метров в секунду. Наиболее прорывоопасны молодые термокарстовые воронки, так как они активно развиваются посредством протаивания погребенного и мореносодержащего льда.

**Моренные озера** располагаются гипсометрически ниже моренно-ледниковых. Плотины этих озер представлены древними моренными комплексами из мерзлых рыхлообломочных слабопроницаемых пород. Их ванны унаследованы от моренно-ледниковых озер раннеголоценового и плейстоценового возрастов. В процессе трансформации моренно-ледниковых озер в моренные к последним переходит от первых прорывоопасность, хотя степень ее значительно уменьшается. У большинства моренных озер развивается поверхностный сток, поэтому они традиционно считались непрорывоопасными. Однако в процессе обследования моренных озер выяснилось, что некоторые из них в определенной ситуации могут стать прорывоопасными.

**Завальные озера.** С землетрясениями и селевыми потоками связано формирование озер завального типа (*фото 5*). В первом случае формируется завально-обвальный подтип, а во втором завально-селевой.

**Завально-обвальные озера.** После грандиозных обвалов горных склонов, обусловленных сейсмическими толчками, на днищах долин формируются мощные завальные плотины, выше которых накапливаются значительные массы воды объемом от нескольких сотен тысяч до сотен миллионов кубических метров. Например, оз. Кольтор, (2,5 млн. м<sup>3</sup>) и оз. Сарычелек (515 млн. м<sup>3</sup>).

Сток из завально-обвальных озер происходит как поверхностным, так и подземным путем. По мере развития озера подземный сток сменяется на поверхностный. Переход одной формы стока в дру-



гую обычно сопровождается катастрофическими прорывами озер (оз. Яшинкуль в 1966 г.), поэтому прорывоопасными среди завально-обвальных являются озера с подземным стоком. Наиболее крупными из них являются озера: Сарычелек (515 млн. м<sup>3</sup>), Кулун Большое объемом 118 млн. м<sup>3</sup>, Кара-Су, — 223 млн. м<sup>3</sup>, Кара-Токо — 49 млн. м<sup>3</sup>. На некоторых завально-обвальных озерах поверхностный сток появляется только при максимальном наполнении их ванн (Кольтор).

Прорывы завально-обвальных озер происходят поверхностным путем через эрозионные прораны. Расходы водотоков при этом достигают от нескольких сотен до первых тысяч кубических метров. По сравнению с моренно-ледниковыми озерами, завально-обвальные прорываются значительно реже, однако их прорывы более разрушительны.

**Завально-селевые озера** образуются на днищах горных долин, выше мощных завалов, сформированных селевыми выносами при выходе их из долин боковых притоков. В течение короткого времени (от нескольких часов до нескольких суток) озерная ванна переполняется и начинается поверхностный перелив через плотинную перемычку и ее эрозионный размыв. В теле плотины формируется проран, через который происходит полное или частичное опорожнение озера. Расход прорывного потока достигает при этом нескольких сотен кубических метров.

## 8.2 Климатические факторы образования горных озер

### Температурный режим

Изменения в одной части климатической системы могут иметь последствия, которые характеризуются тенденцией усиления с течением времени. Например, уменьшение снежного покрова из-за

повышения температуры может снизить уровень отражения солнечной энергии обратно в атмосферу, что, в свою очередь, приведет к увеличению объема энергии, поглощаемой поверхностью Земли. Это приведет к повышению температур и, следовательно, к более активному таянию. Но усиление облачности, вызываемое, возможно, более интенсивным таянием, может уменьшить, например, интенсивность солнечной радиации, достигающей поверхности Земли и, в конечном итоге, снизит температуру у поверхности.

Глобальное изменение климата, обусловленное «парниковым эффектом», стало в настоящее время важнейшей международной и политической проблемой. Климатические изменения будут охватывать практически все сферы деятельности человека.

Генеральная Ассамблея ООН еще в декабре 1988 г. приняла Резолюцию о сохранении глобального климата для нынешних и будущих поколений человечества, в которой отмечается, что проблема изменения климата должна решаться в глобальном аспекте.

Результаты многочисленных расчетов, выполненных с помощью климатических моделей, свидетельствуют о глобальном повышении температуры воздуха в диапазоне 1°–3.5° к 2050 г., что может отрицательно сказаться на социально-экономическом развитии многих стран. Таджикистан, расположенный в аридной зоне и в сложных физико-географических условиях, где присутствуют почти все климатические зоны, является уязвимым в плане негативных последствий изменения климата.

Исходной информацией для оценки изменения статистических рядов температуры воздуха и атмосферных осадков послужили данные месячного разрешения [44]. Для ряда станций восстановлены пропущенные данные наблюдений по температуре воздуха и осадкам. Методика восстановления основана на множественной линейной регрессии с использованием в качестве предикторов синхронных данных. Данные об осадках восстановлены по отдельным станциям из-за низких пространственно-временных корреляционных связей, вызванных большой изменчивостью их выпадения по территории.

За период с 1940 г. по 2000 г. в долинных районах Таджикистана величина изменения средней температуры воздуха положительная и тренд колеблется от 0,3° (Худжанд) до 1,2° (Дангара).

В горных районах тенденция изменения температуры неоднозначна, она отрицательна в районах Хушъери, Рашта и Сангистона (–0,8°; –0,3°), но положительна по остальным территориям в основном 0,4°–0,5° и лишь в Файзабаде и Ишкашиме — 0,8°.

В высокогорье (выше 2500 м над уровнем моря) наблюдается рост годовой температуры на 0,2°–0,4° и лишь в высокогорной котловине оз. Булункуль отмечено понижение температуры (–1,1°).

Графики температуры показывают, что тренды средней годовой температуры воздуха 1940 — 1960 гг. отрицательны. С 60-х годов тренд начинает менять свое направление и становится положительным. Приведенное деление дает возможность говорить о наличии устойчивого потепления климата, начиная с 60-х годов XX в., причем по сравнению с предыдущим периодом изменилась не только величина трендов, но и само их направление. Тенденция потепления сохраняется и в настоящее время.

Исследование влияния климатического фактора на образование и развитие горных озер в Кыргызстане показало, что к концу XX века среднегодовая температура воздуха в связи с глобальным потеплением климата значительно увеличилась, а суммы осадков практически не изменились.

По пяти метеостанциям (МС) Юго-Западного Кыргызстана (ЮЗК) и Внутреннего Тянь-Шаня (ВТШ),

расположенным в диапазоне высот 1,5–3,6 км, приведены рассчитанные нами коэффициенты линейных трендов средних температур воздуха и сумм осадков за период 1930–2000 гг. (табл. 4).

Как видно, в пересчете на 100 лет в среднем по Кыргызстану среднегодовая температура повысилась на 1,6°С (январь на 2,6°С, июль на 1,2°С), а суммы осадков практически не изменились как в году, так и по сезонам. При этом в ЮЗК средние годовые температуры повысились мало (Пача-Ата на 0,6°С), тогда как в высокогорье они возросли значительно сильнее (Сары-Таш на 2,4°С). Годовые суммы осадков в обеих зонах возросли: в среднегорье сильно, на 239 мм, а в высокогорье меньше — на 61 мм. Это составляет соответственно 32% и 16% от нормы.

Во ВТШ, по данным 3-х станций, среднегодовые температуры в пересчете на 100 лет выросли на 1,2°С, причем в январе диапазон увеличения составил 1,1°... 5,2°С, а в июле — 0,5°... 1,9°С. Годовые суммы осадков или практически не изменились (Нарын, увеличение на 11 мм в год) или весьма сильно снизились — на 126 и 167 мм, что составляет 41–47% от нормы.

Таким образом, для территории Кыргызстана, по данным инструментальных наблюдений, в прошлом столетии имело место более высокое, чем глобальное для всей Земли (0,6±0,2°С), потепление климата с изменением роста по среднегорной и высокогорной зонам в пределах 0,6°–2,4°С и очень неоднородным изменениям осадков по территории — от роста на 16 — 32% до уменьшения на 41–47%.

**Таблица 4.** Значения линейных трендов температуры ( $\beta_T$ , °С/10 лет) и осадков ( $\beta_P$ , мм/10 лет) в XX веке.

Область	Метеостанция	Z, км	$\beta_T$ , °С/10 лет			$\beta_P$ , мм/10 лет		
			год	январь	июль	год	январь	июль
ЮЗК	Пача-Ата	1,54	0,06	0,29	-0,01	23,9	1,6	3,6
	Сары-Таш	3,16	0,24	0,37	0,17	6,1	1,0	-0,5
ВТШ	Нарын	2,04	0,12	0,52	0,05	1,1	-4,8	-0,1
	Суусамыр	2,06	0,12	0,05	0,19	-16,7	-0,6	-1,4
	Тянь-Шань	3,63	0,12	0,11	0,12	-12,6	-0,2	-4,4
Кыргызстан		0,16	0,26	0,12	2,3	-0,1	-0,4	

По глобальным климатическим моделям (ГКМ) были сделаны расчеты сценариев будущего климата Кыргызстана на середину — конец XXI века. Значения полученных данных потепления T°C и отношения осадков R по одной из основных моделей приведены в табл.5 и 6.

При этом использованы два сценария выбросов парниковых газов: IS92a — средневысокие выбросы с удвоением концентрации CO<sub>2</sub> к 2100 г. и IS92c — средненизкие выбросы с ростом концентрации на 35%.

Как видно, для сценария IS92a к 2100 г. средняя годовая температура возрастет на 3,0°C, а для IS92c — на 2,4°C. К XXI в. рост составит по обоим сценария 1,4°C. При этом количество осадков существенно увеличится — на 54% и 16% к концу столетия для IS92a и IS92c соответственно. К середине столетия увеличение осадков составит 37 и 18%.

Все это говорит о том, что начавшееся в конце XX в. потепление, скорее всего, сохранит свою тенденцию в течение всего столетия и, возможно, будет сопровождаться существенным увеличением количества осадков. Правда, в отношении осадков выводы следует делать более осторожно, так как фактически наблюдавшиеся изменения в XX в. и сценарии на нынешнее столетие, дают большую неоднородность поля осадков по территории и высотным зонам.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что в будущем следует ожидать увеличения

прорывоопасности горных озер. Такой прогноз обусловлен, в первую очередь, увеличением таяния льда и снега как за счет чисто температурного фактора, так и радиационных условий, что нарушит равновесие в системе «климат — озеро» с возможным таянием вечной мерзлоты, разрушением моренных плотин и дополнительными ливневыми поступлениями в озера больших объемов воды. В этих условиях появляется настоятельная необходимость детального изучения возможных региональных колебаний климата и их влияния на развитие прорывоопасных озер.

## Влагообеспеченность

Атмосферные осадки, как и температура воздуха, относятся к одной из наиболее важных метеорологических величин, являясь основным источником увлажнения суши. Количество атмосферных осадков определяется в основном орографическими условиями и циклонической деятельностью.

При анализе изменений годовых сумм осадков выявлено их значительное колебание во времени и пространстве, и выделяется ряд очень сухих и очень влажных периодов.

Наиболее сухим для всех высотных уровней было десятилетие 1941–1950 гг., а до 1960 г. наблюдался влажный период. Далее, до 1990 г., чередовались отдельные положительные и отрицательные годовые аномалии, затем продолжилось увеличение

**Таблица 5.** Сценарии потепления (ΔT, °C) за год и по сезонам (модель HadCM-2).

Сценарий выбросов	Сезон 2050 г.					Сезон 2100 г.				
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
IS92a	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	3,2	2,6	3,1	3,2	3,0
IS92c	1,5	1,2	1,5	1,5	1,4	2,4	1,8	2,6	2,6	2,4

**Таблица 6.** Сценарии изменения осадков (R) за год и по сезонам (модель HadCM-2).

Сценарий выбросов	2050 г.					2100 г.				
	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень	год
IS92a	1,26	1,17	1,64	1,41	1,37	1,46	1,22	1,84	1,64	1,54
IS92c	1,15	1,09	1,25	1,23	1,18	1,26	1,09	1,06	1,24	1,16

количества осадков. Пик положительных аномалий пришелся на 1999 г., в дальнейшем наступил период с аномально низким количеством осадков.

Годовые колебания в количестве осадков в значительной мере связаны с изменением общей циркуляции атмосферы и могут быть значительны. Для всей территории Кыргызстана экстремально засушливым был 1971 г. с дефицитом количества осадков около 40%.

Для районов, расположенных до 2500 м над уровнем моря, необычно влажным оказался 1969 г., когда сумма осадков превысила норму более чем на 60%. В высокогорьях наибольшее количество осадков выпало в 1953 г. (150% от нормы), хотя и 1969 г. для данной зоны также был аномальным: сумма осадков превысила норму на 40%.

Несколько иная картина наблюдается в трендах осадков. До 90-х годов XX в. наблюдалось в основном тенденция снижения осадков, а затем, в последние 15 лет прослеживается тенденция осадков для большей части территории.

Климатические данные представляют собой одну из наиболее важных информации при стратегическом планировании природопользования и охраны окружающей среды. Изменения в одной части климатической системы могут иметь последствия, которые характеризуются тенденцией усиления с течением времени. Хотя в настоящее время изменение климата носит еще преимущественно естественный характер, под воздействием деятельности человека оно может быть нарушено и возможно превалирование антропогенного фактора.

## Характер стока горных озер

Сток воды в горных озерах происходит в трех формах:

- 1) поверхностный — путем перелива воды через гребень плотинной перемычки (плотинная перемычка — это самый пониженный относительно зеркала воды в озере участок плотины) при подъеме уровня воды в озере выше этого гребня;
- 2) подземный — путем фильтрации и струйного течения через внутриледниковые,

внутриморенные и подземные каналы стока;

- 3) смешанный — путем одновременного действия поверхностного и подземного стоков.

Озера каждого генетического типа имеют все вышеперечисленные формы стока. В развитии ледниковых (кроме внутриледниковых), моренно-ледниковых и завальных озер подземная форма стока свидетельствует о более ранней стадии, на которой находится озеро. На конечном этапе развития озера этих типов обычно имеют поверхностный сток. Исключением являются озера термокарстового моренно-ледникового подтипа, которые по мере старения переходят в моренные озера замкнутых (бессточных) котловин (подобных оз. Чайш-Нижнее на северном склоне Кыргызского хребта.

## Зависимость питания и стока горных озер от гидрометеорологических условий

Накопление воды в озере зависит от гидрометеорологических условий, складывающихся в бассейне его питания. Эти условия определяются рядом факторов:

- температура воздуха и воды в озере в период наполнения озерных ванн;
- количество осадков, выпадающих в бассейне питания озера;
- положение нулевой изотермы в теплый период года;
- величина абляции ледников и снежников.

Роль каждого из вышеперечисленных факторов в питании озер различных типов еще далеко не выяснена, так как для этого нужны дорогостоящие режимные наблюдения. Поэтому при оценке значения каждого фактора в питании озера водой чаще приходится ограничиваться качественными и реже количественными критериями.

**Влияние температуры воздуха и воды.** Повышение температуры воздуха обуславливает увеличение таяния ледников и снежников и вызывает этим рост водопритока в моренно-ледниковые озера и подъем уровня воды в них.

Иная картина наблюдается на завальных озерах. Уровень воды в них почти не имеет суточных колебаний. Подъем или падение его происходит в течение нескольких суток, что свидетельствует о зависимости уровня не от среднесуточных температур воды и воздуха, а, вероятно, от пентадных или среднедекадных температур.

**Количество осадков, выпадающих в бассейне питания озера.** От количества осадков зависит водоприток в озеро. Однако эта зависимость проявляется в сложной форме. Только на некоторых завальных озерах выпадение ливневых дождей вызывает непосредственный подъем уровня воды в них. В питании таких озер большая роль принадлежит временно действующим потокам. Чаще всего выпадение осадков сопровождается понижением температуры воздуха, что обуславливает понижение уровня воды в озере. Особенно это заметно на ледниковых, моренно-ледниковых, моренных и ригельных озерах.

В зимний период горные озера находятся подо льдом, и влияние осадков на водоприток в них проявится лишь в весенне-летнее время, после таяния годовых запасов снега.

**Положение нулевой изотермы в теплый период года.** От положения нулевой изотермы зависит размер площади стока талых вод. Чем выше уровень нулевой изотермы, тем больше ледников и мерзлых пород будут охвачены таянием, тем больше расход потоков талых вод, тем больше водоприток в озеро. Особенно тесно с нулевой изотермой связано наполнение ледниковых и моренно-ледниковых озер, а значит и их прорывоопасность. Анализ прорывов ледниковых и моренно-ледниковых озер за последние 50 лет показывает, что прорывоопасность озер значительно возрастает при подъеме нулевой изотермы до 4500–5000 м.

**Величина абляции ледников и снежников.** Наблюдения за колебаниями уровня воды в горных озерах показали, что в облачные дни, когда солнце закрыто тучами, уровень воды в озерах падает. Особенно заметно это проявляется на ледниковых и моренно-ледниковых озерах, менее заметно на моренных, ригельных и завальных. Падение уровня воды связано с уменьшением водопритока в

озеро в годы с низким уровнем таяния льдов и снежников.

### 8.3. Влияние геодинамических процессов на формирование и развитие горных озер

Геодинамические процессы наиболее интенсивно проявляются в горных районах, где значительная расчлененность рельефа и высокая сейсмическая активность способствуют образованию гравитационных деформаций на склонах. Самый яркий пример действия геодинамических сил на природную среду — это образование Сарезского озера в результате землетрясения в 1911г. Вот уже 95 лет угроза прорыва этого озера висит над долиной р. Бартанг. До сих пор никто с уверенностью не может сказать, устойчива плотина или нет, произойдет спуск Сарезского озера естественным путем или спуск воды из него будет катастрофическим и приведет к огромному числу жертв (только в долине р. Бартанг проживают 17 000 человек).

Гравитационные деформации склонов (оползни, обвалы и др.) при определенных условиях могут формировать вторичные перекрытия в местах уже прорванных плотин или при прорыве их водным потоком. Кроме того, при наличии гравитационных деформаций склонов по периметру озера может возникнуть ситуация перелива воды через плотину с частичным или полным ее разрушением и формированием катастрофического паводка (такой сценарий особенно вероятен при сильных землетрясениях). Поэтому изучение горных склонов по периметру озер имеет большое значение. К сожалению, этот вопрос часто не рассматривается. В лучшем случае даются рекомендации по детальному изучению берегов того или иного озера. С другой стороны, иногда по периметру озера выявляется необоснованно много гравитационных деформаций склонов, которые таковыми не являются. Например, при обследовании берегов

Сарезского озера каменные глетчеры и моренные толщи на его берегах некоторыми исследователями были отнесены к оползням, которые при сходе в озеро могут вызвать образование волны и перелив воды через плотину с ее последующим разрушением. При таком подходе практически все горные озера можно отнести к прорывоопасным. Поэтому при изучении гравитационных деформаций склонов необходимо применять комплексный подход с привлечением широкого круга специалистов.

В целом, при экстремальных условиях (сильные землетрясения, аномально интенсивные атмосферные осадки, резкое повышение температуры) практически все горные озера (за исключением ледниково-котловинных) являются прорывоопасными, поэтому во всех густонаселенных горных долинах, которые в верховьях имеют озера, необходимо определить зоны возможного поражения катастрофическим паводком и принять меры для уменьшения риска от его воздействия.

#### 8.4. Влияние оледенения на формирование и развитие горных озер

В последнее время установлено, что в горах Центральной Азии в позднем плейстоцене ( $Q_{III}$ ) сформировалось горно-долинное полупокровное оледенение центрами его, откуда выдвигались долинные ледники [14]. Мощность ледников в этот период достигала 2,5 км. Такая масса камнесодержащего льда оказывала огромное воздействие на горные склоны долин, превращая V-образные долины в троговые, то есть U-образные. Там, где было «тело» ледника, образовались крутые сглаженные склоны, на которых в благоприятных местах остался чехол морены, который плащеобразно покрывает эти склоны. Впереди себя ледник обычно имел вал напора, содержащий хаотическое нагромождение обломков различного размера, иногда со скальными отторженцами значительных размеров (до 20–50 м в поперечнике). При деградации оледенения этот вал напора оставался на месте, формируя

перемычки на днищах долин. Например, в долинах Памира насчитывается до 6 таких валов напора. Гряды, слагаемые этими осадками, достигают в высоту 100–150 м, при протяженности до 5–6 км (долина р. Муксу в приустьевой части). Гряды асимметричны. Порой они слагают серию подобных гряд, разделенных ложбинами, понижающихся внутрь «языковой» части (например, приустьевая часть долины р. Шитхарв в долине р. Пяндж). Многие исследователи принимают такие валы за обвальные образования, иногда затрудняясь определить, откуда произошел обвал и в таком случае называют сразу оба борта долины (например, Маргузорское озеро (фото б). Очень часто в передней, «языковой» части ледника (цунговый бассейн) образовывались озера, которые в зависимости от строения перемычки (наличия погребенного льда, состава обломков и их размера, количества мелкоземистого заполнителя) существовали в то или иное время. При размыве перемычки, если он проходил у подножия склона, при благоприятных условиях, образовывались гравитационные смещения масс пород (будем их называть обрушениями, так как единой общепринятой классификации, понятной всем специалистам нет), которые заново перекрывали долину и вновь образовывали озеро (к такому типу относятся озера Яшилькуль, Зардев, Ривакуль) (фото 7, 8). У некоторых озер происходил размыв моренной перемычки до определенного предела и затем прекращался из-за наличия в месте размыва крупных глыб коренных пород или выступа скальных пород. В таком случае озеро сохранялось, но уже в меньших размерах (например, озера Ойкуль и Друмкуль в бассейне р. Шахдара). В большинстве случаев сток из таких озер осуществляется путем фильтрации через плотинную перемычку.

Так как оледенение носило пульсационный характер, то на фоне общей деградации оледенения происходили периодические пульсации или вспышки образования ледников, которые приводили к наступанию ледников, но уже в меньших размерах. Каждая такая пульсация заканчивалась образованием конечных валов морен в долинах рек или обширных лопастных «языков» в широких долинах основных рек. Конечные валы морен при выходе из боковых притоков в основную долину образовывали плотинные перемычки в узких долинах рек, за которыми формировались громадные озера (например, Кударинский ледник перекрывал р. Мур-

## Каменные глетчеры в Таджикистане

Каменные глетчеры являются своеобразной формой проявления криогенных процессов в горах. Они подразделяются на горно-долинные (фото 10) и присклоновые (фото 11).

Горно-долинный тип – это скопление обломков, выползающих из цирков или каров в виде длинных (до 3 км) «языков». Относятся к ряду мерзлотно-гляциальных форм рельефа. Одним крайним членом ряда является погребенный под обломками горных пород ледник, другим – сцементированный инфильтрационным льдом крупнообломочный материал обвалов и осыпей. Имеет хорошо выраженные текстуры течения на поверхности и, как правило, крутой (до 350–450) конец «языка». Генезис не ясен. Автор относит их к гляциальному типу.

Присклоновые каменные глетчеры возникают у крутых трещиноватых скальных склонов и иногда, сливаясь между собой, образуют довольно протяженные (до 1–2 км) шлейфы. Строение их аналогично горно-долинным каменным глетчерам. Могут образовывать длинные «языки», стекая в ложбины и промоины.

В большинстве случаев каменные глетчеры представляют собой сложные образования, состоящие из нескольких каменных глетчеров («ступеней»), следующих друг за другом или наложенных один на другой, насчитывающих порой 6–7 и более крупных генераций. Спереди и с боков каменные глетчеры ограничены довольно крутыми уступами (угол естественного откоса и даже круче) с относительной высотой от 1–2 до 40–50 м.

Поверхности каменных глетчеров покрыты грубообломочным материалом, порой до нескольких метров в поперечнике, в реликтовых глетчерах затаянутого мелкоземом.

Выползая из долин-притоков основных долин или из каровых ниш могут перегораживать русло реки и образовывать озера (фото 12). Также каменные глетчеры могут «вползти» в существующее озеро и разделить его на две части. Устойчивость перемычек, образованных каменными глетчерами, зависит от содержания в них льда: чем его больше, тем неустойчивее плотина.

габ), которые затем прорывались, так как конечные морены содержали много льда, что вызывало катастрофические паводки. В долинах основных рек Памира сохранились следы существования таких озер в виде озерных бенчей. В центре лопастных «языков» в широких долинах образовывались озера, некоторые из которых сохранились и в настоящее время (оз. Карадара у перевала Харгуш, озера Чаканкуль и Кукджигит).

Формирование и деградация такого мощного ледяного покрова, причем за относительно короткое время (30–35 тыс. лет) привели к нарушению изостатического равновесия и вызвали резкое увеличение сейсмических сотрясений. Повышение

сейсмической активности после относительно быстрого таяния льда, большая раздробленность горных пород и значительное уменьшение ледяного покрова, выполнявшего роль заполнителя речных долин, привели к резкой активизации гравитационных смещений на склонах. Долины еще больше задавливаются гравитационными блоками, становятся уже и извилистее. Далее формируются мощные толщи подпрудных, селевых и оползневых отложений, образующих многочисленные озера в речных долинах, плотины которых впоследствии размывались и уничтожались. Некоторые реки, которые ранее изменили свои русла, вернулись на «брошенные» участки, некоторые так и продолжают течь в каньонообразных новых долинах

(например р.Бартанг после слияния рек Мургаб и Кудара). В результате создается несоответствие облика речных долин и мощности рыхлых отложений в их днищах (*фото 9*). При отступании ледников образовались озера, некоторые из которых прекратили свое существование, другие остались до настоящего времени. При уменьшении толщи современных ледников наблюдается такая же картина, то есть происходит образование новых горных озер, плотины которых состоят из ледосодержащих отложений. Такие плотины очень неустойчивы, легко размываются и являются потенциальными источниками гляциоселей.

## 8.5. Типы плотин горных озер

Сложность определения типа плотин заключается в том, что большинством исследователей характеризуются их исходя из внешнего облика, фактически не исследуется внутреннее строение слагающих масс пород. Вследствие этого возникают разные толкования в определении типа плотин.

На основе геоморфологических исследований Таджикистана и оледенения Памира [14] предлагается выделять следующие основные типы плотин, за которыми формируются горные озера.

**1. Плотины тектонического типа** довольно редки, так как требуют наличия специфических геологических условий: грабена или рифта, крутого тектонического уступа. Наиболее ярко тектоническое происхождение озер в Таджикистане демонстрирует собой оз. Каракуль на Восточном Памире (*фото 13*).

**2. Плотины завального типа** образуются в результате перекрытия русла реки гравитационными деформациями склонов: обвалы, оползни, обрушения горных пород. Наиболее яркие представители этого типа в Таджикистане — Сарезское озеро (*фото 14*) и оз. Искандеркуль (*фото 15*).

**3. Композитные плотины** образуются при сочетании двух видов перекрытий: моренные отложения (в основном это конечные гряды морен с валами напора) и гравитационные деформации склонов. Первоначально, как правило, образуется моренное перекрытие, которое затем может размываться, и озеро спускается целиком или частично (например, оз. Яшилкуль. Если при спуске озера происходит подмыв склона, то образуется гравитационная деформация его и создается вторичное перекрытие, за которым вновь образуется озеро (оз. Зардев в бассейне р.Шахдара (*фото 16*)).

**4. Моренные плотины** образуются в результате формирования моренного рельефа, то есть сочетания моренных валов, гряд, западин. Это самый многочисленный тип плотин. Находятся повсеместно на высоте более 2500 м над уровнем моря, где распространены моренные отложения. Примерами в Таджикистане могут служить озера Друмкуль (*фото 17*), Куликалон (*фото 18*), Маргзор (*фото 19*), Нофин. Большинство озер данного типа, образованных конечными грядами ледников после их деградации, многие исследователи относят к завальным, что является серьезной ошибкой, так как не позволяет правильно судить об их развитии и устойчивости плотины.

**5. Плотины, образованные движениями каменных глетчеров или селями** из боковых притоков в основные долины. (Примером таких образований является оз. Харкуль в бассейне р. Шахдара (*фото 20*)). В горах Таджикистана распространены в основном плотины, образованные каменными глетчерами (например, оз. Хавраздара в бассейне р. Танымас (*фото 21*)).

Кроме озер образованных вышеперечисленными типами плотин, существуют еще два типа (безплотинные), появление которых обусловлено деятельностью ледников:

**1. Термокарстовые озера** образуются на «теле» ледника или в толщах моренных отложений при наличии в них погребенного льда. Они не имеют ярко выраженных плотин. Образуют преимущественно овальные изометричные формы и характеризуются небольшими размерами (*фото 22, 23*). Являются наиболее многочисленной группой в местах распространения современных ледников.



## Пульсация ледника Медвежий

### 1963 год

Ледник увеличился в длину на 1700 м, по площади – на 1,1 км<sup>2</sup>, объем вынесенного льда составил 140 млн. м<sup>3</sup>. К 18 июня 1963 г., в подпрудном озере накопилось 21 млн. м<sup>3</sup> воды, она пробилась себе путь под ледяной плотиной, и вниз по р. Ванч устремился селевой поток с расходом до 2 тыс. м<sup>3</sup>/с – это в 7 раз больше максимального расхода воды р. Ванч в разгар таяния снегов и ледников! Общий ущерб составил более 1,5 млрд. р. Жертв не было. Через полтора суток в озере осталось всего 3 млн. м<sup>3</sup> воды, туннель под ледяной плотиной обвалился, началось новое наполнение природного водохранилища. К концу июня набралось 15 млн. км<sup>3</sup> воды, произошёл новый прорыв, однако он был значительно слабее первого.

### 1973 год

На этот раз пульсирующий ледник удлинился на 175 м больше, чем в 1963 г., высота его передней части достигала 200 м, а объем вынесенного льда составил 184 млн. м<sup>3</sup> – это был самый мощный из всех его «бросков». К 19 июня, когда в озере накопилось 27 млн. м<sup>3</sup>, а его глубина достигла 110 м, произошёл прорыв. Максимальный расход воды достигал почти 1 тыс. м<sup>3</sup>/с. При этом уровень р. Ванч в райцентре поднялся на 3 м, уровень р. Пяндж у г. Калайхумб (180 км от ледника) – 1,5 м. После прорыва плотины ситуация повторилась:

когда в озере осталось 3 млн. м<sup>3</sup>, туннель закрылся, озеро вновь наполнилось, и 7 июля 1973 года произошёл второй прорыв. При этом расход селя достиг 2 тыс. м<sup>3</sup>/с, уровень воды в р. Ванч поднялся на 6 м. Однако и на этот раз значительного ущерба сель не причинил, так как люди научились с ним бороться.

### 1989 год

Во время этого «броска» ледник Медвежий продвинулся на 1,2 км, увеличился по площади на 0,8 км<sup>2</sup>, объем вынесенного льда составил около 80 млн. м<sup>3</sup>. Но высота ледяной плотины оказалась значительно ниже обычной, поэтому подпрудное озеро было меньше прежних озер, его прорывы происходили неоднократно и имели небольшую величину. Наполнение озера началось 16 июня, а уже 26 июня произошёл первый прорыв с расходом 60 м<sup>3</sup>/с. Объем воды в озере к этому времени едва достиг 4 млн. м<sup>3</sup>. Второй прорыв с расходом 120 м<sup>3</sup>/с произошёл в ночь с 27 на 28 июня. Такие сели проходили по р. Ванч практически незаметно. Максимального объема в 6,1 млн. м<sup>3</sup> озеро достигло к 5 июля, но при прорывах из ледяного туннеля вырывалось не более 50-60 м<sup>3</sup>/с. Эти прорывы никакого ущерба не причинили.

При следующей подвижке в 2001 – 2002 гг. ледник Медвежий не перекрывал долину Абдукагора, озера не образовывалось.

**2. Ледниково-котловинные озера** образуются на плоскогорьях, где во время оледенения формировались ледниковые покровы (так называемые центры оледенения), или в днищах обширных долин. Наиболее крупными из них на территории Таджикистана являются озера Рангкуль и Шоркуль, Турумтайкуль (фото 24), Зарошкуль, Сассыкуль.

Другая причина образования горных озер, которой уделяется недостаточного внимания — это пульсирующие ледники. В Таджикистане на конец 1980 г. насчитывалось 29 пульсирующих ледников. Они периодически активизируются и начинают двигаться, выдвигаясь в основные долины и образуя запруды, которые легко размываются при

накоплении определенного количества воды в озере. Причем, образование запруд может происходить неоднократно в короткий промежуток времени, и прорыв каждой такой запруды приводит к катастрофическому паводку, который трансформируется в селевой поток. Яркий пример такого пульсирующего ледника — это Медвежий в бассейне р. Ванч (*фото 25*). На наш взгляд, регулярные пульсации этого ледника связаны со строением его области питания и транзита. Ледниковый цирк оканчивается довольно высоким и крутым ледопадом. Когда в цирке накапливается избыточное количество льда, он начинает двигаться, так как при определенной мощности лед приобретает пластичные свойства. Масса льда выдвигается на уступ и обрушивается вниз на «тело» ледника, которое в результате пригрузки упавшей массой также начинает двигаться. Подтверждение этому мы находим на примере ледника Российского географического общества (РГО), который находится рядом с ледником Медвежий. В начале 2005 г. на одном из боковых ледников РГО сошла ледниковая лавина, которая вырвалась на «тело» ледника РГО и пригрузила его (*фото 26*). В результате этого при замерах в 2005 г. было установлено, что ледник РГО начал двигаться.

## 9. Оценка прорывоопасности горных озер. Методы оценки

Прорывоопасность горных озер С.А. Ерохин и О.А. Подрезов оценивают по трем категориям.

**1 категория** — озеро находится на стадии прорыва и требуется проведение защитных и профилактических инженерных мероприятий для предупреждения возможных катастрофических последствий;

**2 категория** — озеро приближается в своем развитии к стадии прорыва, однако непосредственной угрозы в это время нет; на озере должны быть поставлены режимные наблюдения;

**3 категория** — озеро имеет предпосылки к прорыву в будущем, однако в настоящее время оно безопасно. Озеро должно обследоваться ежегодно в процессе аэровизуальных наблюдений.

Оценка прорывоопасности озер по категориям позволила выработать рекомендации по устранению или уменьшению опасности прорывов озер. Рекомендации сводятся к следующему:

1. Проведение наземного обследования плотин наиболее прорывоопасных озер с целью определения механизма прорыва и расчета расхода прорывного потока.
2. Обследование селевых очагов, вдоль русла прорывного потока.
3. Профилирование селеопасных горных долин с целью определения зон селевого и паводкового поражения.
4. Проведение различного рода профилактических мероприятий для недопущения переполнения озера.
5. Строительство селеотводящих дамб;
6. Строительство селехранилищ и защитных плотин.

Особенности оценки прорывоопасности озер каждого генетического типа рассматриваются на примере конкретных, наиболее типичных озер.

## 9.1. Модели прорывов горных озер. Определение расхода прорывного потока

Для определения расхода прорывного потока необходимо иметь представление о механизме прорыва озера, а также знать значения ряда расчетных параметров, характеризующих строение плотины и ванны озера. Прорывы озер разнообразны по характеру, однако по главному механизму сброса воды из озера через «тело» плотины прорывы разделяются на два типа: подземный и поверхностный. По модели первого типа сток воды происходит через подземный канал (возможно, разветвленную сеть каналов) в «теле» плотины озера. По второй модели, сток воды происходит переливом через гребень плотины на участке ее перемычки с эрозионным размывом последней.

**Прорыв озера подземным путем.** При таком механизме прорыва для определения объема прорывного потока используется модель разветвленного трубопровода, составленного из относительно коротких труб различного диаметра и шероховатости с многочисленными сужениями, расширениями и поворотами. При таком строении каналов стока местные и путевые гидравлические сопротивления приводят к значительным потерям энергии потока, что проявляется в уменьшении его скорости и, соответственно, уменьшении расхода. Чем длиннее подземный канал стока, тем меньше расход прорывного потока. Действительно, наблюдаемые нами прорывные потоки в устьях подземных каналов стока, в основном, не превышали величину  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ ., редко достигая  $20\text{-}30 \text{ м}^3/\text{с}$ . Расход прорывного пото-

ка воздействует на борта и кровлю канала стока. Характер этого воздействия, в основном, эрозионно-размывающий, однако к нему добавляется термокарстовый процесс.

Если расход прорывного потока превышает некоторое критическое значение, то его воздействие на канал стока может оказаться настолько значительным, что начинается разрушение последнего. В этом случае происходят просадки плотины озера вдоль канала стока, а на гребне плотинной перемычки образуется проран, через который происходит прорыв озера поверхностным путем. При таком варианте расход прорывного потока увеличивается до сотен кубических метров в секунду.

**Прорыв озера поверхностным путем** не всегда происходит из подземного прорыва, но может сформироваться без участия подземных каналов стока. Для прорыва озера поверхностным путем необходимо образование прорана в гребне плотинной перемычки. Причины появления прорана разные: 1) просадка участка гребня плотинной перемычки над подземным каналом стока; 2) размыв плотинной перемычки при переливе воды из озера; 3) просадки плотины при землетрясении. При поверхностном прорыве скорость потока не ограничена гидравлическими сопротивлениями подземных каналов стока и поэтому достигает  $3\text{-}4 \text{ м}^3/\text{с}$ ., что способствует усилению эрозионного воздействия на плотину и разрушению последней. Большие скорости потоков, широкие и глубокие прораны стока (под эрозионным воздействием прорывного потока прораны углубляются и расширяются) обуславливают формирование мощных прорывных потоков с расходом от нескольких сотен до нескольких тысяч кубических метров в секунду.

Таблица 7. Сравнение результатов моделирования волны перелива

Объем оползня, км <sup>3</sup>	Математическая модель		Физическая модель	
	высота волн, м	объем перелива млн. м <sup>3</sup>	высота волн, м	объем перелива млн. м <sup>3</sup>
0,15	35	16		
0,3			50-60	30-50
0,6	87	47		
0,8	107	88		
0,9	115	107		
1			100-125	70-110
2	180	225	150-175	145-170



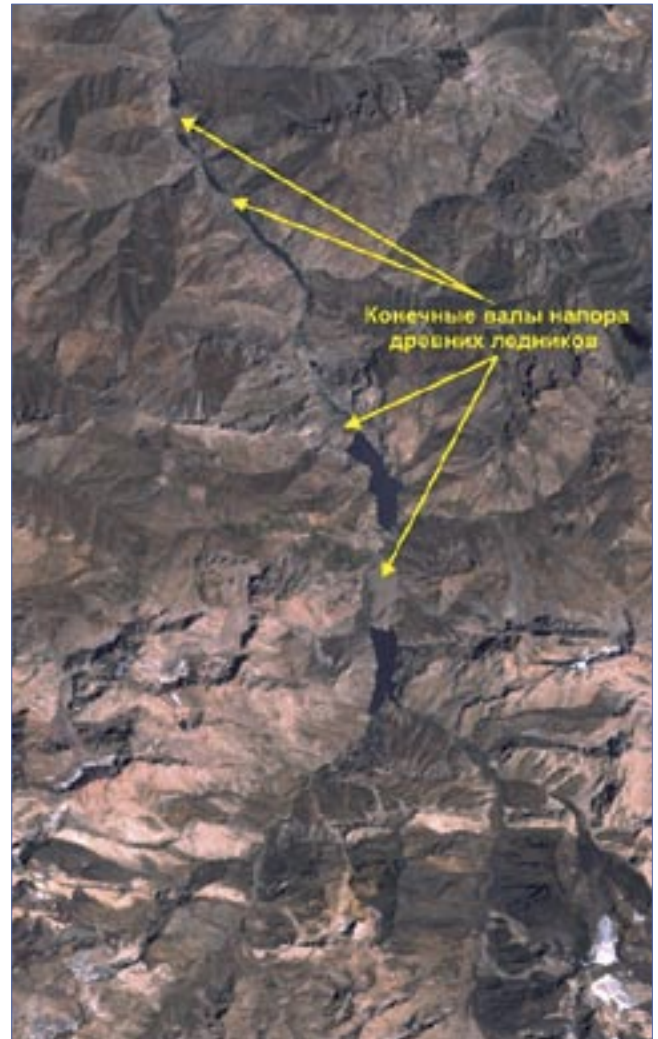
**Фото 3.** Моренно-ледниковое оз. Текетор на северном склоне Кыргызского хребта



**Фото 4.** Моренно-ледниковое оз. Петрова в верховьях реки Нарын



**Фото 5.** Завальное озеро Кутманкуль в верховьях бассейна р. Майлисай



**Фото 6.** Маргузорские озера – бассейн р. Шинг (Зеравшан)



**Фото 7.** Завал на оз. Яшилкуль – Восточный Памир



Фото 8. Композитная плотина оз.Зардев – долина р.Шахдара

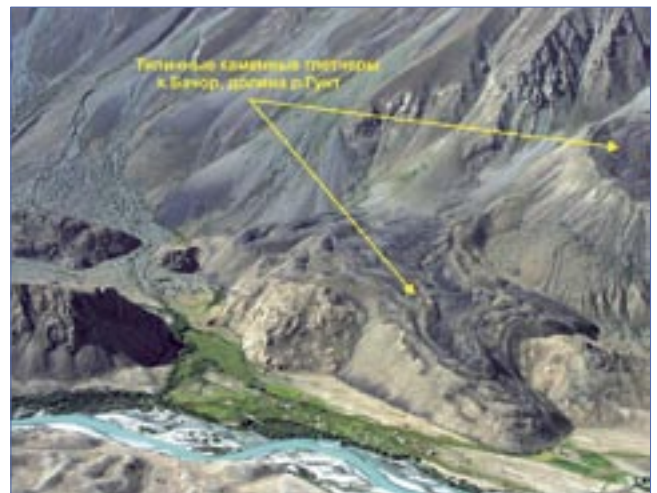


Фото 10. Горно-долинный каменный глетчер, вышедший в основную долину.

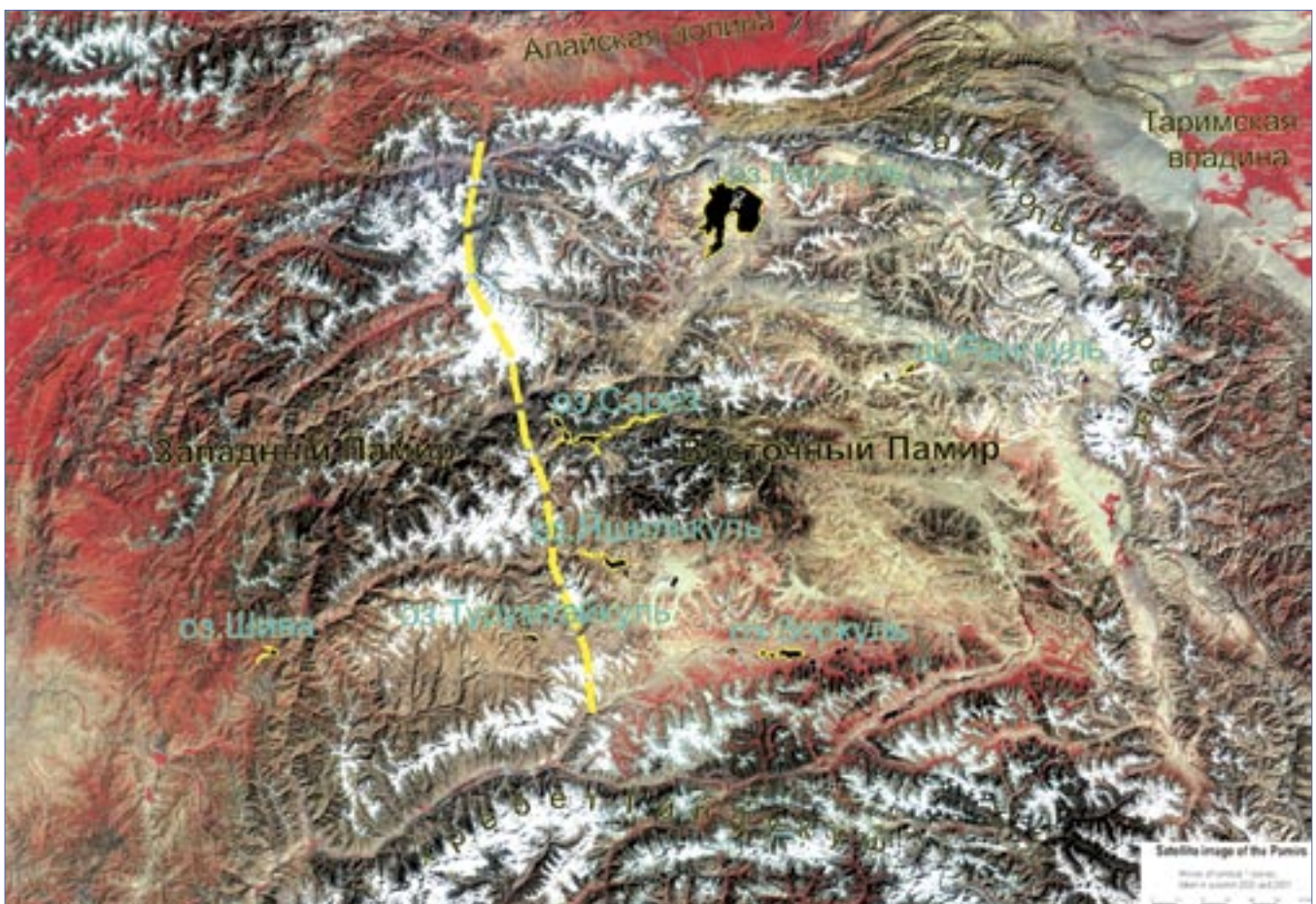
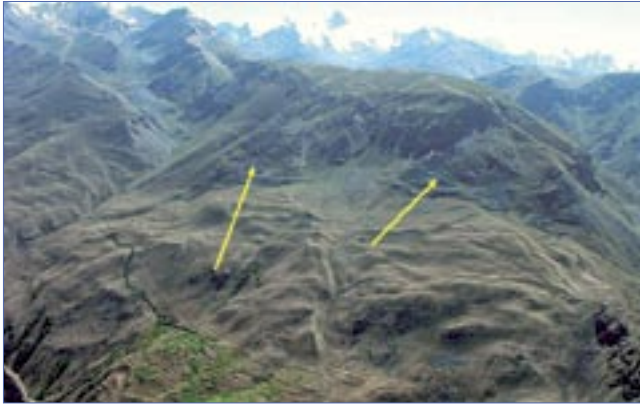


Фото 9. Памир из космоса



**Фото 11.** Присклоновые каменные глетчеры и террасы оседания древнего ледника.



**Фото 14.** Усойский завал на оз. Сарез



**Фото 12.** Перекрытие долины каменным глетчером.



**Фото 15.** Завал на озере Искандеркуль



**Фото 13.** Озеро тектонического происхождения Каракуль на Восточном Памире



**Фото 16.** Композитная перемычка на оз.Зардев



Фото 17. Оз. Друмкуль в бассейне р.Шахдара.



Фото 20. Композитная перемычка на оз.Харкуль



Фото 18. Озеро Куликалон среди моренного рельефа



Фото 21. Несколько каменных глетчеров, образовавших оз. Хавраздара



Фото 19. Озеро Маргузор, бассейн р.Шинг

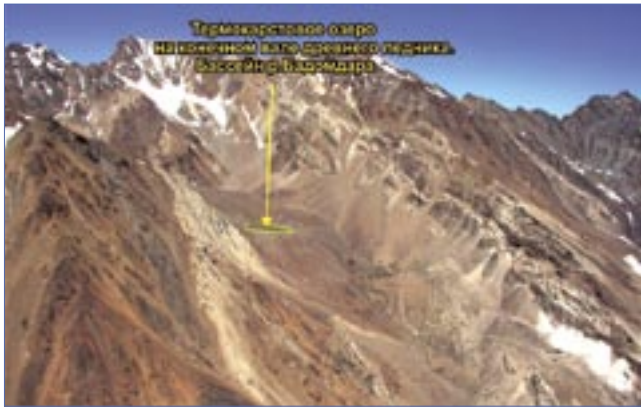


Фото 22. Термокарстовое озеро в конечной моренной гряде



Фото 25. Очередная подвижка ледника Медвежий



Фото 23. Серия термокарстовых озер на леднике Бивачный



Фото 24. Оз. Турумтайкуль в ледниковой котловине

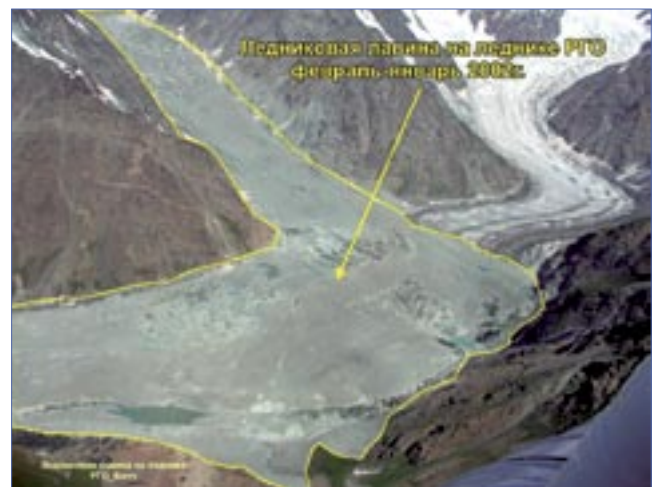


Фото 26. Ледниковая лавина, сошедшая на ледник РГО



Для определения расхода прорывного потока необходимо иметь представление о механизме прорыва озера, а также знать значения ряда расчетных параметров, характеризующих строение плотины и ванны озера. Расчеты по определению прорывного расхода проводятся в соответствии с «Методикой определения зон паводкового и селевого поражения при прорывах горных озер» (Методика...1998г.)

В Таджикистане проведены подробные исследования по возможному прорыву Сарезского озера. Производились расчеты величины волны, которая может обрушиться на плотину, высоты паводка, который может вызвать эта волна, определение зон поражения паводком по долине р. Бартанг. Сарезское озеро служило полигоном для отработки методики расчетов прорыва естественных плотин. Кроме отечественных специалистов, аналогичные расчеты для озера производились специалистами из Швейцарской консалтинговой фирмы Stucky, которая проводила исследования по заданию Всемирного банка. Были детально проработаны варианты расположения опасных зон при расходах прорывного паводка в  $1\,000\text{ м}^3/\text{с}$  и в  $5\,000\text{ м}^3/\text{с}$ , составлены карты опасности для всех населенных пунктов долины р. Бартанг. Все расчеты основывались на величине высоты волны, которая может перехлестнуть через гребень плотины и в зависимости от этого строились модели паводка и определялись размеры зоны опасности по долине р. Бартанг. Расчеты зон поражения паводком при катастрофическом разрушении «тела» Усойского завала не производились, так как исходили из условий устойчивости самой плотины.

Исследования, касающиеся прогноза ожидаемого волнового режима в Сарезском озере, возникающего в результате внезапного обрушения в него больших масс скального грунта с его склонов, проводились институтом «Союзгипроводхоз» на физических (гидравлических) моделях и путем математического моделирования с использованием ЭВМ по программе, разработанной институтом САНИИРИ (г. Ташкент). Для построения математических моделей в работе использовались модели, описывающие движение длинных волн в открытых руслах в одномерной постановке, основанные на допущениях (гипотезах) Сен-Венана.

Результаты исследований представлены в предварительном отчете «Математическое моделирование волн вытеснения, вызванных оползневыми явлениями на Сарезском озере». Сделаны следующие основные выводы:

1. При уменьшении объема оползня уменьшается и высота волны, и объем перелива.
2. С уменьшением высоты и объема перелива уменьшается и ее энергия. Например, при уменьшении амплитуды волны со 150 до 100 и 50 м энергия уменьшается в 3 и 12 раз. Поэтому следует ожидать и меньших размывов Усойского перекрытия.
3. При объеме оползня  $0,35\text{ км}^3$  никаких серьезных последствий не будет. Если же принять в расчет максимально возможный объем оползня —  $0,9\text{ км}^3$ , то произойдет излив волны в долину р. Бартанг в объеме 70-80 млн.  $\text{м}^3$ . (часть объема аккумулируется в оз. Шадау). Размыв Усойского завала может быть в пределах до 10 м; волна излива трансформируется в долине р. Бартанг.

Несмотря на проведенные исследования, расчетные модели прорыва плотины не могут быть использованы при разработке проектных мероприятий по Сарезскому озеру, так как точно неизвестно, какими грунтами и породами сложен гребень завала. А без этого невозможно оценить, на какую глубину он может быть промыт волновым переливом воды, а также его общую устойчивость от размыва.

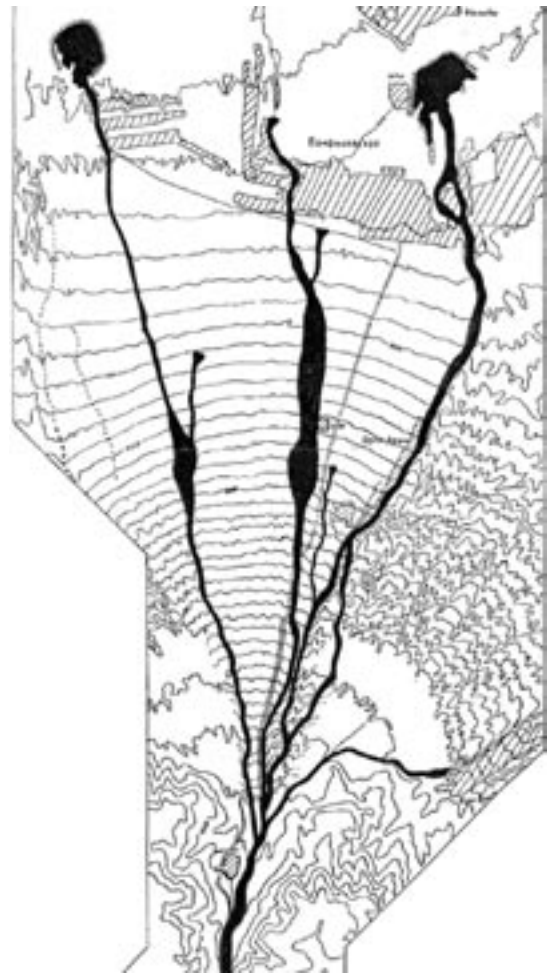
Швейцарская консалтинговая фирма Stucky детально проработала этот вопрос и разработала соответствующие методы. Используемые специалистами этой фирмы данные можно применять для расчета воздействия паводка, вызванного волной перелива при прорыве плотин горных озер.

## 9.2. Определение зоны поражения прорывного потока

Определение границ зоны поражения прорывных потоков необходимо для проведения защитных мероприятий, устраняющих или хотя бы уменьшающих опасность прорыва горных озер. Методика такого определения основана на том, что такие процессы связанные с прорывом озер, как селеформирование, движение и взаимодействие с бортами и днищами горных долин селевых и паводковых потоков, рассматриваются в их тесной взаимосвязи как отдельные фрагменты единого многофакторного природного явления — прорыва горного озера.

Прорывной поток при движении вниз по долине охватывает либо всю ширину ее современного днища, либо его часть в зависимости от морфологии долины (уклон, ширина, наличие надпойменных террас), ее геологического строения (состав пород и отложений, слагающих борта и днище), гидрологического характера потока (паводок или сель). Следовательно, чтобы определить ширину потока, а тем самым и границы зоны поражения, необходимо учитывать морфологический, литологический и гидрологический факторы формирования прорывного потока на каждом конкретном участке горной долины. При этом роль каждого фактора в общем процессе оценивается соответствующими параметрами: морфологическим — ширина современного днища долины и ее уклон; литологическим — плотность прорывного потока; гидрологическим — расход потока.

Для определения вышеназванных оценочных параметров строятся поперечные и продольный профили долины, где представляется морфология ее днища и прилегающих к нему бортов, указывается состав слагающих их пород и отложений. По каждому поперечному профилю рассчитываются параметры прорывного потока: расход, плотность, высота. По высоте прорывного потока определяется его ширина, которая и является шириной зоны поражения на данном участке плотины. Так от профиля к профилю мы можем определить границы зоны поражения прорывного потока. Примеры таких зон приведены на *рис 4*.



**Рис 4.** Зоны поражения: 1 – с. Панфиловское при прорыве оз. Джарды-Каинды; 2 – с. Сокулук при прорыве оз. Кейды-Кучкач

## Прорывоопасные озера Кыргызстана

В результате аэровизуального обследования территории Кыргызстана в 2000–2004 гг. по его областям выявлено следующее количество прорывоопасных озер:

Иссык-кульская — 66 озер (13 озер 1-й категории, 8 — 2-й).

Чуйская — 34 озера (2 озера 1-й категории, 8 — 2-й).

Нарынская — 9 озер (озер 1-й категории нет, 3 — 2-й).

Таласская — 17 озер (2 озера 1-й категории, 3 — 2-й).

Жалал-абадская — 15 озер (озер 1-й категории нет, 1 — 2-й).

Ошская — 41 озеро (3 озера 1-й категории, 4 — 2-й).

Всего: 182 озера; из них 1-й категории — 21, 2-й категории — 27.

По характеру расположения прорывоопасных озер на территории Кыргызстана выделено 10 зон их концентрации: Восточно-Терскайская — 26, Центрально-Терскайская — 17, Западно-Терскайская — 9, Кунгейская — 19, зона Кыргызского хребта (Чуйская) — 29, Талассо-Чаткальская — 20, Центрально-Таласская — 6, Восточно-Алайская — 16, Центрально-Алайская — 10 и Заалайская — 8 озер. Озера каждой зоны объединены в одну группу. Наименование групп совпадает с названием зон. Кроме 10 групп концентрации озер существует группа разрозненных озер, которые по одному или по 2-3 озера разбросаны по территории республики. В группе разрозненных озер насчитывается 22 озера.

## Причины повышения уровня воды в озерах

Повышение уровня воды в озерах, запруженных естественными плотинами, имеет следующие причины:

- Резкое изменение климатических условий, увеличение солнечной радиации, вследствие чего происходит таяние льда и снега в районах водосбора.
- Интенсивное таяние, в результате чего в ледяных плотинах и в «теле» ледника развиваются процессы термокарста, способствующие образованию озер.
- Интенсивные осадки, которые возникают в аномальные годы, приводящие к переливу воды через плотину.
- Снижение естественного просачивания через моренную плотину вследствие кольматации «тела» плотины глинистыми частицами, содержащимися в воде, или в результате уплотнения плотины, вызванно-

го землетрясениями и процессами уплотнения мелкозернистого заполнителя в результате его увлажнения.

## Механизмы разрушения и прорыва плотины

Плотина озера может состоять из глетчерного льда, или морены, образованной мелкообломочным материалом и крупными блоками, с ледяным ядром или без него.

Известны следующие механизмы разрушения:

- Оползень, обвал или часть самого ледника сходит в озеро и создает волну, которая переливается через плотину, и происходит ее эрозионное разрушение.
- Вынос мелкозема из «тела» моренной плотины (суффозия) фильтрующейся водой, что вызывает повышение фильтрации, про-

- садки в теле плотины и, как следствие, разрушение ее эрозией.
- Формирование канала на поверхности или внутри льда в результате термокарстовых процессов (термокарст), по которому происходит катастрофический сброс воды из озера.
  - Таяние ледяного ядра плотины, в результате чего происходит понижение эффективной высоты и прочности плотины.

Наиболее подвержены разрушению плотины, содержащие значительное количество льда, как в свободном виде, так и в качестве цемента. Кроме того, значительную роль в скорости размыва плотины играет гранулометрический состав «тела» плотины. Чем больше в нем мелкообломочных фракций, тем быстрее она размывается. Наличие крупноглыбовой составляющей резко снижает процесс эрозии и приостанавливает разрушение плотины (например, плотина оз. Друмкуль).

Очень опасная ситуация создается в случае расположения серии озер цепочкой вдоль долины реки, что может привести к наращиванию мощности прорывного потока по мере прохождения им каждого из озер (например, Маргузорские озера в бассейне р. Шинг).

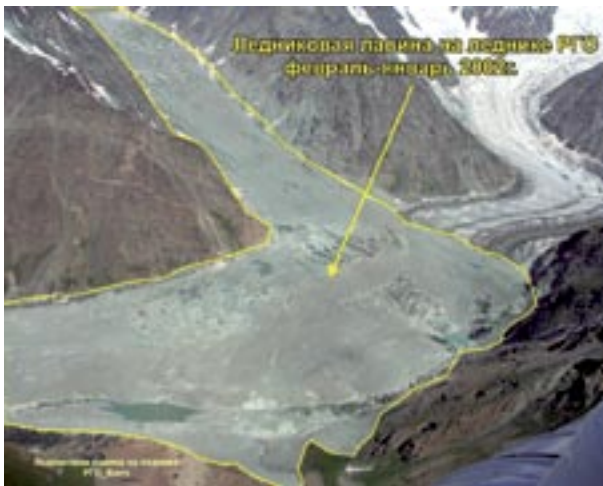
Резюмируя вышесказанное, можно констатировать следующее. В горных территориях стран Центральной Азии преобладающая масса озер так или иначе связана с формированием и деградацией мощного оледенения, которое имело несколько стадий отступления и наступания. Межледниковых периодов, то есть когда почти все ледники исчезали, не было. Во время деградаций (стадий) оледенения образовывались озера, во время наступания ледников они исчезали. Во время следующей деградации ледников озера вновь образовывались (*фото 27*).

Так как наступание ледников в каждую стадию уменьшалось, то в долинах при благоприятных условиях образовывались озера, которые располагались цепочкой за конечными грядами отступающих ледников. Не во всех долинах за конечными грядами ледников сохранились озера. Некоторые из них были спущены в результате разрушения плотины (*фото 28*), другие сохранились благодаря дополнительному подпруживанию гравитационными деформациями склонов или строению самих моренных плотин (например, оз. Друмкуль в долине р. Шахдара).

Из всех типов горных озер наиболее опасными являются приледниковые. Одна из причин этого — отступление ледников. В концевой части ледника образуются озера, в которые иногда впол-

**Таблица 8.** Прорывоопасные озера в Таджикистане

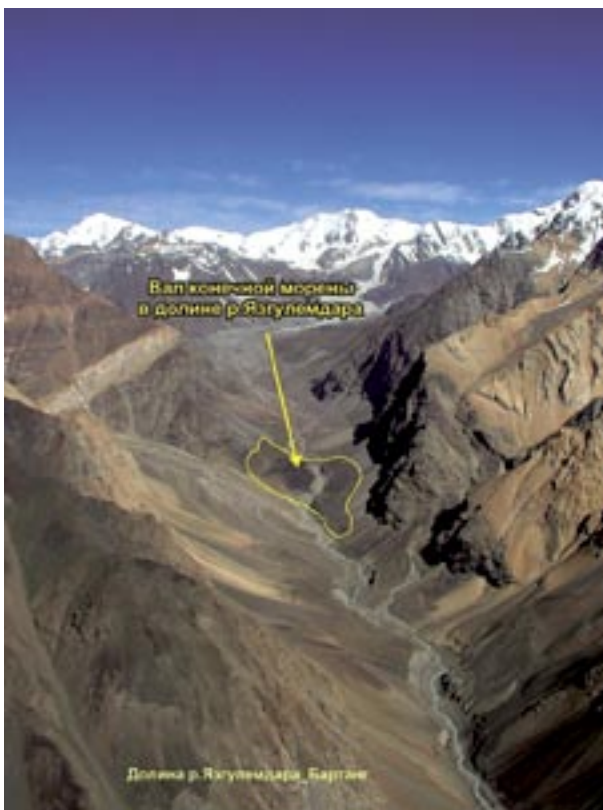
Озера	Автор	Год обследования	Причина прорыва
Маргузорские	В.Д. Фоменко	1967-1968гг.	Обвалы или оползни озера
Озеро в верховьях р. Варшидздара	—II—	1967-1968гг.	Движение ледника
Немацкуль	—II—	1967-1968гг.	Обвалы с бортов
Риваккуль	—II—	1967-1968гг.	—II—
Хуумецкуль	—II—	1967-1968гг.	—II—
Друмкуль	—II—	1967-1968гг.	—II—
Зардев	—II—	1967-1968гг.	—II—
Хавраздара	—II—	1967-1968гг.	Селевой поток
Риваккуль	Ж. Шнайдер	2002-2003гг.	Прорыв 5-ти вышележащих озер
Зардев	—II—	2002-2003гг.	Оползень
Друмкуль	—II—	2002-2003гг.	—II—
Хидорджевдара	—II—	2002-2003гг.	Перелив через плотину
Шарфдара	—II—	2002-2003гг.	—II—
Даштара	—II—	2002-2003гг.	Образование нового озера
Шарипдара	—II—	2002-2003гг.	Перелив через плотину
Пишдара	—II—	2002-2003гг.	—II—



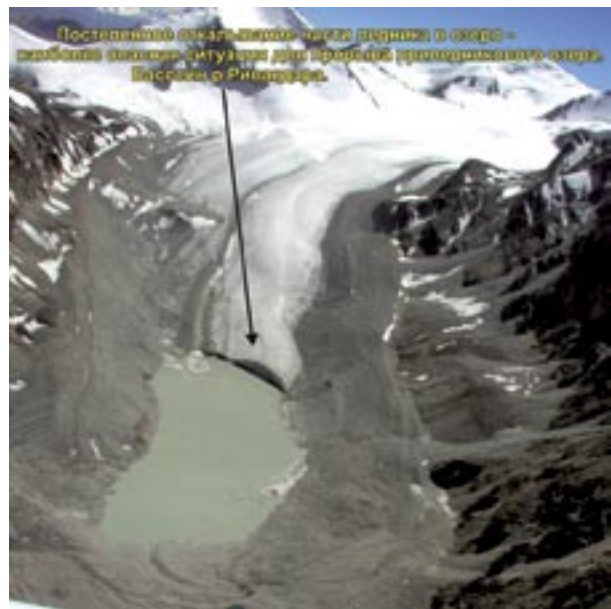
**Фото 27.** Вали напора движущегося ледника, за которыми при стаивании льда образуются озера



**Фото 29.** Вползание ледника в озеро



**Фото 28.** Промытая конечная гряда с валом напора в долине р.Язгулемдара



**Фото 30.** Ледник, от которого откалывается языковая его часть

зает (фото 29) или откалывается часть ледника (фото 30), что приводит к вытеснению воды из озера медленному или катастрофическому (как это было, например, в долине р. Даштдара в бассейне р. Шахдара в 2002 г.). Поэтому, надо уделять особое внимание приледниковым озерам как наиболее опасным.

Другой аспект прорыва горных озер, на который недостаточно обращают внимания, — это воздействие гравитационных деформаций склонов в бассейне озера. Обрушение массы грунта в акваторию озера может спровоцировать перехлест воды через плотину, что может вызвать селевой поток ниже плотины или разрушить ее, а это в свою очередь — еще более мощный паводок. Для горных озер Таджикистана этот аспект проблемы не изучался (за исключением Сарезского озера). При рекогносцировочных обследованиях горных озер [45] была определена такая возможность прорыва только для некоторых озер, и было предложено изучить их более детально.

При изучении всего материала по горным озерам Таджикистана был составлен список тех из них, которые авторы их обследовавшие считают прорывоопасными.

Необходимо отметить, что представленный список не отражает действительного положения дел, так как указанные озера детально не были изучены и все основывается на личном опыте исследователей. До настоящего времени нет четкой картины состояния горных озер, до конца не выявлены наиболее опасные из них. Существуют озера, которые не указаны на ранее составленных топографических картах, то есть появились за последние 15–20 лет и некоторые из них уже «внесли свой вклад» в стихийные бедствия. Например, в бассейне р. Шарипдара (долина р. Гунт) 30 августа 2003 г. сошел сель, который разрушил тропу и мосты в долине. Этот сель был вызван прорывом приледникового озера, которого не было на топографической карте. Поэтому назрела необходимость инвентаризации всех горных озер, особенно приледниковых, на основе современных космоснимков высокого разрешения. Только после этой работы можно будет приступить к детальному изучению прорывоопасных горных озер и уже потом обосновывать предложения по устранению риска, который может возникнуть в результате их прорыва.

## 10. Принимаемые меры по уменьшению и предупреждению опасности прорывов горных озер

В СССР проводились регулярные обследования всех озер, в том числе и горных. Причем, это делалось двумя службами: геологической и гидрометеорологической. Публиковались ежегодники, книги, статьи посвященные проблемам горных озер. Оценивалась их селеопасность, возможность прорыва, опасность разрушения плотин или их стабильность. Были установлены озера, потенциально опасные для населения ниже лежащих речных долин. Но с распадом СССР эти работы были значительно сокращены или прекращены. В Таджикистане, например, на протяжении 20 лет практически не ведется работа по изучению прорывоопасности горных озер. Некоторые работы ведутся в этом направлении в Кыргызстане. В Таджикистане накоплен материал по изучению факторов формирования горных озер. Исследование четвертичных отложений и геоморфологии в 1984–1989гг. позволяет пересмотреть классификацию типов плотин горных озер и сделать вывод, что образование большинства из них связано с возникновением и распадом верхнечетвертичного оледенения. Это, в свою очередь, позволяет по-новому оценить их устойчивость и прорывоопасность. Для этого необходимы новые исследования, привлечение материалов космических съемок, использование геофизических и геологических методов обследований.

Регулярное плановое изучение горных прорывоопасных озер в Кыргызской Республике началось с 1966г., после катастрофического прорыва озера Яшинкуль в бассейне реки Исфайрамсай 18 июня 1966 г. 15 августа 1966 года вышло Постановление Совета Министров о необходимости обследования высокогорных озер Кыргызстана в целях предупреждения селевой опасности. Выполнение

этого постановления было поручено гидрометеорологической и геологической службам. За этот период до 1992 г. было обследовано около 250 озер, заложена основа мониторинга.

Мониторинг включал:

- 1) аэровизуальное обследование (с вертолета) территории республики с целью выявления озер, находящихся на прорывоопасной стадии развития. Количество облетов: 5-6 за опасный период с июня по сентябрь;
- 2) проведение наземного обследования плотин и ванн наиболее прорывоопасных озер с целью определения механизма прорыва, расчета расхода прорывного потока, оценки опасности и выработки мероприятий по ее ликвидации.

В состав наземного обследования входили следующие виды работ:

- топографическая съемка озера и его плотины;
- инженерно-геологическая съемка плотины;
- батиметрические обмеры озера;

- режимные наблюдения за колебаниями уровня озера, за притоком воды в него и стоком из него;
- геофизическое зондирование плотины;
- ураново-изотопное изучение источников питания озера.

С 1992 г. Гидрометеослужбой Кыргызстана из-за недостатка средств почти полностью прекращены работы по изучению горных озер. Их обследование на протяжении последних 14 лет (с 1992г. по 2006 г.) проводится Государственным агентством по геологии с привлечением МЧС. Вместе с тем, эти работы носят неполный характер по объему и эпизодический по времени. С 1996 г. по 2003 г. организовывались ежегодные аэровизуальные обследования, с небольшим объемом полевых исследований некоторых озер завального типа.

Недостаточность финансовых ресурсов повлияла и на изменение методики обследования озер. Были исключены такие дорогостоящие виды исследований, как топографическая съемка, геофизическое зондирование, режимные наблюдения, ураново-изотопное опробование.

## Вставка 6

Ж. Шнайдер

### **Потенциальная опасность прорыва некоторых озер Памира**

*«Событие большого масштаба можно ожидать в результате прорыва Риваккуля, Зардева и Друмкуля. Эти три озера имеют большой объем воды и плотины с фильтрацией воды и сезонным переливом. Прорыв плотины горного озера или сход масс в эти озера вполне возможен. Вероятность прорыва плотин этих основных озер находится в диапазоне от низкой до средней, поскольку только крупное сейсмическое событие может вызвать перелив, в результате которого может произойти частичное разрушение плотины. Гляциальные озера в верховьях Ривакдары и Варшидздары (долина Гунта) имеют высокую вероятность прорыва, однако*

*предсказать время и масштаб прорыва невозможно. Это одна из причин, по которой эти озера считаются опасными. Следует предположить, что в случае прорыва их плотины будут полностью размывы, и озера опорожнятся. Движения масс, селевые потоки или паводковые волны, зарождающиеся на афганском берегу реки Пяндж могут нанести серьезный ущерб инфраструктуре, расположенной на таджикском берегу реки. Поэтому необходимо провести трансграничные исследования локальных и удаленных геологических угроз, зарождающихся на орографическом левом берегу реки Пяндж».*

Вместе с тем, наземные обследования, основанные на результатах работ прошлых лет, еще позволяют проследить динамику развития озер в некоторых областях, таких как Чуйская, Таласская и северная часть Иссык-кульской области.

В списке прорывоопасных озер Кыргызстана, в настоящее время числится 182 озера, из них 21 относится к очень опасным (1-я категория), 27 — опасные (2-я категория) и 140 — менее опасные (3-я категория).

Кроме изучения горных озер, МЧС республики проводит противопоаводковые мероприятия — обвалование русл рек, укрепление берегов рек габионами и дамбами, строительство противоселевых защитных дамб.

С 1990 г. по 2002 г. изучение озер Таджикистана не производилось. Небольшая и сравнительно кратковременная гляциологическая экспедиция 2005 г. установила обмеление восточно-памирских озер Ранкуль, Шоркуль и Сасыккуль. В середине июня 2006 г. вместе с сотрудниками Гидрометеослужбы Республики Узбекистан был совершен вертолетный облет бассейна р. Зеравшан, где были обследованы комплекс озер в бассейнах рек Шинг (Магиандарья), Зиндан (Кштут), Куликалонские озера, озера в верховьях реки Пасруддарья, а также небольшие временные озера на поверхности ледников Зеравшанский, Рама и др. В этом же году было проведено пешее обследование озер Тимурдара и Пайрон в верховьях р. Каратаг. Как выяснилось, уровень воды в этих озерах за последние годы не изменился, ни одно из них не угрожает прорывом.

В 2002 г. проведено обследование последствий сошедшего селя в бассейне р. Шахдара. Прорывная волна из гляциального озера вызвала крупномасштабный селевой поток общим объемом в 1,2 млн. м<sup>3</sup> осадков, который частично разрушил кишлак Дашт и послужил причиной гибели 24 человек. Для расследования этого события были приглашены сотрудники из Института прикладной геологии (IAG-BOKU) в Вене, которые совместно с местными специалистами обследовали долину р. Дашт. Было выяснено, что причиной образования селя стало смещение в ледниковое озеро части ледника, что вызвало перелив воды из озера и образование селевого потока. В 2003 г. этой же группой специалистов были обследованы озера Юго-Западного Памира и проведена оценка их прорывоопасности [40]. Всего было классифицировано 278 озер. Прорывоопасность их оценивалась при сравнении различных космических снимков, а также данных аэровизуальных и полевых обследований.

Одновременно, были выявлены потенциальные удаленные геологические угрозы, представляющие опасность для долины р. Пяндж, очаги, зарождения которых расположены на левых притоках территории Афганистана и пока не исследованных. Сделано предположение, что они представляют большой риск для населения, проживающего в верховьях р. Пяндж.

В результате проведенных работ были выявлены критические участки (табл. 9) и предложены рекомендации по организации мониторинга за ними [40].

**Таблица 9.** Участки с высоким потенциалом прорывоопасности и гравитационного движения масс

Участки с высокой вероятностью прорыва гляциального озера или паводка были распределены в соответствии с типом и размером озера, максимальным расходом воды и возможным воздействием на районы, расположенные ниже по течению	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ривакдара и Варшидздара в долине р. Гунт;</li> <li>• Сежддара(Зардев) и Друмдара в верховьях Шахдары</li> <li>• Хидорджевдара, Шарфдара, Даштдара в низовьях р.Шахдары</li> </ul>
Участки с потенциальной угрозой оползней и активного проседания (глубокий гравитационный крип)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Шахдара вблизи перечисленных ниже кишлаков (в основном расположенных на южном борту долины): Шикунш, Сумджев (Тавдем), Нудг, Намадрог, Даштак, Бародж, Растарез, Джорш, Миданвед, Бидиз, Шивоз, Безгин, Синдев</li> </ul>
Участки, подверженные крупным камнепадам или обвалам	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Шахдара до зоны тектонического разлома между Советобадом и Нимосом, включая притоки Баджомдара, Чандимдара, Друмдара</li> </ul>



## 11. Выводы и рекомендации

Несмотря на то, что изучение озер Центральной Азии насчитывает более чем столетнюю историю, до настоящего времени не определен достоверный перечень прорывоопасных горных озер. Комплексных исследований на предмет их прорывоопасности проводилось недостаточно. Озера оставались и остаются до настоящего времени в положении плохо изученных в плане стационарных и систематических озероведческих исследований. Совершенно отсутствуют сведения по таким видам специализированных исследований на озерах, как волнения, течения, трансформация наносов, занесение и заиление, переформирование берегов, возможность образования гравитационных деформаций склонов по периметру озера и их влияние на устойчивость плотин.

В конце прошлого века детально изучалось только Сарезское озеро, для которого разработано множество проектов по снижению риска от его возможного прорыва, правда, ни один из них так и не был реализован. Это опять же связано с недостаточным изучением самой структуры Усойского завала. До сих пор никто не может дать однозначного ответа: возможен катастрофический прорыв озера или нет.

Плановое изучение прорывоопасности горных озер Центральной Азии началось в 60-х годах прошлого столетия и продолжалось до распада СССР. Уже 15 лет практически никаких исследований горных озер не проводится. Нет их общепринятой классификации по условиям образования и потенциальной опасности. У исследователей существуют различные классификации, которые в целом близки между собой, но расходятся по некоторым доминирующим факторам и условиям образования. От правильного определения причины образования озера зависит достоверность прогнозирования его дальнейшего развития.

В горных территориях Центральной Азии образование преобладающего числа горных озер, так

или иначе, связано с формированием и деградацией оледенения, которое имело несколько стадий трансгрессии и регрессии. Глобальное потепление климата вызывает отступление и сокращение современных ледников, что, в свою очередь, приводит к образованию новых прорывоопасных озер.

После распада Советского Союза система наблюдений и прогноза за состоянием окружающей среды и динамикой развития природных явлений и объектов резко ослабла. Значительно упало финансирование государственных специализированных организаций, ответственных за проведение мониторинга природной среды. Формирование потенциала в странах Центральной Азии происходит в зависимости от преодоления экономических трудностей.

В связи с этим, страны Центральной Азии добились разной степени успеха в разработке планов по подготовке к чрезвычайным ситуациям.

В политике преодоления чрезвычайных ситуаций стран Центральной Азии в настоящее время содержится региональный механизм, действующий на основе сотрудничества стран СНГ в рамках Межгосударственного совета по чрезвычайным ситуациям при стихийных бедствиях и техногенных катастрофах, который необходимо совершенствовать.

### Рекомендации:

- Разработка единой системы оценки рисков и реагирования на возможность прорывов горных озер в рамках Центральноазиатского региона.
- Разработка интегрированных подходов к планированию действий в случаях прорыва горных озер на национальном и региональном уровнях.
- Разработка вариантов системы мониторинга за прорывоопасными горными озерами (в зависимости от наличия ресурсов).

- Создание информационной сети распространения информации среди местного населения и лиц, принимающих решения, о потенциальной угрозе прорывоопасных горных озер и возможных мерах по ее смягчению.
- Ведение системы страхования рисков при чрезвычайных ситуациях (в том числе от прорывов горных озер) на международном уровне.
- Исследование горных озер (создание цифровой базы данных, классификация возможных удаленных угроз, документирование крупных гравитационных движений масс и т.п.) с целью создания их единой классификации, определения прорывоопасности, разработки предложений по снижению риска от их воздействия на окружающую среду и население.
- Инвентаризация геологических объектов и явлений, потенциально представляющих удаленные геологические угрозы для окружающей среды и населения (моренные плотины, гляциальные озера, оползни и т.п.) и создание базы данных в ГИС-программе.
- Изучение горных озер и разработка предложений по использованию их потенциала в ирригации, питьевом водоснабжении, здравоохранении, горном тематическом туризме.
- Исследование взаимосвязи динамики развития оледенения и геодинамических процессов на формирование и устойчивость горных прорывоопасных озер.
- Подготовка кадров и обмен опытом по исследованию прорывоопасных озер и принятию превентивных мер.
- Разработка единых методологических подходов в определении и применении модели прорывов горных озер, расхода прорывного потока и его зоны поражения
- Создание Регионального горного центра, в том числе по комплексному изучению прорывоопасных горных озер.

# ЛИТЕРАТУРА

1. Айтматов И.Т., Торгоев И.А., Алешин Ю.Г. Геодинамические факторы массового развития оползней на склонах Ферганского хребта — Ташкент: «Геориск», 2003. С 12–14.
2. Айрапетьянц С.Э., Баков Е.К. Морфология ледникового озера Мерцбахера и механизм его катастрофических прорывов. // С. Некоторые закономерности оледенения Тянь-Шаня. — Фрунзе: Илим, 1971 — С. 75–84.
3. Атлас Киргизской ССР. Т.1. Природные условия и ресурсы. — Москва: ГУГК СССР, 1987. — 157 с.
4. Гостунский А. Гидрология Средней Азии, —1996.
5. Горы Кыргызстана. — Бишкек: Технология, 2001.— 31-9 с.
6. Горы мира. Глобальный приоритет/ Под ред. Б.Мессерли, Дж.Д.Айвз. Ноосфера.—М.: 1999— 450 с.
7. Доклад о человеческом развитии в Центральной Азии. ПРООН, 2005г. Доклад первого заместителя министра по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне Республики Таджикистан генерал-майора А. Раджабова на Международной конференции по сокращению риска стихийных бедствий в Китайской Народной Республике 27–29 сентября 2005 г.
8. Дергачева И.В., Дегтярев Д.С.. Информационная система «Сели и прорывоопасные озера Узбекистана» — Ташкент, Геориск, 2003. С. 173–175.
9. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Пульсирующие ледники. — Л.: Гидрометеиздат, 1982.—192 с.
10. Ерохин С.А. Гляциальные озера как гидроэкологические объекты и факторы их прорывоопасности. // Вода и устойчивое развитие Центральной Азии. Фонд “Сорос–Кыргызстан”, 2001. — С. 93–98.
11. Ерохин С.А. Прорывоопасность озера Петрова. // Изучение гидродинамики озера Иссыккуль с использованием изотопных методов.— Бишкек: Илим, 2006. С.132–140.
12. Зуфаров В.Т. Законодательные основы гражданской защиты в Республике Узбекистан. — Ташкент, Геориск, 2003. С 49–54.
13. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. — Спб., 2001. №5. С. 5–21.
14. Ищук Н.Р. Использование космоснимков при геоморфологическом картографировании рельефа // Исследование природной среды космическими средствами. Вып.2 — Душанбе, 2005. С. 47–68.
15. Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия прогресса и безопасности. — Ташкент, 1997.
16. Кузмиченок В.А. Математико-картографическое моделирование возможных изменений водных ресурсов и оледенения Кыргызстана при изменении климата // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. — Бишкек, 2003. №6. Т.3. С.53–64.
17. Материалы Международной конференции «Использование географических информационных систем и стимуляционных моделей для исследования и принятия решений в бассейнах рек Центральной Азии». 2004.
18. Мониторинг, прогноз и подготовка к реагированию на возможные активизации опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики и приграничных районов с государствами Центральной Азии. — Бишкек: Текник, 2006. — 618 с.
19. Молчанов Л.А. Озера Средней Азии. — Ташкент, Среднеазиатский гос. ун-т, 1929. —83 с.
20. Национальный доклад об охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов за 2002–2004 гг. Госкомприроды.

21. Наш будущий климат // ВМО. № 925.– Женева, 2003. — 37 с.
22. Никитин А.М. Морфометрия и морфология озер Средней Азии.// Тр. САРНИГМИ, 1977. Вып. 50. С. 4–21.
23. Никитин А.М. Озера Средней Азии.–Л.: Гидрометеоиздат, 1987.
24. Озера Тянь–Шаня / Отв.ред. А.В. Шнитников.–Л., 1980.– 232 с.
25. Оледенение Тянь–Шаня / Отв.редакторы: М.Б.Дюргеров (Россия); Лю Шаохай, Се Зичу (Китай).–Москва, 1995.– 233 с.
26. Отчет об аэровизуальном обследовании высокогорных и прорывоопасных озер бассейна рек Пскем, Ойгаинг, Шавурсай, Коксу. САНИГМИ, 2006.
27. Первое национальное сообщение Республики Казахстан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. — Алматы, 1998. — 73 с.
28. Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. — Ташкент, 1999. — 112 с.
29. Первое национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. — Бишкек, 2002. — 92 с.
30. Подрезов О.А. Горная метеорология и климатология. — Бишкек: Изд-во Кыргызско–Российского славянского университета, 2000. — 269 с.
31. Подрезов О.А., Диких А.Н., Бакиров К.Б. Изменчивость климатических условий и оледенения Тянь–Шаня за последние 100 лет// Вестник Кыргызско–Российского славянского университета. — Бишкек, 2001. Т.1. №3. С.33–40.
32. Порядок определения зон паводкового и селевого поражения при прорывах горных озер на территории Кыргызской Республики. СП КР 22\_102:2001.–Бишкек, 2001.–17с.
33. Пушкаренко В.П., Никитин А.М. Опыт регионального исследования состояния плотин горных озер Средней Азии и характер формирования прорывных селей. //Оползни и сели. 2–М: Центр международных проектов ГКНТ, 1984. С. 17–32.
34. Проблемы сохранения экосистем внутренних вод Центральной Азии и Южного Кавказа, 2006.
35. Резюме доклада об изменении климата Таджикистана. — Душанбе, 2001. — 31 с.
36. Рейзвих В.Н., Никитин А.М. К вопросу о географическом распространении и типизации озер Средней Азии//Сб. ТГМО. — Ташкент, 1968. Вып. 3.
37. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т.14. Бассейны рек Средней Азии. Вып.3. Бассейн р.Амударьи.–Л.: Гидрометеоиздат, 1967.
38. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов в Узбекистане. - Ташкент, 2003.
39. Туратбаев А.Т. Оценка риска оползней Бостанлыкского района. –Ташкент: Геориск, 2003. С 72–76.
40. Удаленные геологические угрозы на Юго–Западном Памире, ГБАО, Таджикистан/ Краткий отчет, составленный Швейцарским Управлением по Развитию и Сотрудничеству (ШУРС) для МЧС Республики Таджикистан. Ж. Шнайдер. М.: Гмендел, 2005.
41. Уралов И.Ф. Оценка риска оползней Ангрэнского горнопромышленного района. –: Ташкент 2003, С 67–70.
42. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно–ресурсный потенциал Республики Узбекистан.–Ташкент: Изд-во Среднеазиатского научно–исследовательского гидрометеорологического института, 2000. — 252 с.
43. Шульц В.Л. Гидрография Средней Азии.//Тр. САГУ, Нов. сер. Вып. 129. Географ. науки, 1958. Кн. 13.
44. Материалы Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан:  
— Ресурсы поверхностных вод СССР. Каталог обследованных озер Казахстана и Средней Азии с оценкой их селеопасности. Т.14. Таджикистан. Вып.3. Керносов Г.А., Явкин С. Управление Гидрометеорологической службы Таджикской ССР. — Душанбе, 1976.

— Яблоков А.А. Оценка состояния ледников, лавин, селей и горных озер, 2006.

45. Материалы Геологического управления «Геология-иточик» Республики Таджикистан:

— Результаты рекогносцировочного гидрологического обследования 35 озер Юго-Западного и Центрального Таджикистана. Фонды «Геология-иточик», 1964.

— Предварительная оценка возможности прорыва некоторых завальных озер Таджикской ССР по работам 1967–1968 гг. Фоменко В.Д. и др. Фонды «Геологияиточик», 1970.

— Погребной П.А., Шкалина С.А. О результатах рекогносцировочного обследования Усойского завала, бортов озера Сарез и малых озер в бассейнах рек Гунт–Шахдара по работам 1974. п.Разведчик, Фонды «Геологияиточик», 1975.

— В.Д. Фоменко, Костюченко А.П., Кирничева Н.В. Результаты рекогносцировочного гидрогеологического обследования в 1960 г. озер Караланг, Шуркуль, Гуликовского, Кайнар, Советских, Гармского, Чашма–и–Сангак, Истон, Янурского и Хазрати–Полима Отчет Озерного отряда Каратагской партии за 1960 г. Фонды «Геологияиточик», 1961.



# Возобновляемые источники энергии в Центральной Азии



# Содержание

1. Введение (обоснование приоритета).....	107
2. Состояние проблемы (энергоресурсы и состояние развития энергетики) .....	108
2.1 Оценка состояния энергетики.....	108
3. Индикаторы оцениваемой проблемы .....	111
4. Реализуемые национальные стратегии и политика .....	113
5. Оценка потребностей в решении проблемы .....	120
6. План мероприятий на ближайшую перспективу .....	121
7. Последовательные шаги для реализации предложенного плана .....	122
8. Оценка эффективности .....	124
8.1 Проблемы воздействия традиционной энергетики на окружающую среду и состояние экологии.....	124
8.2 Экологические, социальные и экономические предпосылки ускорения использования возобновляемых источников энергии .....	128
9. Заключение.....	129
Литература.....	131

**Оценочный доклад** о возможностях и перспективах использования возобновляемых источников энергии в странах Центральной Азии подготовлен рабочей группой экспертов из Узбекистана, Таджикистана, Казахстана, Кыргызстана и Туркменистана, при финансовой поддержке ЮНЕП в рамках проекта РГДОС.

В настоящем докладе представлено состояние с использованием традиционных и возобновляемых источников энергии и проводимые работы по ВИЭ в странах Центральной Азии как по региону в целом, так и на национальном уровне.

При подготовке Оценочного доклада использованы материалы, полученные от всех заинтересованных министерств, ведомств и организаций в странах Центральной Азии, деятельность которых связана с использованием всех видов энергии.

**Региональный координирующий эксперт:**

Республика Узбекистан      Самойлов С.В.

**Эксперты по подготовке Оценочного доклада:**

Республика Казахстан      Зикрина З.А.

Кыргызская Республика      Родина Э.М.

Республика Таджикистан      Кабутов К.

Туркменистан      Корпеев Н.

Республика Узбекистан      Самойлов С.В.,  
Ходжаев А.



# 1. Введение (обоснование приоритета)

Рациональное использование природных ресурсов и сохранение в хорошем состоянии окружающей среды являются основой устойчивого состояния экосистемы. Все возрастающее потребление традиционных источников энергии (нефть, газ, уголь), как показывает практика, наносит значительный ущерб окружающей среде. При получении энергии, по оценкам специалистов, за счет сжигания топлива ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается 150 млн.т золы, 100 млн.т — диоксида серы, 60 млн.т — оксидов азота, 300 млн.т окислов углерода, углекислого газа и многих других веществ, которые поглощают длинноволновое излучение от поверхности Земли. Анализ энергетического производства и качественный состав выбросов показал, что активными загрязнителями атмосферы являются углекислый газ ( $CO_2$ ), метан ( $CH_4$ ), аммиак ( $NH_3$ ), сероводород ( $H_2S$ ) и др.

Одной из задач в области охраны окружающей среды является предотвращение загрязнения экосистемы, по мере возможности, используя экологически чистые нетрадиционные возобновляемые источники энергии — солнце, ветер, геотермальные воды, малые водотоки и т.д.

В условиях существенного роста цен на углеводородное топливо в странах Центральной Азии и значительных ресурсозатрат на централизованное энергоснабжение отдаленных регионов очевидна перспективность децентрализованного энергоснабжения значительного количества рассредоточенных объектов с использованием тех или иных видов ВИЭ. В этой связи необходима разработка государственных программ действий отдельных стран, а также субрегиональной концепции развития и использования ВИЭ в центральноазиатских республиках. В рамках концепций необходима разработка мер по преодолению существующих барьеров для развития ВИЭ: фи-

нансовых, технологических, институциональных, законодательно-нормативных, кадровых и т.д.

**Целью** настоящего доклада является оценка потенциала и возможностей развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Центральноазиатском регионе для снижения воздействия энергетических мощностей, использующих углеводородное топливо, на окружающую среду за счет экологически чистых источников энергопроизводства.

Оценочный доклад подготовлен в рамках Меморандума о взаимопонимании между ЮНЕП и Госкомприроды Республики Узбекистан в соответствии с решениями, принятыми на заседании Межгосударственной Комиссии по устойчивому развитию, состоявшемся 2 марта 2006 г. в г. Ашхабаде (Туркменистан), по срочным вопросам развития возобновляемых источников энергии в Центральной Азии.



Рис. 1. Солнечные фотоэлектрические системы

## 2. Состояние проблемы (энергоресурсы и состояние развития энергетики)

Страны Центральной Азии в целом обладают обширной и диверсифицированной, хотя и неравномерно распределенной по территории региона, ресурсной базой энергетики.

Наряду с разведанными запасами углеводородного сырья (нефть, природный газ, конденсат, уголь) в регионе сосредоточен существенный гидроэнергетический потенциал, возможный для разработки как с технической, так и с экономической точки зрения, имеются также крупные залежи урана. В то же время необходимо отметить, что в целом изученность ресурсной базы энергетики региона оставляет желать большего, что объясняется дефицитом инвестиций в эту среду, особенно ограниченных в последние годы.

Страны Центральноазиатского региона, учитывая их различную ресурсную обеспеченность энергетики и внутреннего энергопотребления, вынуждены решать проблему укрепления энергетической обеспеченности различными путями, хотя в числе негативных факторов, воздействующих на ее уровень, есть немало общего.

### 2.1 Оценка состояния энергетики

Одним из важнейших показателей для оценки состояния энергообеспеченности стран региона тем или иным видом ископаемого топлива является соотношение объемов ресурсного потенциала и

годового производства энергии (период истощаемости ресурса). В соответствии с разведанными запасами угля период их истощения, по оценкам на 2000 г., составляет по региону более 600 лет (при добыче 668,0 млн.т.), по нефти — 65 лет (при добычи 45,2 млн.т.), по природному газу примерно 75 лет (при производстве 88,4 млрд. м<sup>3</sup>) [1] Степень освоения экономически эффективной части гидроэнергетического потенциала на сегодня составляет чуть более 10%, что предоставляет широкие возможности удовлетворения растущих потребностей Центральной Азии в электроэнергии за счет существенно дешевых ресурсов при условии, что это не будет идти вразрез с ирригационными потребностями стран региона.

Представленные данные свидетельствуют о том, что имеются предпосылки обеспечения энергоресурсами Центральноазиатского региона. Однако обеспеченность его отдельных стран существенно различается (табл. 1). По обеспеченности всеми видами энергоресурсов наиболее предпочтительно состояние Казахстана. Кыргызстан, Таджикистан обладают значительным гидроэнергетическим потенциалом с незначительными возможностями по углеводородному сырью, в результате чего теплоснабжение промышленности, городов, населения находится в критическом состоянии. Для решения этого вопроса эти страны вынуждены импортировать энергоресурсы из Казахстана, Узбекистана, что осложнено экономическим положением Кыргызстана и Таджикистана.

Туркменистан и Узбекистан обладают достаточными запасами углеводородного сырья на среднесрочную перспективу (20 — 30 лет). У Туркменистана невысокие возможности в сфере гидроэнергоресурсов. Возможности Казахстана и Узбекистана в этой сфере оцениваются как средние.

За прошедший переходный период развития экономики, несмотря на наметившийся подъем, общий спад не преодолен. В угольной промышленности добыча сократилась почти в 2 раза. Как известно, основными производителями угля являются Казахстан и Узбекистан, а потребителями — электростанции и котельные. В нефтяной промышленности в последние годы отмечается прирост добычи, которая составила более 31,2 %. На Казахстан при-

ходится 2/3 суммарного объема добычи нефти. Потребление нефтяных продуктов в регионе снизилось на 43 %. Показатели внутреннего самообеспечения нефтью составляют в Кыргызстане — 0,3%, в Таджикистане — 0,073%. Казахстан, Туркменистан и Узбекистан относятся к самообеспеченным нефтью странам. В газовой индустрии спад добычи составил 20,5 %. Активизация добычи газа произошла в Казахстане, Туркменистане и Узбекистане. Узбекистан добывает львиную долю газа и по абсолютным показателям вышел на первое место в регионе. При этом наблюдается падение потребления газа на 17,4 %. В целом регион можно отнести к газоизбыточным и добыча может быть увеличена. В электроэнергетике производство и потребление снизились примерно на 28 %. Несмотря на это Казахстан и Узбекистан являются центрами производства электроэнергии. Базовыми ресурсами для выработки тепло- и электроэнергии являются уголь (в Казахстане) и газ (в Туркменистане и Узбекистане). Основными потребителями тепло- и электроэнергии являются промышленность и население.

Самодостаточность страны или региона определяется соотношением уровня его годового производства и потребления энергоресурсов. По оценкам специалистов [2, 3] за прошедший период в среднем по Центральной Азии этот показатель составил 1,43, а по Туркменистану — 2,33. Однако по Таджикистану он составил всего 0,4.

Рассмотрение состояния дел по отдельным странам Центральной Азии позволяет говорить, что абсолютной энергетической обеспеченностью на краткосрочную перспективу, удовлетворяющей условиям устойчивого развития, ни одна из стран Центральной Азии не располагает, так как имеют место дестабилизирующие факторы экономического, социального, экологического характера.

Для стран Центральной Азии характерным является то, что интеграционные процессы в сфере энергетики были и будут жизненной необходимостью ввиду сложившейся десятилетиями высокой энергетической взаимозависимости и взаимодополняемости. Они имеют единое энергетическое пространство на базе объединенной электроэнергетической системы и сети магистральных газопроводов, созданных в советское время, по

Таблица 1. Ресурсный потенциал энергетики стран Центральной Азии[1]

Энергоресурсы	Казахстан		Кыргызстан		Таджикистан		Туркменистан		Узбекистан		Центральноазиатский регион	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Уголь, млрд. т	34,1	34,1	1,34	1,27	0,67	1,0	Незначит.	Незначит.	2,0	2,0	38,1	40,37
Нефть, млн. т	2760	2760	11,5	10,2	5,4	10	12060	12060	81	81	14917,9	14921,2
Газ природный, млрд. м <sup>3</sup>	1841	1841	6,54	6,2	9,2	10	22870	22870	2000	2000	26726,7	26727,9
Гидроэнергопотенциал, кВтч/год	27	27	52	99	317	317	2	2	15	15	413	460
Уран, тыс. тн	601	601	Незначительно	Незначительно	Незначительно	Незначительно	Незначительно	Незначительно	83,7	83,7	684,7	684,7

Примечание: 1 – 2002г.; 2 – 2020г.;

а) по уголю, нефти и природному газу приводятся объемы разведанных запасов;

б) приведен экономически эффективный гидроэнергопотенциал;

в) приведены разведанные запасы урана по оценкам МИРЭС с издержками добычи до 130 долл./кг.

которым осуществляется поставка природного газа из Туркменистана и Узбекистана в южную часть Казахстана, Кыргызстан, Таджикистан.

С обретением суверенитета каждое из этих государств было поставлено перед необходимостью самостоятельного решения проблемы обеспечения энергетическими ресурсами, надежного и бесперебойного топливо- и электроснабжения.

Недостаток финансовых средств для развития топливно-энергетических комплексов, а также избыток энергоресурсов в ряде стран Центральной Азии побуждает их к поиску источников финансирования и возможности модернизации энергоресурсов путем выхода на международный рынок энергоносителей. В связи с этим очевидна необходимость развития энерготранспортирующей инфраструктуры отдельных стран региона.

Важнейшей стратегической задачей для государств Центральной Азии является привлечение масштабных инвестиций в разработку новых месторождений для модернизации действующих, прокладки новых и поддержания в рабочем состоянии эксплуатируемых трубопроводов. Кроме того, важнейшим вопросом обеспечения энергетической безопасности, требующим первоочередного решения, является совместное эффективное использование водно-энергетических ресурсов, созданных и перспективных к строительству многоцелевых водно-энергетических комплексов межгосударственного и национального уровня значимости.

В 2000 г. общая мощность электростанций региона составляла 41,86 млн.кВт. При этом доля тепловых электростанций (ТЭС) равна 70,22%, а ГЭС — 29,78% (табл. 2).

Генерирующие мощности электростанций региона в целом обеспечивают внутренние потребности всех отраслей экономики и населения в электроэнергии.

Важно также отметить необходимость усиления параллельной работы национальных энергосистем в составе энергосистемы Центральноазиатского региона. В 1999 г. руководителями Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана было подписано Соглашение о создании Объединенной энергосистемы государств Центральной Азии. Однако система не работает по субъективным причинам.

**Таблица 2.** Структура установленных мощностей, млн.кВт

Наименование	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан	Центральноазиатский регион
<b>Электростанции всех типов</b>	18,81	3,688	4,413	4,05	11,583	41,864
<b>В том числе:</b>						
ТЭС	16,50	0,738	0,346	4,05	9,844	29,688
ГЭС	2,26	2,95	4,067	Незначит.	1,739	12,176

### 3. Индикаторы оцениваемой проблемы

При определении индикаторов должен быть охвачен весь комплекс вопросов и проблем, касающихся энергопроизводства и обеспечения энергоресурсами.

Функционально индикаторы соответствуют и характеризуют виды, условия и результаты использования возобновляемых источников энергии. Для Центральной Азии, как известно, характерными являются следующие виды ВИЭ: солнечное излучение, энергия ветра, биотехнологии, гидротермальная энергия, энергия малых рек.

По предложению экспертов Кыргызстана, основными индикаторами состояния, использования и воздействия энергетического сектора экономики на окружающую природную среду целесообразно считать, предложенные Комиссией устойчивого развития (КУР) ООН. Система ключевых индикаторов по КУР ООН включает:

- Годовое потребление энергии на душу населения.
- Долю потребления возобновляемых энергоресурсов.
- Интенсивность использования энергии.

Два первых индикатора уже достаточно широко применяются в международной практике, третий по мнению экспертов Кыргызстана, следует заменить на **“Энергоемкость продукции”**, или **“Энергоемкость ВВП”**, так как интенсивность определяет процесс, но не конкретизирует его количественное измерение, в данном случае эффективность использования энергоносителей при производстве конечной продукции. Дополнительно можно ввести индикатор **“Доля возобновляемых энергоресурсов в энергоемкости ВВП”**.

Представляется возможным использовать следующие индикаторы:

- Производство (добыча) энергоресурсов (уголь, млн.т; нефть и газовый конденсат, млн. т; газ, млрд м<sup>3</sup>; уран, тыс. т; используемый гидропотенциал, млрд .кВт ч/год).
- Производство электроэнергии (млрд.кВт ч/год) при использовании (угля, нефти и газового конденсата, газа, урана, гидропотенциала).
- Потребление энергоресурсов (угля, нефти и нефтепродуктов, газа, гидроэнергии).
- Доля использования органического топлива в ВВП.
- Доля использования возобновляемых источников энергии в ВВП.
- Количество получаемой электроэнергии (от использования органического топлива в ТЭЦ, ТЭС и возобновляемых источников энергии, солнечной и ветровой энергии, биотехнологий, гидротермальных источников, малых рек и каналов).
- Обеспеченность электроэнергией населения за счет использования возобновляемых источников энергии (солнечной и ветровой энергии, биотехнологий, гидротермальных источников, малых рек и каналов).

На топливно-энергетический комплекс (ТЭК) **Кыргызской Республики** приходится примерно 2% от энергетических ресурсов Центральной Азии, в том числе большие запасы угля и около 30% гидроэнергетических ресурсов региона, из которых в настоящее время освоена только десятая часть.

В настоящее время структура топливно-энергетического баланса республики ориентирована на импорт более 50% энергоносителей из соседних государств. Самообеспеченность республики нефтепродуктами составляет менее 30%. Анализ возможностей освоения новых нефтяных и газовых месторождений позволяет говорить о потенциальной возможности значительного увеличения объемов добычи нефти и газа, чтобы снизить зависимость страны от их импорта. Страна обладает значительными гидроэнергетическими ресурсами. На ее долю приходится около 5% ВВП и 12% объема промышленного производства, 10% доходов республиканского бюджета. Развитая электроэнергетическая сеть обеспечивает доступ к электроэнергии для 100% населения.

**Казахстан** располагает значительными запасами угля, нефти и газа. Вместе с тем, ввиду географической разобщенности энергоизбыточных и энергоэффективных регионов страны, из-за слабой развитости энерготранспортирующих коммуникаций нефть и газ месторождений запада страны не поступает к потребителям густонаселенного юго-востока и индустриального севера. Существуют ограничения в возможностях экспорта газа и нефти в сопредельные государства: страны Центральноазиатского региона, Россию, Китай, и на другие рынки.

Энергетика Казахстана базируется в значительной мере на использовании углей. В условиях резкого роста цен на энергоносители и низкой платежеспособности потребителей в республике основной задачей эффективного использования энергии являются следующие:

- Формирование единого внутригосударственного рынка энергоресурсов, основным поставщиком которого является отечественный производитель.

- Обеспечение доступа казахстанских производителей топливно-энергетических ресурсов на международный рынок, в тесном взаимодействии с соседними государствами.
- Возобновление хозяйственных связей и прежних форм кооперации со странами СНГ.

Проблема энергообеспечения потребностей экономики для **Таджикистана** является самой главной. Производство угля и нефти находится на уровне 0,02 млн.т., а газа — 0,04 млрд. м<sup>3</sup>. В республике делается ставка на использование богатых водно-энергетических ресурсов и возобновляемых источников энергии, особенно малых ГЭС.

**Туркменистан** обладает значительным энергетическим ресурсным потенциалом, достаточным не только для собственного потребления. Государство располагает значительными запасами нефти, а по производству газа занимает второе место в регионе (добыча более 22 млрд. м<sup>3</sup>). Сдерживающими факторами являются недостаточность энерготранспортирующей инфраструктуры, как и в других странах.

**Узбекистан** является передовым государством региона по добыче газа — более 55 млрд. м<sup>3</sup> и находится на втором месте по добыче угля, нефти и газового конденсата. В республике приоритет отдается созданию крупных нефте-газо-ресурсоперерабатывающих предприятий и мощностей для самообеспеченности топливом, однако это не решит проблемы обеспеченности энергетическим сырьем всех потенциальных потребителей, находящихся в самых отдаленных регионах республики. Основными проблемами являются — высокая энергоемкость экономики, изношенность оборудования, слабый уровень развития энерготранспортирующей инфраструктуры.

## 4. Реализуемые национальные стратегии и политика

В условиях существенного роста цен на углеводородное топливо в странах Центральной Азии и определения технико-экономических пределов возможного централизованного энергоснабжения с существенными ресурсозатратами стала очевидной перспективность децентрализованного энергоснабжения значительного количества рассредоточенных объектов в странах ЦА с использованием тех или иных видов ВИЭ.

Проведенные научно-технические, проектно-исследовательские работы и созданный задел позволили странам Центральной Азии поэтапно использовать некоторые виды ВИЭ.

Наиболее результативно ведутся работы по использованию гидроэнергоресурсов средних и малых водотоков путем реконструкции ранее построенных ГЭС, строительства и проектирования ГЭС средней, малой и микромощностей на ранее неосвоенных реках, а также ирригационных сооружений — водохранилищах, каналах оросительного и питьевого назначения.

В Узбекистане в соответствии с Программой развития малой гидроэнергетики [8], реализуемой согласно принятому в 1995 г. Постановлению Кабинета Министров Республики Узбекистан, на 1-м этапе предусмотрено строительство 5 средних и малых быстроокупаемых ГЭС с общей установленной мощностью 422,8 мВт и средней многолетней выработкой электроэнергии 1328,8 млн. кВтч/год. Ряд строящихся ГЭС будут введены в эксплуатацию до 2010 г.

На 2-м этапе предусмотрено строительство 127 малых ГЭС с общей установленной мощностью 757,1 мВт и среднемноголетней выработкой электроэнергии 3306,2 млн. кВтч. Целями программы являются обеспечение экономии природ-

ного газа, совершенствование электроснабжения объектов сельского и водного хозяйства, улучшение экологической ситуации и решение социальных вопросов населения сельской местности.

Реализация программы сдерживается из-за недостаточности финансовых средств, несовершенства законодательно-нормативной базы в сфере энергетики, институциональными барьерами, отсутствием широкого спектра стимулирующих мер — льготного кредитования и налогового обложения, освобождения от налогов и таможенных пошлин на ввозимые оборудование, комплектующие, спец. материалы и т.п.

Перспективы развития малой гидроэнергетики в Кыргызстане определены в соответствии с разработанной в 1999 г. Программой развития малой гидроэнергетики на 1999–2005 гг. и последующие

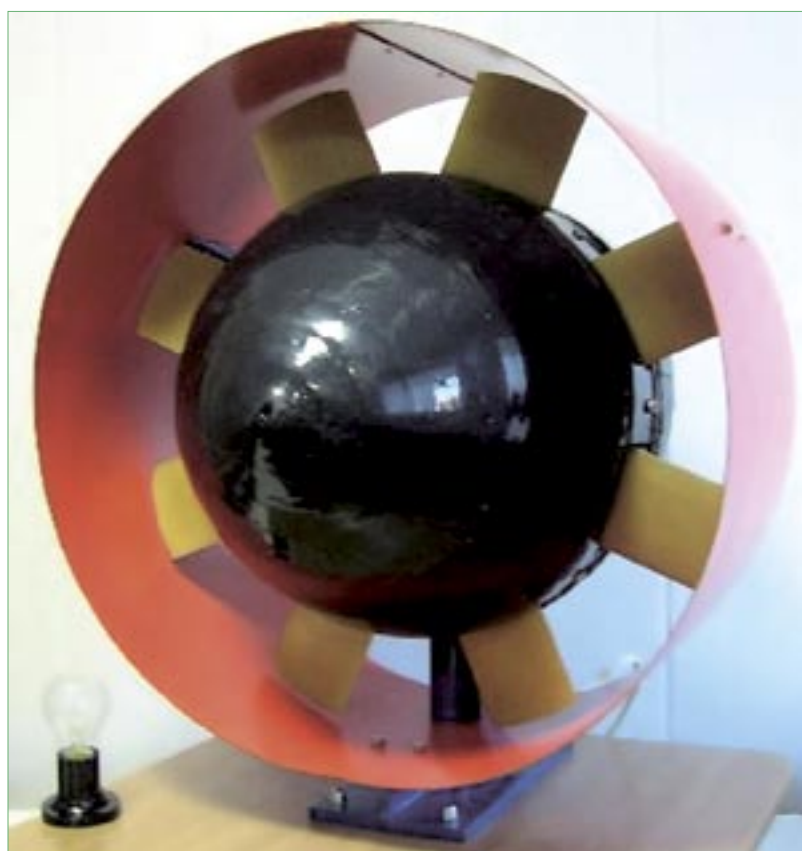


Рис. 2. Внешний вид турбогенератора микроГЭС "АкваТрон - 300"

периоды. В настоящее время технически подготовленными для широкого практического использования являются:

- микроГЭС мощностью 1, 5, 16, 22 кВт — 10,8 млн. кВтч/год;
- малые ГЭС со средней установленной мощностью до 5 мВт/год — по одной станции в год со среднегодовой выработкой до 30 млн. кВтч электроэнергии;
- горячее водоснабжение за счет солнечной радиации на основе солнечных коллекторов изготавливаемых в Республике, с годовой выработкой до 5 млн.кВтч в год;
- биогазовые установки производительностью от 5 до 250 м<sup>3</sup>/сут. (суммарная годовая производительность может составить 273 млн.).

В Таджикистане в начале 90-х годов XX в. была принята Программа развития гидроэнергетики, согласно которой в 1991–2005 гг. предусматривался ввод новых мощностей в размере 22,4 тыс. мВт с ежегодной выработкой электроэнергии в 86,8 млрд. кВтч. В последние годы ведется строительство малых ГЭС на р. Бартанг, на притоке р. Ванг, на реках Каточдара, Гурт, Зидды и других, в целях электрификации населенных пунктов, расположенных в труднодоступных горных районах.

Солнечная энергия в странах Центральной Азии используется по различным направлениям. Достаточно интенсивно с 1995 г. начали использоваться системы солнечного теплоснабжения (ССТС) сезонного и круглогодичного действия. Последние использовать случае в комбинации с дополнительным источником энергии — электродотами малой и большой мощности, а также с топливными теплоисточниками.

В Узбекистане введены в действие ССТС [9] с общей площадью солнечных коллекторов свыше 50 тыс.м<sup>2</sup> для обеспечения горячей водой санитарно-бытового и производственного назначения на объектах различных сфер экономики.

Эксплуатируются солнечно-топливные котельные в составе систем теплоснабжения в 2-х жилых микрорайонах г. Ташкента. Используются солнечные установки местного производства, а также фирм производителей стран Европейского Союза.

Налажено серийное изготовление местными производителями солнечных теплоустановок по технологии, переданной Правительством Дании в рамках Программы Развития ООН на основе зарубежных комплектующих материалов. Освоено также производство оборудования, разработка, проектирование, монтаж, наладка, ввод в действие и сервисное обслуживание солнечно-электрических модульных источников теплоснабжения круглосуточного действия. Создано специализированное предприятие “Курилишгелио-сервис Ltd”, осуществляющее широкий спектр работ и услуг в области ССТС, начиная с изготовления оборудования по всей цепочке работ и завершая сервисным обслуживанием.

Выполняется комплекс работ научно-технологического, материаловедческого, системного характера, направленных на поиск решения проблемы улучшения потребительских показателей ССТС и повышения их конкурентоспособности с системами горячего водоснабжения на традиционных топливных энергоносителях.

Ведутся работы в области создания солнечно-тепловых электростанций с термодинамическим циклом преобразования как с “центральной приемником-преобразователем солнечного излучения”, так и с распределительными параболическими концентрирующими преобразователями. Они должны обеспечить выработку электроэнергии в промышленно значимых масштабах (несколько млн. кВтч/год) при минимальных затратах природного газа в топливной части станции с максимальной утилизацией энергии солнечного излучения.

Начато использование геотермальной энергии для теплоснабжения в Узбекистане, возможно создание геотермальных электростанций на перспективных технологиях с низкокипящими теплоносителями.

Недостаточность органического топлива в Кыргызстане и в Таджикистане уже в настоящее время привела к дефициту тепло-электроснабжения, то есть к нарушению их энергетической безопасности.

В Туркменистане и Узбекистане на среднесрочную перспективу (до 2030 гг.) сохраняется риск



нарушения энергетической обеспеченности, ввиду ускоренной выработки природного газа, используемого как основной вид топлива при производстве электрической и тепловой энергии и в качестве экспортной продукции, а также недостаточности гидроэнергоресурсов (отсутствие потенциала для строительства крупных экономических ГЭС), которые могли бы заменить газ.

Ряд локальных регионов в Казахстане, Таджикистане и в других странах Центральной Азии, удаленных от централизованных государственных систем газо-электроснабжения, в настоящее время ощущают дефицит в топливообеспечении, следствием чего является дефицит теплоснабжения. В ряде удаленных районов и поселков ощущается дефицит электроснабжения. Таким образом можно констатировать, что энергобезопасность стран Центральной Азии не является абсолютной.

Эти факторы, а также ухудшающаяся экологическая и неблагоприятная социальная ситуации, складывающиеся в ряде регионов всех стран Центральной Азии, несоответствие условий жизни населения современным требованиям, спад производства, в том числе из-за дефицита энергоснабжения и ряд других факторов стали причиной использования некоторых видов возобновляемых источников энергии.

Географическое положение, природные и климатические условия и большие размеры террито-

рий стран Центральной Азии создают условия для развития энергетики на базе использования многих видов ВИЭ для удовлетворения внутренних потребностей и обеспечения энергетической безопасности на длительную перспективу. Одной из важнейших отраслей экономики практически для всех центральноазиатских стран является отгонное животноводство на природных пастбищах, где круглогодично выпасаются миллионные отары овец и крупного рогатого скота. Водные ресурсы с различным уровнем минерализации имеются практически повсеместно. После соответствующей обработки или опреснения они могут быть использованы для развития пастбищного животноводства. Трудность при этом состоит в наличии энергоисточников. Для этих случаев оптимальной альтернативой является использование солнечных или ветровых установок, которые могут обеспечить энергоснабжение для подъема и перекачки воды, а в случае наличия минерализованных вод — для опреснения. Кроме этого, в ближайшие 20 лет стоимость углеводородного сырья достигнет такого уровня, когда его сжигание для производства энергии станет неоправданным.

Имеющиеся оценочные данные по ресурсному потенциалу ВИЭ в странах ЦА приведены в таб. 3.

Особо следует подчеркнуть, что потенциальные ресурсы ВИЭ, в частности энергии солнечного излучения, поступающей в течение года на территорию стран региона, многократно превышают по-

**Таблица 3.** Ресурсный потенциал возобновляемых источников энергии стран Центральной Азии.

Энергоресурсы	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Солнечное излучение, млрд. тн.у.т./год	500,0	41,0	30,0	102,0	95,0
Гидроэнергоресурсы средних и малых водо-токов, млрд. кВт/ч/год	4,8	8,0	25	Незначительные	21,2
Геотермальные ресурсы	Нет данных	613 млн. Гдж/год	Нет данных	Нет данных	503 млрд.т.у.т.
Ветровые потоки, млрд. кВт/ч в год	1000,0	Нет данных	—	5,6 млрд. т.у.т/год	25,85
Биомасса, млн. т.у.т./год	15,0	—	—	незначительные	3,3

требляемые объемы энергоресурсов. Кроме того, наличие в Узбекистане, Туркменистане, Казахстане значительных ресурсов геотермальной энергии и возможности для получения биомассы растительного происхождения в больших объемах и на значительных территориях, а также слабая

изученность получения гидроэнергоресурсов на средних и малых водотоках создают хорошие предпосылки для масштабного вовлечения ВИЭ в топливно-энергетический баланс всех стран Центральной Азии в целях обеспечения устойчивого экологически безопасного развития энергетики.

В Узбекистане широко ведутся работы по прямому фотоэлектрическому преобразованию солнечного излучения в электрическую энергию. Разрабатываются технологии по получению кремния "солнечного" качества на базе больших запасов кремнийсодержащего рудного сырья, кварцитов для последующего изготовления солнечных полупроводниковых преобразователей (элементов, модулей) в целях создания солнечных фотоэлектрических станций различного уровня мощности и назначения. Освоено промышленное производство солнечных модулей на основе аморфного кремния. Выполнены предварительные технико-экономические расчеты по обоснованию возможности строительства в странах Центральной Азии солнечных электростанций мощностью до 200 мВт. В соответствии с этими расчетами показана целесообразность создания в Узбекистане на 1-м этапе свыше 16 солнечных электростанций реализованных по различным технологиям на общую мощность 506 мВт. В Узбекистане также изготавливаются и введены в действие комбинированные солнечные фотоэлектрические установки бытового назначения микромощностного уровня (менее 1 кВт) с использованием солнечных модулей, создаваемых на базе монокристаллических и аморфных кремниевых элементов для индивидуального применения. Создана и эксплуатируется демонстрационная комбинированная солнечно-ветровая система электропитания для объектов, расположенных в труднодоступных местностях, доказавшая перспективность децентрализации электроснабжения удаленных объектов на основе комбинированного использования нескольких видов энергии (солнечной, ветровой, электрохимической).

В плане доступности получения энергии от возобновляемых видов, особенно от солнца, в Узбекистане проводятся научно-исследовательские и



Рис. 3. Гелиоэнергетические установки

опытно-конструкторские работы по практическому применению солнечной энергии, включая:

- разработку солнечных водонагревательных коллекторов нового типа для систем горячего водоснабжения;
- разработку автономных и комбинированных солнечно-топливных систем теплоснабжения круглогодичного действия;
- разработку фотоэлектрических элементов из монокристаллического кремния с эффективностью получения электроэнергии в размере 12 — 14%, использование поликристаллического кремния с эффективностью 10 — 12% и организацию их производства на уровне мощности 50–200 Вт;
- термодинамическое преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью концентраторов солнечного излучения;
- создание комбинированных солнечно-ветровых систем для совместной утилизации энергии ветра и солнечной радиации;
- разработку электростанции солнечной печи тепловой мощностью 1000 кВт лучистого потока в фокусе (температура ~ 3200°C), оборудованную фокусирующим устройством, состоящим из системы 236 зеркал с автоматическим слежением за положением потока и предназначенную для получения особо чистых металлов;
- разработку пассивных систем солнечного отопления малоэтажного жилья с повышенной тепловой эффективностью.

По результатам этих работ изготовлены и находятся в экспериментальной эксплуатации:

- солнечные двухконтурные водонагревательные установки круглогодичного действия с плоскими солнечными коллекторами;
- солнечные приставки для подогрева исходной воды в топливных котельных для теплоснабжения микрорайона (поселка);
- гелиоустановки по очистке фекальных и промышленных стоков производительностью 50 м<sup>3</sup>/сут. и переработке биомассы водорослей в корма;
- солнечные фотоэлектрические станции, элементы, модули для энергоснабжения

рассредоточенных и отдаленных от линий электропередач маломощных потребителей;

- гибридно-солнечно-ветровая система электроснабжения мощных (10 кВт и более) потребителей;
- пассивные системы солнечного отопления с плоским рефлектором и аккумулятором — коллектором солнечной энергии.

В рамках государственных научно-технических программ и инновационных проектов до 2010 г. намечено выполнить прикладные исследования по следующим направлениям:

1. Разработать проекты комбинированного использования возобновляемых источников энергии, включая солнечные, ветровые и микроГЭС.
2. Организовать на местной производственной базе изготовление фотоэлектрических элементов и модулей.
3. Разработать высокоэффективные плоские тепловые коллекторы, а также тепловые установки с целью получения низкопотенциального тепла для нужд жилищно-коммунального сектора и организовать их изготовление на промышленных предприятиях.
4. Разработать программы децентрализованной электрификации отдаленных населенных пунктов на основе использования возобновляемых источников энергии.
5. Разработать и внедрить в практику коммунальной теплоэнергетики децентрализованные солнечно-топливные системы теплоснабжения.

Работы в этом направлении проводятся в Физико-техническом институте, в Институте энергетики и автоматики АН Республики Узбекистан, по гибридно-солнечно-ветровой системе — в Центре научно-технических и маркетинговых исследований. Агентством связи и информации Узбекистана освоено производство панелей по преобразованию солнечной энергии в электрическую, а также солнечных коллекторов для нагрева воды. Опытные образцы изготовлены и испытаны в АО “Фотон”, ООО “Гелиокурилишсервис”, а также в Физико-техническом институте НПО “Физика-Солнце” АН Республики Узбекистан.

Аналогичное положение дел с использованием солнечной энергии характерно для других стран Центральной Азии [10]. Центром проблем использования ВИЭ Кыргызстана в 1998 г. разработана Концепция развития возобновляемых источников энергии в Кыргызской Республике до 2005 г. В перспективе предполагается создание мощности по выработке электроэнергии на фотоэлектрических преобразователях в объеме 2 — 3 мВт с выработкой 5 — 8 млн.кВт/ч в год; соответственно на микро ГЭС 2 — 2,5 мВт. и выработкой 9 — 11 млн. кВт/ч в год; ветроэлектрических агрегатах 0,15 — 0,13 мВт. и выработкой 1 — 1,2 млн.кВт/ч в год. Освоено производство солнечных фотоэлектрических элементов, модулей и комплексов; солнечных коллекторов и систем горячего водоснабжения на их основе. По заказам осуществляется их изготовление и ввод в действие систем энергоснабжения на базе ВИЭ.

Страны Центаральной Азии располагают возможностями развития ветроэлектроэнергетики в отдельных регионах. Правительство Республики Казахстан утвердило в 1999 г. План развития энергетики до 2030 г. К этому сроку необходимо построить 7 ВЭС мощностью 520 мВт с годовой выработкой электроэнергии около 1,8 — 2 млрд. кВт/ч. Инвестиции в строительство ВЭС составят порядка 500 млн.долл. США. Правительство Республики Казахстан и Программа развития ООН в 2004 г. приступили к реализации совместного проекта

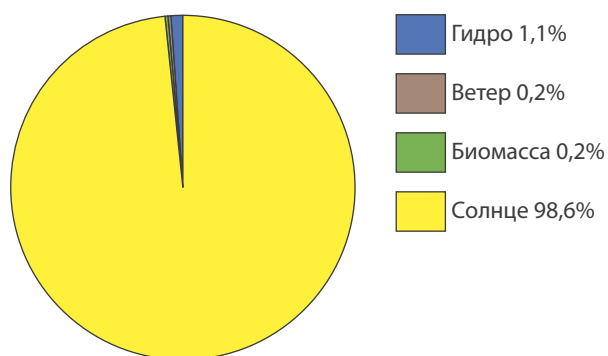


Рис. 4. Потенциал ВИЭ В Узбекистане [9]

по развитию ветроэнергетики “Казахстан — инициатива развития рынка ветроэнергетики”, рассчитанного на 3 года и предполагающего содействие в строительстве первой ветроэлектростанции мощностью 5 мВт на юго-востоке республики. Более 2,5 млн. долл. на реализацию проекта выделил Глобальный экологический фонд. Вклад частных инвесторов составит 4 млн. долл. Исполнительным агентством по проекту выступает Министерство энергетики и минеральных ресурсов Казахстана.

В Кыргызстане ветроэнергетические ресурсы только в приземном слое до 100 м оцениваются величиной около 2 млрд. мВт/ч в год. Выявлена перспективность строительства ветроэлектростанций в ряде регионов Узбекистана, в том числе на плато Устюрт с мощностью более 10 — 20 мВт и других местах.

Перспективно развитие энергетики на основе использования геотермальных вод в предгорных зонах и долинах, например, геотермальной энергии для теплоснабжения в Иссык-кульском и других регионах Кыргызстана.

По малым ГЭС в Кыргызстане суммарный гидроэнергетический потенциал обследованных 172 малых рек и водотоков с расходом воды от 0,5 до 50 м<sup>3</sup>/с превышает 80 млрд. кВт/ч в год, из них технически приемлемый к освоению гидроэнергетический потенциал составляет 5 — 8 млрд. кВт/ч в год, из которого используется только 3%. За период до 2010 г. предполагается осуществить техническое перевооружение и введение в эксплуатацию законсервированных малых ГЭС, а также новых в различных районах республики. Рост тарифов на энергию, эффективность функционирования намечаемых к развитию малых ГЭС и окупаемость инвестиций будут стимулировать привлечение отечественных и зарубежных инвесторов в этот сегмент энергетики.

В территориальном отношении все обследованные малые реки группируются в бассейнах, приуроченных к рекам Чу, Талас, Нарын, Сары-Джаз, Карадарья, Сырдарья и бассейну оз. Иссык-куль. Следует учесть также возможные особенности, которые могут возникнуть при создании малых ГЭС на трансграничных водотоках.

В Казахстане, в Семиречье (Алматинская область) уже начато строительство и восстановление 25 малых ГЭС. ОАО “КазНИИЭнергетики” г. Алматы смонтировало электростанцию 500 кВт в пос. Фабричный Алматинской области, на трубопроводе водоснабжения экспериментальной ГЭС 130 кВт (Медео), 270 кВт на ГКП “Водоканал” г. Алматы, строятся станции в Южном Казахстане. Казахстанскими инженерами и учеными в настоящее время разработаны новые модульные модели беспилотной микроГЭС, на которые получены предварительные патенты, изготовлен опытный образец и проведены испытания.

В связи с ростом энерготарифов эффективность функционирования намечаемых к развитию малых ГЭС и окупаемость инвестиций в этот сегмент энергетики будут стимулировать привлечение отечественных и зарубежных инвесторов.

Учитывая схожесть проблем, решаемых с развитием малой гидроэнергетики, представляются целесообразными тесная координация действий и кооперация деятельности стран Центральной Азии.

Имеются перспективы в развитии биоэнергетики. Например, в Кыргызстане [11] в результате переработки **биомассы**, представляющей собой отходы животноводства (с годовым объемом 5,5 млн.т), растительности и других материалов органического происхождения, можно получить более 300 млн. м<sup>3</sup> горючего биогаза в год. Широко используются биогазовые технологии на селе с целью получения высококачественного органического удобрения, которое, в отличие от химических, обеспечивает выращивание экологически чистых продуктов. Есть возможность также получать газ метан для использования вместо импортного природного газа. На селе уже действуют 4 установки с объемом реактора от 50 до 250 м<sup>3</sup> и комплекс в с.Петровка Сокулукского района, который обеспечивает ассоциацию “Фермер” высококачественным удобрением, а за счет метана — электро- и теплоэнергией.

В 2006 г. в Северном Казахстане реализован уникальный биотехнологический проект — завод по производству этанола производственного комплекса “Биохим”. Проект является классическим примером кластерного развития: глубокая пере-

работка зерна и получение конечного продукта — биоэтанола. На заводе будет использоваться различное сырье, даже отходы.

В этой связи необходима разработка концепций использования ВИЭ на период 2020–2030 гг. в странах Центральной Азии и на их основе государственных программ действий отдельных стран, а также Субрегиональной концепции развития и использования ВИЭ в регионе.

В рамках концепций необходима разработка мер по преодолению барьеров, препятствующих развитию ВИЭ: финансовых, технологических, институциональных, нормативно-законодательных, кадровых и т.д.



Рис. 5. Ветряные установки для ВИЭ

## 5. Оценка потребностей в решении проблемы

Необходимость вовлечения в энергобаланс государств Центральной Азии возобновляемых источников энергии обосновывается рядом факторов, наиболее существенными из которых являются:

1. Сохранение энергетической независимости на длительную перспективу.
2. Энергообеспечение дальнейшего развития экономики и повышения благосостояния сельского населения.
3. Обеспечение снижения уровня техногенного воздействия на окружающую среду.
4. Обеспечение развития экономики государств в рамках Программы устойчивого развития.

Как известно, сохранение энергетической независимости является важнейшей задачей всех государств этого региона. Как было ранее отмечено, развитие энергетики Казахстана, Туркменистана и Узбекистана основывается на нефте- и газоресурсах, которые, однако, в обозримом будущем будут все более труднодоступны и рост их стоимости не позволит решать поставленные задачи в перспективе. В Кыргызстане и Таджикистане приоритеты развития энергетики основываются на использовании водно-энергетических ресурсов, однако ограниченность имеющихся и нарастающий дефицит водных ресурсов в бассейне Аральского моря создадут препятствия для развития энергетики.

Важным фактором дальнейшего развития экономики и повышения благосостояния населения

Центральной Азии является энергообеспечение сел, которые рассредоточены на большой территории и на огромных расстояниях от городов. Этим обусловлено большое число рассредоточенных потребителей энергии, не обеспеченных надежными источниками. Во многих регионах этих государств существуют проблемы с качеством и количеством электроэнергии и природного газа, подаваемых конечному потребителю. Существуют удаленные районы, где пока и вовсе нет централизованного энергоснабжения. При условиях, когда стоимость строительства 1 км линии электропередачи составляет 15000 долл. США, энергообеспечение удаленных районов и рассредоточенных поселков, когда расстояние между домами составляет несколько километров, электропередача через централизованную сеть является практически нереальной.

Обеспечение снижения уровня техногенного воздействия на окружающую среду является на сегодня актуальной задачей для государств Центральной Азии. Особенно это касается выбросов парниковых газов. По данным Института мировых ресурсов (2003 г.), общее количество выбросов CO<sub>2</sub> по Республике Узбекистан составляет 121 тыс. т в год, и она занимает второе место в Центральной Азии по этому показателю после Казахстана (123,685,6 т). При этом более 80 % (по данным Узгидрометцентра) выбросов приходится на долю энергетического сектора.

Как видно, ущерб, наносимый окружающей среде, значительный, не говоря об экономическом ущербе от уплаты экологического налога и штрафов. Следовательно, необходимость широкого вовлечения в энергобаланс этих стран возобновляемых источников энергии, одновременно являющихся экологически чистыми, диктуется и с точки зрения снижения уровня техногенного воздействия на окружающую среду.

Особое внимание следует обратить на необходимость соблюдения условий обеспечения развития экономики государств в рамках Программы устойчивого развития, что является основой общемировых тенденций развития в соответ-

ствии с целями, провозглашенными на Саммите в г. Йоханнесбург (ОАР) и поддержанными всеми государствами мира. Как известно, принципом “устойчивого развития” является удовлетворение потребностей в природных ресурсах нынешнего поколения, не затрагивая и не ущемляя интересы будущих поколений.

Успехи в развитии нефтегазовой промышленности в середине XX в. — интенсивный ввод нефтегазовых и газоконденсатных месторождений с небольшими затратами, обусловили рост потребления нефти и природного газа в общем балансе использования энергоресурсов. Однако, как показывает практика, интенсивная разработка недр и рост объемов использования углеводородного сырья приводит к исчерпанию невозобновляемых природных ресурсов, что нарушает принципы устойчивого развития.

Следовательно, для энергообеспечения дальнейшего экономического развития государств Центральной Азии и повышения благосостояния сельского населения необходимо широкое использование возобновляемых источников энергии являющихся одновременно по природе местными, децентрализованными. Освоение возобновляемых источников энергии будет способствовать поддержанию топливно-энергетического баланса и реализации программы защиты окружающей среды. По предварительным оценкам специалистов, интенсивное освоение возобновляемых источников энергии на всей территории Центральной Азии позволит повысить потенциал топливно-энергетических ресурсов до 20%.

## 6. План мероприятий на ближайшую перспективу

План мероприятий на ближайшую перспективу направлен на выполнение работ в соответствии с оценочным докладом. Планом предусмотрено проведение исследований, подробный анализ состояния и условий развития возможностей использования возобновляющих источников энергии и оценка вклада получения энергии от ВИЭ в баланс производства и энергопотребления в странах Центральной Азии, а также создание Регионального центра и сети по ВИЭ. План мероприятий представлен в *табл. 4*.



**Рис. 6.** Биогазоустановка для получения горючего метана

## 7. Последовательные шаги для реализации предложенного плана

Для использования ВИЭ в Центральной Азии последовательность выполнения работ, по нашему мнению, заключается в следующем.

**1). Изучение потенциала и разработка концепции по использованию ВИЭ с определением индикаторов по использованию всего потенциала энергоресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии.**

Концепция будет представлена для рассмотрения всем заинтересованным министерствам государств Центральной Азии и затем утверждена правительствами стран.

**2). Разработка рекомендаций по технологиям использования ВИЭ с учетом специфики природно-климатических условий в каждой стране Центральной Азии.**

После утверждения концепции проводится анализ и оценка технологий использования ВИЭ. Ввиду различий природно-климатических условий региона проводится оценка применения технологий для каждой страны.

**3). Разработка проекта программы развития использования ВИЭ.**

Для практического осуществления механизмов использования ВИЭ необходимо разработать программу с обоснованием объемов, приоритетных направлений, стоимости, возможностей финансирования со стороны стран Центральной Азии и помощи от международных доноров.

**4). Разработка структуры условий взаимодействия региональной сети ВИЭ и положений национальных и регионального центров.**

На основе концепции и программы развития использования ВИЭ будет создана региональная сеть ВИЭ с национальными программами. С этой целью необходимо разработать положения и механизмы взаимодействия. Созданная региональная сеть будет призвана осуществлять выполнение проектов по использованию ВИЭ в соответствии с проектными предложениями представленными в табл. 5.



**Таблица 4.** План мероприятий (проект) по созданию Субрегиональной сети и активизации деятельности по использованию возобновляемых источников энергии в Центральной Азии

Мероприятие	Деятельность	Срок исполнения	Финансирование (долл. США)
Разработка и заключение соглашения с ЮНЕП	Составление текста соглашения, бюджета работ, графика их выполнения, обсуждение со странами Центральной Азии и с ЮНЕП	Январь – февраль 2007 г.	
Разработка заданий оценочных исследований ведущим экспертам, институтам	Составление подробных заданий с отражением задач, направлений и этапов реализации по проведению оценки применения, параметров ВИЭ и др. вопросов, необходимых для разработки концепции.	Февраль 2007 г.	500
<b>Разработка концепции использования возобновляемых источников энергии:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выявить для Центральной Азии приоритеты;</li> <li>• определить механизмы координации работ по регионам Центральной Азии в данной области;</li> <li>• выработать концептуальные направления.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка накопленного опыта по научным разработкам и практическому применению технологии использования возобновляемых источников энергии;</li> <li>• Определение энергетических и экономических параметров установок ВИЭ в условиях Центральной Азии;</li> <li>• Определение приоритетных направлений развития ВИЭ в каждой стране;</li> <li>• Определение принципов и механизмов взаимодействия и координации работ по регионам;</li> <li>• Разработка концептуальных направлений действий по развитию ВИЭ.</li> </ul>	Март –апрель 2007 г.	15 000
Проведение регионального семинара по обсуждению концепции	На семинар будут приглашены ведущие специалисты для определения объемов, направлений, этапов и других вопросов связанных с развитием действий по использованию ВИЭ	Апрель или май 2007 г.	4 000
Формирование индикаторов использования возобновляемых источников энергии	На основании оценки деятельности (сценариев) по использованию ВИЭ и характеристик конечных результатов определяются индикаторы	Май – июнь 2007 г.	2 500
Разработка рекомендаций по технологиям использования ВИЭ	При разработке рекомендаций представляется обоснование по каждому виду ВИЭ	Июль 2007 г.	1 000
Разработка проекта программы развития использования ВИЭ, положений национальных и Регионального центров сети ВИЭ.	В программу необходимо внести обоснованные и реальные по исполнению и с учетом возможностей страны виды ВИЭ и на основе программы разработать положения для центров	Август – октябрь, 2007 г.	10 000
Проведение регионального семинара по программе	На семинаре будет проведено обсуждение программы и положений и затем внесены коррективы в эти документы	Октябрь 2007 г.	4 000
Рассмотрение результатов проекта на заседании МКУР	Презентация и рассмотрение рекомендаций и программы	Ноябрь 2007 г.	5 000
Представление материалов в правительства государств Центральной Азии и заинтересованным министерствам и ведомствам	Передача и обсуждение документов заинтересованным министерствам и в правительства стран Центральной Азии	Ноябрь –декабрь 2007 г.	
<b>Итого</b>			<b>42 000</b>

## 8. Оценка эффективности

### 8.1. Проблемы воздействия традиционной энергетики на окружающую среду и состояние экологии

Интенсивное развитие нефтедобывающих отраслей промышленности привело к тому, что основу современной индустрии государств Центральной Азии составляют наиболее опасные для окружающей среды топливная, металлургическая, горнодобывающая отрасли. Результат — значительные нагрузки на окружающую среду. Освоение месторождений является причиной ее загрязнения. Основные источники загрязнения — нефтяной и буровой шлам, сточные воды, углеводороды, окислы азота и серы, сероводород, газовый конденсат. Одна из основных экологических проблем нефтепромыслов стран Центральной Азии — утилизация попутного газа при добыче нефти. Так, только в Казахстане в настоящее время на факелах сжигается свыше 800 млн. м<sup>3</sup> в год попутного нефтяного газа.

В Туркменистане в 90-х годах XXв. при эксплуатации газовых и нефтегазоконденсатных месторождений ежегодно выбрасывалось до 1 млрд. м<sup>3</sup> газа.

Загрязнение почв и грунтов происходит и разливами нефти, сбросами пластовых и шахтных вод, неупорядоченным движением техники и транспорта. Так, в Западном Казахстане общая площадь, занятая нефтяными загрязнениями, по самым минимальным оценкам, составляет около 200 тыс. га, а площадь участков радиоактивного загрязнения с мощностью дозы более 100 мкР/ч составляет более 600 га.

Значительная доля загрязнений приходится на нефтеперерабатывающие заводы. Источниками выбросов в атмосферу на этих объектах являются перегонка сырья, установки гидроочистки, демеркаптанализация керосина.

От общего количества загрязняющих веществ более 50% приходится на выброс углеводородов предприятиями нефтегазовой промышленности.

Специфика нефтегазодобывающей и перерабатывающей отрасли такова, что ее воздействие на окружающую среду распределено по всей технологической цепочке — от разведки до конечного потребления. Отрасль оказывает геохимическое загрязнение на всех этапах освоения месторождений и их эксплуатации.

Определенные воздействия оказывает промышленность Казахстана и Туркменистана на природу Каспийского субрегиона. Так, в Туркменистане объектами, загрязняющими Каспийское море, являются более 50 морских эксплуатационных скважин. Туркменбашинский залив загрязняется в результате утечек нефтепродуктов на нефтепогрузочных пирсах, подземными водами, содержащими нефтепродукты.

В бухту Соймонова ТНПЗ ежегодно сбрасывает более 11 млн. м<sup>3</sup> промстоков нормативно очищенных вод. В нее также сливаются промстоки нормативно чистых вод Туркменбашинской ТЭЦ в объеме 470 млн. м<sup>3</sup>, что вызывает нарушение гидрохимического и температурного режимов бухты.

Не следует недооценивать утечки из газопроводной сети и подземных газохранилищ. Данные государственного мониторинга источников выбросов по Узбекистану, осуществляемого территориальными органами охраны природы, показывают, что систематически в течение пяти лет наблюдается превышение нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) по диоксиду серы (в 1,2 — 4,4 раза), оксидам азота (1,5 — 1,9 раз), диоксиду серы (1,4 — 4,08 раза).

Основной вклад в выбросы загрязняющих веществ в Центральной Азии, по сравнению с другими стационарными источниками, приходится на долю тепло- и электроэнергетики, например, по

Узбекистану это составляет 31,3% (табл. 6) и транспорта.

Как правило, ТЭС и ТЭЦ расположены либо в городах и населенных пунктах, либо в непосредственной близости от них. Места их расположения характеризуются повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха окислами азота, диоксидом серы и твердыми веществами (Ташкент, Навои, Фергана). Основная масса установленных мощностей находится в эксплуатации уже более 25 лет, эффективность использования топлива крайне низка и составляет от 33 до 35%.

При сжигании топлива в котлах ТЭС наряду с выбросами загрязняющих веществ (твердые пылевые частицы, диоксид серы, окислы азота, оксид углерода, пятиокись ванадия и бен(а)пирен) в атмосферу поступает около 50% двуокиси углерода, создающего парниковый эффект. Количество образующихся выбросов диоксида углерода зависит от расхода и содержания углерода в рабочей массе сжигаемого топлива.

Другие выбросы — оксиды серы и азота, в атмосфере превращаются в серную и азотные кислоты и возвращаются на землю со снегом или в виде кислотных дождей. Повышенная кислотность воды приводит к снижению плодородия почвы, уменьшению рыбных запасов и засыханию лесов, повреждению строительных конструкций и зданий. Токсичные тяжелые металлы — кадмий, ртуть, свинец, растворяются кислотами и попадают в питьевую воду и продукты сельскохозяйственного производства.

На состоянии горных экосистем сказывается увеличивающееся использование древесных насаждений (деревьев и кустарников) и другой растительности в качестве топлива ввиду отсутствия энергоресурсов. По оценкам специалистов Кыргызстана и Таджикистана острая нехватка органического топлива, трудности доставки его в горные районы Таджикистана, постоянное повышение цен на электроэнергию, отсутствие ее во многих отдаленных от магистральных ЛЭП местах, заставляют жителей горных районов использовать в качестве топлива древесину. Это приводит к уничтожению без того скудных лесных массивов, площадь которых уже сократилась в 5–10 раз, а

местами леса полностью уничтожены. Оголение горных склонов приводит к увеличению селевых потоков, смыванию почвы на склонах, а в результате к опустыниванию и фактически вызывают “двойной” парниковый эффект. Эти процессы приводят к изменению экологии горного края, уничтожению флоры и фауны. Одним словом, социально-экономические условия вынуждают людей уничтожать горный ландшафт, формировавшийся в течение столетий.

Таким образом, в Центральной Азии по мере роста экономики государств будет расти добыча и использование органических ресурсов — угля, нефти и газа. Как показывает практика, добыча и использование этих ресурсов в хозяйственной деятельности государств обходятся весьма дорого, о чем свидетельствует значительное количество неплатежей за их использование, а также загрязняющее воздействие на окружающую среду и, соответственно, на здоровье и социальные условия жизни населения. Это обстоятельство особенно важно для стран бассейна Аральского моря в связи с имеющим здесь место экологическим кризисом. Основные зоны по добыче нефти, газового конденсата и газа сосредоточены в данном регионе и в прилегающем — зона Каспийского моря (Казахстан, Туркменистан и Узбекистан). Для Кыргызстана и Таджикистана характерным является практическое отсутствие рассматриваемых ресурсов и соответственно низкая обеспеченность топливно- и энергоресурсами данного типа.

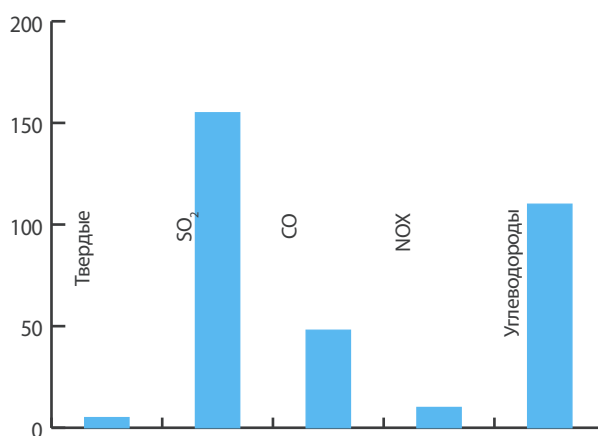


Рис. 7 Загрязнение воздушного пространства предприятиями нефтегазового комплекса

Таблица 5. Региональные проектные предложения по использованию возобновляемых источников энергии

Проект	Страны-участники	Цель проекта	Планируемые мероприятия	Ожидаемые результаты	Бюджет, долл.
1	2	3	4	5	6
Безотходный биотехнологический комплекс на основе использования возобновляемых источников энергии	Туркменистан Казахстан Кыргызстан Таджикистан Узбекистан	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проработка комплекса мероприятий по использованию возобновляемых источников энергии в агропромышленном комплексе на основе безотходной технологии</li> <li>2. Разработка проекта и реализация Б-ТК в странах центральноазиатского региона.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение и оценка потенциала по биотехнологиям в сельском хозяйстве, промышленности и коммунально-бытовом секторе.</li> <li>2. Проведение совместных научно-исследовательских работ в области биотехнологий и получения на их основе энергии</li> <li>3. Создание и испытание пилотных проектов по биотехнологиям для получения энергии и их использование в хозяйственном комплексе</li> <li>4. Совершенствование и гармонизация, нормативно-законодательной базы по охране атмосферного воздуха</li> <li>5. Оценка эффективности использования биотехнологий и разработка рекомендаций</li> </ol>	Создание биотехнологических комплексов, на которых будут отработываться технологии по использованию отходов животноводства и сельскохозяйственного производства для получения энергии и использования ее в производстве	1 500 000
Энерго-и водоснабжение сельского населения Центральноазиатского региона на основе возобновляемых источников энергии	Казахстан Кыргызстан Таджикистан Туркменистан Узбекистан	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка и создание комбинированной системы автономного снабжения энергией и питьевой водой сельских поселений в зоне Приаралья за счет использования солнечной и ветровой энергии</li> <li>2. Улучшение экологической ситуации в регионе, повышение жизнеобеспечения населения и снижение уровня заболеваемости.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение энергетического потенциала ВИЭ</li> <li>2. Разработка технологических схем с учетом климата и наличия водных ресурсов</li> <li>3. Испытание отдельных видов оборудования</li> <li>4. Создание и испытания пилотных систем энерго- и водоснабжения на основе ВИЭ</li> <li>5. Испытания пилотных систем энерго-и водоснабжения на основе использования ВИЭ</li> <li>6. Экологическая и экономическая эффективность, рекомендации</li> </ol>	Разработаны технологии по использованию различных видов ВИЭ для улучшения энерго- и водоснабжения сел, расположенных на отдаленном расстоянии от центральных районов	250 000
Разработка, создание экологически безопасных комбинированных солнечных фотоэлектрических комплексов энергообеспечения, водоподъема и очистки воды	Казахстан Кыргызстан Таджикистан Туркменистан Узбекистан	Создание экологически безопасной системы электро-водоснабжения на основе комбинированных солнечных фотоэлектрических установок	Сбор и обработка исходных данных и разработка технических требований	Создание пилотных образцов экологически безопасных систем элек-троснабжения, водоснабжения на основе использования комбинированных солнечных установок и ветро-электроустановок	340 000

Проект	Страны-участники	Цель проекта	Планируемые мероприятия	Ожидаемые результаты	Бюджет, долл.
1	2	3	4	5	6
Разработка бытового солнечного опреснителя повышенной производительности	Узбекистан	Разработка бытового солнечного опреснителя повышенной производительности и доведение его до серийного производства	1. Разработка и изготовление опытного образца опреснителя и проведение его полномасштабных испытаний, включая полевые 2. Проведение химико-биологических анализов опресняемой воды 3. Разработка технической и конструкторской документации опреснителя для дальнейшего промышленного производства 4. Разработка технологии серийного производства опреснителей из материалов и комплектующих, доступных в Узбекистане	Создание предпосылок и условий, позволяющих начать производство опреснителей на территории Узбекистана	100 000
Разработка национальных концепций использования возобновляемых источников энергии на примере Узбекистана	Казахстан Кыргызстан Таджикистан Туркменистан Узбекистан	Разработка Концепций использования возобновляемых источников энергии и оценка экологического и социального эффекта с разработкой сценариев и плана действий	1. Анализ концепций развития отраслей топливно-энергетического комплекса на период 2010–2020. 2. Прогноз экологической ситуации по регионам Узбекистана. 3. Уточнение информации о наличии ресурсов различных видов ВИЭ по регионам. 4. Обоснование концепции использования ВИЭ в Узбекистане на период 2010–2020.	Прогнозная оценка экологической ситуации в Узбекистане на период 2010–2020гг.	120 000
Создание центра по ВИЭ и региональной сети по использованию возобновляемых источников энергии	Казахстан Кыргызстан Таджикистан Туркменистан Узбекистан	Выявление и использование потенциала по возобновляемым источникам энергии в Центральной Азии	1. Разработка концепции региональной сети и центра по ВИЭ 2. Разработка положения о деятельности региональной сети и центра по ВИЭ (РСВИЭ) 3. Разработка программы деятельности РСВИЭ 4. Регистрация РСВИЭ в государственных реестрах стран Центральной Азии 5. Выделение офиса и оснащение оборудованием центра и отделени	Осуществление практической деятельности региональной сети и координация работ по использованию возобновляемых источников энергии	1 300 000
Экологически безопасная система энергосбережения сельских населенных пунктов на примере использования малых ГЭС на магистральных оросительных каналах Самаркандской области Узбекистана	Казахстан Кыргызстан Таджикистан Узбекистан	Создание экологически безопасных систем электро-теплоснабжения сельских населенных пунктов на основе использования гидро-энерго-потенциала магистральных оросительных каналов	1. Технико-экономические расчеты систем электро-теплоснабжения. 2. Разработка схем электро-теплоснабжения на магистральных оросительных каналах 3. Разработка инструкции по электро-теплоснабжению СНП с использованием малых ГЭС	1. Улучшение тепло-электро-снабжения СНП 2. Экономия топлива и снижение загрязнения окружающей среды 3. Создание новых рабочих мест	800 000
Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ)	Таджикистан (проект пилотный и может быть тиражирован во всех странах Центральной Азии)	Пропаганда чистых технологий энергоснабжения, улучшение бытовых условий горных жителей	1. Кадастр возобновляемых источников энергии (солнце, ветер, биомасса, гидротермальные воды) 2. Разработка и изготовление солнечных фотоэлектростанций, водонагревателей, сушилок и др. ветроэнергетических, биогазофикационных установок 3. Внедрение установок на выделенных участках стран	1. Установки (солнечные ветровые и биогазовые) 2. Организация центра чистой энергетики 3. Замена традиционных методов получения энергии	750 000 (на каждую страну)

Экологические проблемы, связанные с деятельностью топливно-энергетического комплекса, проявляются на трех уровнях — местном (загрязнение воздуха населенных мест), региональном (кислотные выпадения) и глобальном (парниковые газы). Это следует учитывать при разработке стратегии развития данного сектора экономики, особенно в современных условиях, когда внимание международного сообщества привлечено к проблеме возможного глобального потепления климата, что требует координации усилий по его предотвращению.

Эти факторы обуславливают острую необходимость поиска и разработки технологий использования возобновляемых источников энергии.

## 8.2 Экологические, социальные и экономические предпосылки ускорения использования возобновляемых источников энергии

Экспертная оценка специалистов указывает на наличие принципиальной технической возможности, социальных и экономических предпосылок для удовлетворения потребностей регионов Центральной Азии в первичных энергоносителях

с комплексным решением экологических и социальных проблем за счет масштабного использования ресурсов возобновляемых источников энергии и постепенного снижения доли использования углеводородного сырья в качестве топлива при производстве тепловой и электрической энергии, ряда видов промышленной и сельскохозяйственной продукции.

Несомненным достоинством ВИЭ являются их экологическая безопасность, доступность ряда их видов, в первую очередь солнечной энергии, по всей территории, а ветровой, геотермальной, гидравлической и энергии биомассы — по тем регионам, где имеются трудности по энергообеспечению от традиционных централизованных систем снабжения природным газом, нефтепродуктами, углем, электрической и тепловой энергией.

Для многих регионов Центральной Азии социально-экономические предпосылки являются приоритетными, в особенности в пустынных и горных местностях. Так, например, по заключению кыргызских экспертов, из 5 млн. кыргызстанцев более 2 млн. — бедные и более 50 тыс. — крайне бедные, с годовым доходом на одного человека не более 7 долл. США. Основными источниками энергии для этой группы населения являются электрическая, биомасса древесной растительности и отходов животноводства (кизьяк). Положение усугубляется отдаленностью и высокогорностью территории проживания. Наиболее доступными источниками энергии являются деревья, вырубка которых приобрела хищнические размеры. Уничтожение древесной растительности становится

**Таблица 6.** Динамика выбросов загрязняющих веществ по основным отраслям промышленности в Узбекистане (тыс. т)

Отрасль	1999г.	2000г.	2001г.	2002г.	2003г.	2004г.
В целом по республике	776,95	755,52	711,84	729,48	672,57	646,51
Электроэнергетика	259,26	255,47	211,31	229,47	210,66	200,22
Нефтегазовая промышленность	259,62	241,25	247,84	222,37	192,97	186,88
Металлургия	118,24	123,58	120,99	119,84	121,55	130,46
Коммунальное хозяйство	31,84	27,02	32,87	59,57	50,18	43,45
Химическая промышленность	18,94	20,01	18,00	16,72	17,56	18,55
Стройиндустрия	32,96	27,56	27,52	22,38	19,58	20,46

Источник: Национальный доклад Узбекистана «О состоянии окружающей среды», 2004 г.

несопоставимым с объемом работ по лесовосстановлению. В такой ситуации использование ВИЭ, главным образом солнечной энергии, энергии биомассы и деятельности микроГЭС при адресной помощи государства и других инвесторов предполагает цивилизованный выход из создавшейся ситуации.

По существующим оценкам, прямые социальные затраты, связанные с последствиями воздействия традиционной энергетики, включая болезни и снижение продолжительности жизни людей, оплату медицинского обслуживания, потери на производстве, снижение урожайности сельхозкультур, восстановление лесов и ремонт зданий в результате загрязнения воздуха, воды и почвы, дают величину, добавляющую около 75% мировых цен на топливо и энергию. По существу, эти затраты — экологический налог, который распределяется на затраты всего общества за несовершенство энергетических систем и установок. Если учесть эти скрытые затраты в тарифах на энергию, то большинство новых технологий возобновляемой энергетики станут конкурентоспособными с существующими технологиями. Именно такой “экологический” налог в размере от 10 до 30% от стоимости нефти введен в Швеции, Финляндии, Нидерландах и, возможно, будет введен в странах ЕЭС.

Экономические расчеты показывают, что ВИЭ вполне конкурентоспособны. В частности, себестоимость их в 1,1 — 4 раза ниже по сравнению с традиционными источниками. Одним из преимуществ ВИЭ является то, что они не требуют больших эксплуатационных расходов, которые в большинстве случаев составляют менее 3–5% стоимости оборудования. Расчеты основаны на нынешних ценах и при их росте в дальнейшем такие показатели, как себестоимость и окупаемость, будут уменьшаться.

## 9. Заключение

Традиционная энергетика, основанная на использовании органического топлива, наносит значительный ущерб окружающей среде. При получении энергии за счет сжигания топлива ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается 150 млн. т золы, 100 — диоксида серы, 60 — оксидов азота, 300 млн. т окислов углерода, углекислого газа и



Рис. 7. Солнечные батареи на крышах домов

многих других веществ, которые поглощают длинноволновое излучение, идущее от поверхности Земли. Нахождение этих примесей в атмосфере может длиться до 120 лет (диоксид серы — 3 дня, углекислый газ — 5 дней, фреон — 50 — 70 лет, закись азота 120 лет), а долгосрочное нахождение их может привести к нежелательным глобальным изменениям климата. По прогнозам ученых, ожидается дальнейшее повышение средней глобальной температуры воздуха по сравнению с прошлым столетием на 1–2° С, к 2025 г. на 2–3° С, к 2050 г. на 3–5° С. В основном это произойдет в результате накопления CO<sub>2</sub> и других газов антропогенного происхождения и приведет к “парниковому эффекту”, который сильно скажется на изменении климата.

Одной из задач в области охраны окружающей среды является предотвращение загрязнения нашей экосистемы и снижение антропогенного воздействия на изменение климата, по мере возможности за счет использования экологически чистых нетрадиционных, возобновляемых источников энергии — солнца, ветра, геотермальных вод и т. д. В настоящий период возникает острая необходимость в проведении изучения энергетического потенциала возобновляемых источников энергии:

- анализ и оценка энергетического потенциала поступающей солнечной радиации и проведение теоретических исследований, разработка мероприятий по ее использованию;
- анализ ветроэнергетических ресурсов и разработка картограммы ветровой нагрузки и методов их использования, также проведение исследований по эффективности использования ветроэнергетических установок;
- анализ и изучение биотехнологий и разработка мероприятий по получению электроэнергии;
- изучение потенциала получения гидроэнергии на малых водотоках и т.д.

На основе изучения энергетического потенциала возобновляемых источников энергии необ-

ходима разработка концепций развития ВИЭ на период 2020 — 2030 гг. в странах Центральной Азии и на их основе государственных программ действий отдельных стран, а также субрегиональной концепции развития и использования ВИЭ в Центральноазиатском регионе.



# Литература

1. Рациональное и эффективное использование энергетических ресурсов в Центральной Азии. Отчет Центра энергетической политики.–М., 2001.
2. Таджиев У.А. и др. Перспективы устойчивого экологически безопасного энергообеспечения Узбекистана с использованием энергии солнечного излучения, малых водотоков, ветра// Гелиотехника. 1997. № 5–6. С. 86–97.
3. Материалы Международной центральноазиатско–европейской конференции по использованию солнечной энергии. – Ташкент, 2003.
4. Ресурсы возобновляемых источников энергии и сценарии их использования / Отчет института энергетики и автоматики АН РУз. – Ташкент, 1998.
5. Национальная энергетическая программа стратегического развития топливно-энергетического комплекса Кыргызской Республики на 2006 — 2010 гг. Проект.- Бишкек, 2006.
6. Национальная программа “Стратегия экономического, политического и культурного развития Туркменистана на период до 2020 года”. — Ашхабад, 2003.
7. Стребков Д.С., Муругов В.П. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии.// Вестник «Сельскохозяйственные науки». — М.: Агропромиздат, 1991. №2.
8. Постановление Кабинета Министров РУз № 476 от 26.12.1996 г.: “О развитии малой гидро-энергетики в Республике Узбекистан”.
9. “Разработка и обоснование исходных данных для перспективных проектов по использованию возобновляемых видов энергии в Узбекистане/ Отчет УНПЦ “ЕКО-Технология НУР”. –Ташкент, 2005.
10. Использование солнечной энергии. – Ашхабад: Ылым, 1985.
11. N. Korpeyev. Solar installations in Turkmenistan. Caspian. Mobil Corporation.– London, 1996.
12. Веденев А.Г., Веденева Т.А. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике/Под общей редакцией зав. кафедрой КРСУ Родиной Е. М. Справочное руководство. — Бишкек: Евро, 2006.- 90 с.
13. Wood M., Fulop L. Enviroment and development: Why energy matters. Sun World, June 1992, vol.16, № 2.
14. Hohmeyer O. Social Cost of Energy Consumption. Springer-Verlag, New York, 1988.
15. Yu.S.Vasilyev, N.I.Hrisanov. Ecology of use of renewable energy sources. – Leningrad, LSTU, 1991.
16. Оценочный доклад по потенциалу возобновляемых источников энергии в Таджикистане.
17. Оценочный доклад по потенциалу ВИЭ в странах ЦА (Туркменистан).
18. Потенциал возобновляемых источников энергии в Центральной Азии./ Оценочный доклад по Кыргызской Республике.
19. Оценочный доклад по ВИЭ (Республика Казахстан).
20. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Республики Казахстан.– Алматы: Агентство Республики Казахстан по статистике, 2005.
21. Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан за 2000–2004 годы. – Алматы: Агентство Республики Казахстан по статистике, 2005.
22. Стратегическая роль возобновляемых источников энергии в устойчивом развитии государств Центральной Азии. – Алматы, Казахстан 17–19 мая 2006.
23. План развития энергетики Республики Казахстан до 2030г.

## Список сокращений

<b>ARF</b>	аэрозольное радиационное воздействие	<b>UNEP</b>	Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)
<b>ABC</b>	атмосферное коричневое облако	<b>WHO</b>	Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)
<b>FAO</b>	Организация по сельскому хозяйству и продовольствию (ФАО)	<b>АН</b>	Академия наук
<b>GEF</b>	Глобальный экологический фонд (ГЭФ)	<b>АО</b>	акционерное общество
<b>IFSC</b>	Межправительственный форум по химической безопасности (МФХБ). Эта международная организация создана в 1994 г в целях обеспечения открытого сотрудничества между правительством и другими заинтересованными сторонами, включая НПО. Ее работу осуществляет секретариат. Шестой форум IFSC состоится в Сенегале в 2009 г	<b>АОТ</b>	аэрозольная оптическая толщина
<b>ILO</b>	Международная организация труда (МОТ)	<b>ВБ</b>	Всемирный банк
<b>IOMC</b>	Межорганизационная программа безопасного управления химическими веществами (МПБУХВ)	<b>ВВП</b>	валовой внутренний продукт
<b>SAICM</b>	Стратегический подход к международному регулированию обращения химических веществ (СПМРХВ). Эта международная организация создана в 2004 г. Ее работу осуществляет секретариат	<b>ВИЭ</b>	возобновляемые источники энергии
<b>UNDP</b>	Программа развития ООН (ПРООН)	<b>ВМ</b>	воздушные массы
<b>UNIDO</b>	Организация ООН по промышленному развитию (ЮНИДО)	<b>ВОЗ</b>	Всемирная организация здравоохранения
		<b>ВСЕГИНГЕО</b>	Всесоюзный институт гидрогеологии и инженерной геологии
		<b>ВЭС</b>	ветровые энергостанции
		<b>ГИС</b>	географическая информационная система
		<b>ГКМ</b>	глобальная климатическая модель
		<b>ГЭС</b>	гидроэлектростанция
		<b>ГЭФ</b>	Глобальный экологический фонд
		<b>ЕЭС</b>	Европейское экономическое сообщество
		<b>ИЧР</b>	Индекс человеческого развития

<b>КУР ООН</b>	комиссия по устойчивому развитию ООН	<b>ССТС</b>	система солнечного теплоснабжения
<b>ЛСТ</b>	лидарная станция Теплоключенка	<b>ТНПЗ</b>	Туркменский нефтеперегрузочный завод
<b>ЛЭП</b>	линия электропередач	<b>ТЭС</b>	теплоэнергостанция
<b>МКУР</b>	Межгосударственная комиссия устойчивого развития	<b>ТЭЦ</b>	теплоэнергоцентраль
<b>МС</b>	метеостанция	<b>ЦА</b>	Центральная азия
<b>МЧС</b>	Министерство по Чрезвычайным ситуациям	<b>ЦАР</b>	Центральноазиатский регион
<b>НПО</b>	неправительственная организация	<b>ЭВМ</b>	электронная вычислительная машина
<b>ОЕСД</b>	Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)	<b>ЮНЕП</b>	Программа ООН по окружающей среде (UNEP)
<b>ООН</b>	Организация объединенных наций		
<b>ООО</b>	общество с ограниченной ответственностью		
<b>ОТ</b>	обратные траектории		
<b>ПБ</b>	пыльная буря		
<b>ПВФЗ</b>	планетарная высотная фронтальная зона		
<b>ПИИ</b>	прямые иностранные инвестиции		
<b>РГО</b>	Русское географическое общество		
<b>РПДООС</b>	Региональный план действия по охране окружающей среды		
<b>РТ</b>	Республика Таджикистан		
<b>СНГ</b>	Союз независимых государств		

# Таблицы и иллюстрации

## Атмосферное коричневое облако

- 3 **Рис. 1** Гигантское атмосферное коричневое облако над Центральным и Восточным Китаем (вверху) и огромная пыльная буря над Китаем (внизу). Фото со спутника NASA
- 4 **Рис. 2** Относительный вклад различных химических составляющих в аэрозольную оптическую толщину [3]
- 6 **Рис. 3** Повторяемость обратных и прямых траекторий переноса аэрозольного загрязнения атмосферы на Центральную Азию (по данным лидарной станции Теплоключенка, обработка измерений на высоте 3500 м над уровнем моря).
- 7 **Рис. 4** Пожары в Казахстане (21.09.2002г.) – сверху, пыльная буря над Аральским морем (18.04.2003г.) – снизу. Фотографии сделаны со спутника
- 9 **Рис. 5** Карта распределения пыльных бурь по территории Туркменистана (среднегодовое число дней) [10].
- 10 **Рис. 6** Минерализация атмосферных осадков (средние многолетние данные) на территории Узбекистана
- 0 **Рис. 7** Вынос песка и соли с высохшего дна Аральского моря (18.05.1998 г., 18.09.1998 г.)
- 12 **Рис. 8** Направление перемещения пыльных бурь и мглы (Агентство гидрометеорологии, Таджикистан)
- 12 **Рис. 9** Вертикальные профили отношения рассеяния и коэффициента обратного рассеяния на трех длинах волн зондирования. 04.04.2002 г. (лидарная станция Теплоключенка) [8];
- 13 **Рис. 10** Распределения концентраций частиц по размерам в различных слоях пыли и облака [5]
- 13 **Рис. 11** Обратные траектории частиц 4D на АТ-700 (слева) и АТ-500 гПа (справа) 04.04.2002 г. [4-8]
- 16 **Рис. 12** Вертикальные профили отношения рассеяния  $R(h)$  ( $a$ ) на трех длинах волн: 1 -  $l=355 \text{ нм}$ , 2 -  $l=532 \text{ нм}$ , 3 -  $l=1064 \text{ нм}$ ; со-  
вмещенные кривые деполяризации  $D$  (1) и отношения рассеяния (2) на длине волны 532 нм. Пыль. 03:56 ч 8.0
- 17 **Рис. 13** Средняя оптическая толщина атмосферных аэрозолей на длине волны 550 нм за апрель – май 2001 г. и 2002 г. (спутник NASA [ 2 ])
- 17 **Рис. 14** Оценка среднесуточных аэрозольных массовых нагрузок на ледники Центрального Тянь-Шаня [9]
- 23 **Рис. 15** Лидарная станция Теплоключенка (вверху) и лидарный комплекс (внизу).
- 28 **Табл. 1.** Объем производства, экспорта и импорта минерального сырья, тыс. т (2004 г.)
- 29 **Табл. 2.** Химическое производство: продукция и торговля (2004 г.) (источник: Статистический сборник Республики Казахстан).
- 31 **Табл. 3.** Объемы химического производства
- 33 **Табл. 4.** Объем производства, экспорта и импорта химических веществ, тыс. т (2003 г.)
- 33 **Табл. 5.** Отходы горно-рудных предприятий и, связанные с ними, факторы риска
- 34 **Табл. 6.** Объем производства минерального сырья и продуктов, изготавливаемых на их основе (2004 г.). (Источники: Ежегодник Республики Таджикистан, Душанбе, 2005 г.)
- 35 **Табл. 7.** Объемы производства химических веществ (Источники: Социально-экономическое положение Туркменистана за 2005 г.)
- 36 **Табл. 8.** Объем промышленного производства, тыс. т (2004 г.) (Источники: Статистический сборник Республики Узбекистан)
- 36 **Табл. 9.** Химическое производство (2004 г.) (Источники: Статистический сборник Республики Узбекистан)
- 42 **Табл. 10.** Индикаторы реализации интегрированного управления химическими веществами в странах Центральной Азии
- 50 **Табл. 11.** План мероприятий по реализации проблемы интегрированного управления химическими веществами в странах Центральной Азии
- 51 **Табл. 12.** Бюджет ЦРХВ ЦА (ориентировочный)

## Интегрированное управление химическими веществами в странах Центральной Азии

- 57 **Рис. 1.** Физико-географическая карта Центральной Азии
- 59 **Табл. 1.** Выборочные макроэкономические индикаторы
- 60 **Рис. 2.** Схема размещения горных озер Таджикистана
- 61 **Рис. 3.** Схема концентрации горных прорывоопасных озер на территории Кыргызстана

## Устойчивость горных озер Центральной Азии. Риски воздействия и принятия мер

- 64 **Фото 1.** Конус выноса гляциоселя в кишлаке Дашт
- 65 **Фото 2.** Турбаза на оз. Искандеркуль
- 68 **Вставка 1.**
- 69 **Вставка 2.** Законодательная основа в странах Центральной Азии
- 71 **Табл. 2.** Классификация озер Средней Азии по А.М. Никитину [23]
- 71 **Табл. 3.** Классификация озер по типу плотин по Ж. Шнайдеру [40]
- 76 **Табл. 4.** Значения линейных трендов температуры ( $\beta_T$ , °C/10 лет) и осадков ( $\beta_r$ , мм/10 лет) в XX веке.
- 77 **Табл. 5.** Сценарии потепления ( $\Delta T$ , °C) за год и по сезонам (модель HadCM-2).
- 77 **Табл. 6.** Сценарии изменения осадков (R) за год и по сезонам (модель HadCM-2)
- 81 **Вставка 3.** Каменные глетчеры в Таджикистане
- 83 **Вставка 4.** Пульсация ледника Медвежий
- 84 **Табл. 7.** Сравнение результатов моделирования волны перелива
- 86 **Фото 3.** Моренно-ледниковое оз. Текетор на северном склоне Кыргызского хребта
- 86 **Фото 4.** Моренно-ледниковое оз. Петрова в верховьях реки Нарын
- 86 **Фото 5.** Завальное озеро Кутманкуль в верховьях бассейна р. Майлисай

- 86 **Фото 6.** Маргузорские озера – бассейн р. Шинг (Зеравшан)
- 86 **Фото 7.** Завал на оз. Яшилькуль – Восточный Памир
- 87 **Фото 8.** Композитная плотина оз.Зардев – долина р. Шахдара
- 87 **Фото 9.** Памир из космоса;
- 87 **Фото 10.** Горно-долинный каменный глетчер, выползший в основную долину.
- 88 **Фото 11.** Присклоновые каменные глетчеры и террасы оседания древнего ледника.
- 88 **Фото 13.** Озеро тектонического происхождения Каракуль на Восточном Памире
- 88 **Фото 12.** Перекрытие долины каменным глетчером.
- 88 **Фото 14.** Усойский завал на оз. Сарез
- 88 **Фото 15.** Завал на озере Искандеркуль
- 88 **Фото 16.** Композитная перемычка на оз.Зардев
- 89 **Фото 17.** Оз. Друмкуль в бассейне р. Шахдара.
- 89 **Фото 18.** Озеро Куликалон среди моренного рельефа
- 89 **Фото 19.** Озеро Маргузор, бассейн р.Шинг
- 89 **Фото 20.** Композитная перемычка на оз.Харкуль
- 89 **Фото 21.** Несколько каменных глетчеров, образовавших оз. Хавраздара
- 90 **Фото 22.** Термокарстовое озеро в конечной моренной гряде
- 90 **Фото 24.** Оз. Турумтайкуль в ледниковой котловине
- 90 **Фото 23.** Серия термокарстовых озер на леднике Бивачный
- 90 **Фото 25.** Очередная подвижка ледника Медвежий
- 90 **Фото 26.** Ледниковая лавина, сошедшая на ледник РГО
- 92 **Рис 4.** Зоны поражения: 1 – с. Панфиловское при прорыве оз. Джарды-Каинды; 2 – с. Сокулук при прорыве оз. Кейды-Кучкач
- 93 **Вставка 5.** Прорывоопасные озера Кыргызстана
- 94 **Табл. 8.** Прорывоопасные озера в Таджикистане
- 95 **Фото 27.** Валы напора движущегося ледника, за которыми при стаивании льда образуются озера

- 95 **Фото 28.** Промытая конечная гряда с валом напора в долине р.Язгулемдара
- 95 **Фото 29.** Вползание ледника в озеро
- 95 **Фото 30.** Ледник, от которого откалывается языковая его часть
- 97 **Вставка 6.** Потенциальная опасность прорыва некоторых озер Памира
- 98 **Табл. 9.** Участки с высоким потенциалом прорывоопасности и гравитационного движения масс

## **Возобновляемые источники энергии в Центральной Азии**

- 107 **Рис. 1.** Солнечные фотоэлектрические системы
- 109 **Табл. 1.** Ресурсный потенциал энергетики стран Центральной Азии[1]
- 110 **Табл. 2.** Структура установленных мощностей, млн.кВт
- 113 **Рис. 2.** Внешний вид турбогенератора микро-ГЭС "Акватрон – 300"
- 115 **Табл. 3.** Ресурсный потенциал возобновляемых источников энергии стран Центральной Азии.
- 116 **Рис. 3.** Гелиоэнергетические установки
- 118 **Рис. 4.** Потенциал ВИЭ в Узбекистане [9]
- 119 **Рис. 5.** Ветряные установки для ВИЭ
- 121 **Рис. 6.** Биогазоустановка для получения горючего метана
- 123 **Табл. 4.** План мероприятий (проект) по созданию Субрегиональной сети и активизации деятельности по использованию возобновляемых источников энергии в Центральной Азии
- 125 **Рис. 7** Загрязнение воздушного пространства предприятиями нефтегазового комплекса
- 126 **Табл. 5.** Региональные проектные предложения по использованию возобновляемых источников энергии
- 128 **Табл. 6.** Динамика выбросов загрязняющих веществ по основным отраслям промышленности в Узбекистане, тыс. т.
- 129 **Рис. 7.** Солнечные батареи на крышах домов