

Қазақстан Республикасының
Гидрометеорология жөніндегі
Бас басқармасы

Главное управление
по гидрометеорологии
Республики Казахстан

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 4

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
1995



Редакционный совет

Шаменов А.М., начальник Казгидромета, канд. эконом. наук (председатель); Байтулин И.О., директор КазНИИМОСК, академик НАН РК, доктор биолог. наук (зам. председателя); Бейсенова А.С., декан геогр. факультета АГУ, чл.-корр. НАН РК, доктор геогр. наук; Госсен Э.Ф., академик-секретарь КАСХН, доктор сельхоз. наук; Баишев К.С., первый зам. министра экологии и биоресурсов РК; Кудайбергенов К.К., зам. председателя Комитета по водным ресурсам РК; Башкатов В.И., начальник Центра мониторинга Казгидромета; Северский И.В., директор Института географии НАН, чл.-корр. НАН РК; Турулина Г.К., зав. кафедрой КазГУ, канд. геогр. наук; Чередниченко В.С., профессор КазГУ, академик АН Высшей школы, доктор геогр. наук; Чигаркин А.В., зав. кафедрой КазГУ, доктор геогр. наук.

Редакционная коллегия

Чичасов Г.Н., зам. директора КазНИИМОСК, доктор геогр. наук (председатель); Кожухметов П.Ж., начальник Бюро погоды, канд. техн. наук (зам. председателя); Крюкова В.П., заведующая сектором международного сотрудничества и информации Казгидромета; Акыпбеков О.А. (ответственный секретарь); Балакина В.П., начальник Цеха полиграфии ОСЦ Казгидромета; Бельгибаев М.Е., зав. кафедрой АГУ, доктор геогр. наук; Голубцов В.В., канд. геогр. наук.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 4

- (С) Журнал выходит 4 раза в год.
Регистрационное свидетельство № 1538
Министерства печати РК.
Подписной индекс 75855.



Подписано к печати 26.02.96 г. Формат бумаги 70×100 1/16,
Объем 12,0 п.л. Заказ 79. Тираж 500
Цена договорная

Цех полиграфии Казгидромета, г. Алматы, пр. Абая, 32

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Обращение к правительствам государств-участников СНГ 7

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Скоцеляс И.И., Некипелова Л.К.,
Черепков В.Д.

О высоких весенних половодьях и паводках в Казахстане и противоположных мероприятиях 9

Бураков М.М.

О достоверности оценок питания подземных вод в Центральном Казахстане балансово-гидрометрическим методом 18

Колесников Е.И., Кузьменко В.А.

О динамике уплотнения снежного покрова в высокогорной зоне Заилийского Алатау и возможности ее использования для определения снегозапасов 31

Степанов Б.С., Яфязова Р.К.

О роли климата в селевой активности северного склона Заилийского Алатау 46

Шаменов А.М.

Об актуальных проблемах агрометеорологии Казахстана 60

Семенов О.Е., Шапов А.П.

Геоморфологические условия развития дефляционных процессов и дисперсный состав песков Восточного Приаралья 76

Бельгибаев М.Е., Некрасова Т.Ф.

Изменение почвенного покрова Восточного-Приаралья под влиянием опустынивания 99

Байтулин И.О., Чекалин С.В.
Концепция экологического районирования Республики Казахстан 119

Белый А.В.
О тенденциях изменения ветрового режима Алматинской области и его влияния на загрязнение атмосферы 141

Ахметжанова З.Х.
Проблемы охраны окружающей среды города Алматы от промышленных токсичных отходов производства 157

ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНОЙ ПЕЧАТИ

Международные информационные системы по гидрометеорологии и окружающей среде 167

ИЗ ИСТОРИИ ГИДРОМЕТЕОСЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА

Аликеев А.А.
О первых метеорологах Верного 170

ПЕРСОНАЛИ 173

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, СЕМИНАРЫ 175

CONTENTS

OFFICIAL INFORMATION

Address to the Governments - members
of CIS 7

SCIENTIFIC PAPERS

**Scotselyas I.I., Nekipelova L.K.,
Cherepkov V.D.**

About high spring floods and flood-
dings in Kazakhstan and counterflood-
ding measures 9

Burakov M.M.

About a reliability of underground
water supply estimates in Central
Kazakhstan by the balance-hydromet-
ric method 18

Kolesnikov Ye.I., Kuzmenko V.A.

About the dynamics of snow cover
consolidation in high mountaneous
zone of Zaileeisky Alatau and the
possibility of its applying for the
snow storage definition 31

Stepanov B.S., Yafyazova R.K.

On the role of climate in mudflow
activity of the northern slope of
Zaileeisky Alatau 46

Shamenov A.M.

About actual problems of agrometeo-
rology in Kazakhstan 60

Semenov O.Ye., Shapov A.P.

Geomorphological conditions of def-
lation process development and dis-
persion composition of sands in the
Eastern Priaralie 76

Belgibayev M.Ye., Nekrasova T.F.
The changing of soil cover of the
Eastern Priaralie under the influen-
ce of desertification 99

Baitulin I.O., Chekalin S.V.
A conception of ecological territo-
rial classification of the Republic
of Kazakhstan 119

Beliy A.V.
About tendencies of wind regime
changing in Almaty oblast and its
influence on the atmosphere pollut-
ion 141

Ahmetzhanova Z.N.
The problems of environmental pro-
tection of Almaty from industrial
toxic production wastes 157

AT FOREIGN PRESS MATERIALS

International information systems on
hydrometeorology and environment 167

FROM KAZAKHSTAN'S HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE HISTORY

Alikeev A.A.
About first meteorologists of Verny 170

PERSONALIA 173

CONFERENCES, MEETINGS, WORKSHOPS 175

ОБРАЩЕНИЕ

к правительствам государств-участников СНГ

5-ая сессия Межгосударственного совета по гидрометеорологии (МСГ) (Москва, 28 - 30 июня 1994 г.) приняла Обращение к правительствам государств-участников СНГ (письмо N МСГ1-/114 от 05.07.94), в котором содержится просьба принять срочные меры для улучшения положения и стабилизации деятельности национальных гидрометслужб. Эта просьба связана с тем, что происходит процесс количественной и качественной деградации наблюдательных сетей во всех государствах СНГ. Около 30 % пунктов наблюдений прекратили работу, идет отток квалифицированных кадров из гидрометслужб, крайне тяжелая ситуация сложилась с гидрометприборами и оборудованием. Все это приводит к существенному снижению уровня гидрометеорологического обеспечения, в том числе прогнозирования и оповещения о стихийных гидрометеорологических явлениях, что увеличивает угрозу жизни населения, материальные потери в экономике, снижает безопасность мореплавания, полетов авиации.

К сожалению, достаточно эффективные и действенные меры по Обращению приняты не были. 7-ая сессия МСГ (Ашгабат, 14-17 ноября 1995 г.) вынуждена была отметить, что положение наземной наблюдательной сети практически не улучшилась. Продолжается ее дальнейшее сокращение и сокращение программы наблюдений, из-за низкого уровня социально-бытового обеспечения увольняются из служб квалифицированные специалисты. Сессия также отметила, что имеют место случаи, когда метеорологические станции, обслуживающие полеты воздушных судов, переходят в систему Гражданской авиации, где оплата специалистов существенно выше. Это разрушает единую гидрометеорологическую сеть, приводит к снижению качества гидрометеорологического обеспечения вообще, метеообеспечения авиации и безопасности полетов, в частности. Различными формами гидрометеорологического обеспечения пытаются заниматься, коммерческие организации, не имея для этого достаточных материалов, знаний,

опыта. Это "обеспечение" может привести к серьезным потерям (в т.ч. и авариям) в экономике.

Основной причиной кризисной ситуации в службах является недостаточное и нерегулярное финансирование.

Сессия поручила мне, как председателю, обратиться от имени Межгосударственного совета по гидрометеорологии к Вам с убедительной просьбой принять срочные, эффективные меры по оказанию действенной помощи гидрометслужбам. Опыт работы гидрометеорологических служб Запада показывает, что в условиях нормального финансирования гидрометслужбы приносят значительный экономический эффект в 10 и более раз превышающий вложения. Кризисная ситуация в гидрометслужбах грозит серьезными потерями в экономике государств-участников СНГ, создает угрозу обеспечения безопасности населения.

Сессия также считает, что укреплению положения гидрометеорологических служб способствовало бы принятие государственных программ развития системы гидрометеорологического обеспечения на период до 2000 года и государственных законов о метеорологических службах, в которых были бы, в частности, предусмотрены вопросы обеспечения гидрометслужб, необходимость сохранения их целостности, предоставление права гидрометслужбам на выдачу лицензий на гидрометеорологические работы (такая программа, например, принята в России, где подготовлен и соответствующий проект федерального закона). По Вашему поручению гидрометслужбы готовы приступить к подготовке указанных документов.

Необходимая помощь гидрометслужбам будет иметь положительные последствия для деятельности всех отраслей экономики, обеспечения безопасности населения, создания условий устойчивости развития.

С уважением, по поручению сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии.

Председатель 7-ой сессии,
заместитель министра,
начальник Туркменглавгидромета

П.К.Кубанов

УДК 556.044:556.06 "321":627.257 (274)

О ВЫСОКИХ ВЕСЕННИХ ПОЛОВОДЬЯХ И ПАВОДКАХ В КАЗАХСТАНЕ И ПРОТИВОПАВОДОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ

Канд. геогр. наук И.И.Скоцеляс
Канд. геогр. наук Л.К.Некипелова
В.Д.Черепков

Приведена информация об опасных гидрологических явлениях на территории Казахстана в течение нескольких последних десятилетий. На отдельных примерах показаны ущербы, причиняемые катастрофическими половодьями и дождевыми паводками. Кратко изложено состояние проблемы предупреждения и защиты от высоких половодий и паводков.

В Республике Казахстан создано множество водозаборных, водоподпорных, водоподводящих, водопропускных и регулирующих гидротехнических сооружений. На некоторых судоходных реках построены пристани и причалы. Через водные преграды проложены линии электропередач и связи. Время от времени многие из упомянутых объектов и коммуникаций, а иногда и населенные пункты подвергаются подтоплениям, затоплениям, разрушениям, причинами которых являются опасные гидрологические явления (наводнения, катастрофические дождевые паводки, селевые потоки, снежные лавины, заторы льда и др.). Число случаев с такими явлениями в течение последних десятилетий приведено в таблице. По данным этой таблицы, полученной на основе сведений, имеющихся в Казгидромете, на территории Казахстана опасных ситуаций, связанных с гидрологическими явлениями, возникает достаточно много, причем большая их часть приходится на весенний период. В свою очередь весной угроза различным объектам и жилищам людей наиболее часто создается при прохождении высоких половодий и паводков.

Число случаев с опасными гидрологическими явлениями

| Период | Количество опасных явлений | | | | |
|-----------|----------------------------|-----------------------------------|--------------|---|--------------|
| | за период | в том числе в марте-мае | | | |
| | | независимо от обусловивших причин | | связанных с половодьями и дождевыми паводками | |
| | | всего | с $N < 0,05$ | всего | с $N < 0,05$ |
| 1966-1970 | 184 | 159 | 40 | 113 | 23 |
| 1971-1975 | 157 | 81 | 7 | 48 | 7 |
| 1976-1980 | 118 | 64 | 12 | 55 | 10 |
| 1981-1985 | 196 | 133 | 31 | 89 | 21 |
| 1986-1990 | 185 | 139 | 23 | 123 | 22 |
| 1991-1995 | 105 | 83 | 23 | 77 | 23 |

Примечание. Данные за 1995 год неполные (январь - август)

Крайне напряженная обстановка складывалась в отдельные годы. Так, в 1983 и 1988 годах отмечено по 52 случая опасных гидрологических явлений, в 1987 году - 60, в 1969 году - 76, в том числе в марте-мае за эти годы соответственно 34, 35, 39, 74. Вследствие высоких половодий и паводков опасность объектам в эти годы возникала в 27-33 случаях. Явления с повторяемостью 1 раз в 20 и более лет ($N < 0,05$) в обозримом прошлом особенно часто наблюдались в 1942 году - 45 событий [1], в 1969 году - 18, в 1994 году - 16.

В период высоких половодий расходы воды в зависимости от размеров рек в десятки, сотни и даже тысячи раз превышают меженные. Размах колебаний уровня воды составляет несколько метров. Например, на реках Урало-Эмбинского района (Западный Казахстан) за годы наблюдений он достигал: 3,8 м на Чиже 1, от 7,2 до 9,9 на Большом Узене,

10,3 м на р.Алтата [4]. На главной реке этого района, р.Урал, уровень воды поднимался на 8,0 - 10,0 м. В Северном Казахстане, на реках Тобол и Ишим, подъем уровня воды во время высоких половодий происходит соответственно на 5,5-6,0 и 8,5 - 9,0 м [2,3]. На реке Нура в Центральном Казахстане размах колебаний уровня воды в многоводные годы равен 4,5-6,0 м, а на р.Торгай даже может достигать 12,4 м [5]. К весеннему периоду нередко критически высокие уровни приурочены и на горных реках, в частности в Казахстанском Алтае [6,7].

Уровни и расходы воды во время высоких половодий нарастают быстро. Так, на средних и больших реках Акмолинской области наибольший суточный подъем уровня воды составляет 1,0-1,5 м, в многоводные годы он достигает уже 2,5-3,0 и даже 3,3-3,7 м [2]. Еще больше интенсивность подъема уровня воды отмечалась на некоторых реках Западного Казахстана. Например, на р.Орь она достигала 3,8 м в сутки, на р.Чаган (приток Урала) - 4,6 м, на р.Большой Узень у г.Новоузенска - 5,35 м [4]. В связи с этим следует отметить, что такая картина наблюдается не только на реках упомянутых районов.

Высокие половодья являются следствием экстремальных условий формирования стока рек. В Казахстане к таким условиям относятся предвесенние снеготалы, превышающие норму в 2-3 раза, относительно высокое увлажнение почвогрунтов, интенсивное снеготаяние, особенно при наличии ледяной корки, выпадение значительного количества жидких осадков на тающий снежный покров, большие скопления снега в гидрографической сети, заторы льда во время ледохода. Критические половодья, сопровождающиеся наводнениями и разрушениями, чаще всего формируются при определенных сочетаниях этих факторов. Однако иногда они могут быть обусловлены только одним из них, например заторами.

Необходимо отметить также, что достаточные для образования критических половодий и паводков условия обычно редко бывают одновременно во всех бассейнах рек даже одного сравнительно крупного района. В то же время в отдельные, особо аномаль-

ные для больших территорий, годы такие условия могут сложиться на многих реках нескольких районов. Так, в 1941, 1942, 1948 годах большой водностью в период весеннего половодья отличались реки в бассейнах Урала, Эмбы, Тобола, Ишима. В частности, по объему стока половодье 1942 года на р.Тобол было повторяемостью примерно 1 раз в 100 лет. Важную роль в его формировании сыграли жидкие осадки. Наряду с многоводностью половодий в 1942, 1948 годах на р.Урал и ее правых притоках, в 1942 году на Сагизе и Эмбе, в 1947 году в бассейне Тобола, в 1948 году в бассейне Ишима наблюдались высокие подъемы уровня воды. В Урало-Эмбинском районе очень высокие половодья отмечались также в 1957, 1981, 1983, 1987 годах. В бассейне Ишима они повторялись в 1949, 1971, 1983, 1986, 1990 годах, на Тоболе - в 1983 году. В отдельных районах Центрального Казахстана катастрофические половодья прошли в 1949, 1952, 1954, 1977 годах.

По охвату равнинной территории и катастрофичности последствий особенно выделялся 1993 год. Половодье этого года на некоторых реках сопровождалось максимальными расходами воды повторяемостью 1 раз в 100 и более лет. В 6 областях наблюдались наводнения, затопления, подтопления различных объектов и населенных пунктов. Частично или полностью разрушено 93 гидротехнических сооружений, в том числе дамбы обвалования на системах лиманного орошения в Западно-Казахстанской, Атырауской и Актыбинской областях. Повреждено 30 км линий связи в Атырауской области. Уничтожена часть жилых домов и построек в ряде населенных пунктов Актыбинской и Атырауской областей. Общий ущерб только от разрушения гидротехнических сооружений оценивается в размере около 9 млн тенге.

В горных районах самые выдающиеся половодья наблюдались в 1958 и 1969 годах. Они охватили почти всю горную территорию и в ряде мест обусловили тяжелые последствия. Так, во время половодья 1958 года в Восточном Казахстане значительному подтоплению подвергались города Лениногорск, Усть-Каменогорск и другие населенные пункты. В

результате этого было разрушено много жилых домов и хозяйственных построек. На трех участках на несколько суток приостановилось движение поездов по железной дороге. Неблагоприятные последствия половодья имели место и в других районах.

Значительный ущерб населению и различным хозяйственным отраслям наносят также весенние дождевые паводки. Об их опасности свидетельствует следующий пример. С 7 по 10 мая 1971 года на р. Бухтарма прошел паводок с максимальным расходом воды $1950 \text{ м}^3/\text{с}$. Паводочными водами, по данным И.С. Соседова, частично затоплено несколько поселков, снесено 18 мостов, смыты посевы зерновых культур на площади более 2 тыс. га, вынесено в реку значительное количество горючесмазочных материалов.

Степень угрозы, которую таят в себе высокие весенние половодья и паводки, в определенной мере позволяют снизить своевременные предупреждения об ожидаемых опасных уровнях и расходах воды и осуществляемые мероприятия по защите хозяйственных объектов, населенных пунктов, коммуникаций от затоплений, наводнений, возможных разрушений. Предупреждения составляются на основе прогнозов элементов гидрологического режима. В настоящее время прогнозируются объемы половодий, наивысшие уровни и максимальные расходы воды, даты начала и максимума половодий. Заблаговременность большинства прогнозов равна 1-2 месяца, оправдываемость - в пределах 75-80 %.

Методическая основа прогнозирования постепенно совершенствуется, для чего все чаще используется модель формирования стока, разработанная в КазНИГМИ (ныне КазНИИМОСК). К сожалению, не увеличивается, а, наоборот, уменьшается объем необходимой для составления прогнозов гидрометеорологической информации, что может привести к снижению надежности прогнозов.

Предупреждения составляются в Гидрометцентре Казгидромета в виде справок-консультаций. В этих оперативных документах до потребителей доводятся сведения о сложившейся в разных районах гидрологической обстановке и возможных ее изменениях в

связи с прогнозом погоды, а именно: ожидаемые величины стока за вегетационный и весенний периоды, приток воды в водохранилища, высота паводочной волны, наивысшие уровни воды, возможные зоны затоплений и затоплений с перечислением попадающих в эти зоны населенных пунктов и хозяйственных объектов. При составлении справок-консультаций, кроме перечисленных гидрологических прогнозов и прогнозов погоды, используются схемы затоплений и учитываются показатели опасности для различных объектов. В случае необходимости гидрологическая обстановка уточняется путем аэровизуальных обследований.

Для принятия мер по предотвращению или снижению ущерба предупреждения направляются в государственные органы власти и управления, в областные центры по гидрометеорологии (ЦГМ) а через них (или непосредственно) главам областных администраций. Предупреждения передаются также по каналам связи (телеграф, телефон) и через средства массовой информации (радио, телевидение), причем на ЦГМ в установленное время в диапазоне коротких волн производится специальное микрофонное вещание предупреждений совместно с прогнозом погоды.

В целях предупреждения аварий на объектах при сложной водохозяйственной обстановке и значительном снежном покрове эксплуатационными службами Комитета по водным ресурсам в осенне-зимний период проводятся следующие мероприятия:

- сработка водохранилищ до нужных отметок с целью последующей аккумуляции паводочных вод;
- ремонт поврежденных гидротехнических сооружений;
- подготовка лиманов и других водохозяйственных объектов для затопления паводковыми водами;
- сосредоточение аварийного запаса материалов, землеройно-строительной техники и автотранспорта на особо опасных участках.

Анализ чрезвычайных ситуаций, сопровождавшихся крупными авариями, показывает, что в подавляющем большинстве случаев этих аварий можно было избежать полностью или значительно уменьшить на-

носимый ущерб. Как правило, крупные аварии являются следствием нескольких причин, совокупность которых приводит к тяжелым последствиям: ошибки или недоучет каких-либо факторов в проекте, и основное, конечно же, большие расходы воды.

К категории объектов повышенной опасности следует отнести гидротехнические сооружения, создающие подпоры значительных объемов воды. Разрушение или прорыв таких сооружений грозит не только выходом из строя самого водохозяйственного комплекса, но и катастрофическими последствиями для всех нижерасположенных объектов, находящихся в полосе воздействия прорыва. В 1980-1985 годах по заказу бывшего Министерства мелиорации и водного хозяйства Казахстана (по линии гражданской обороны) были произведены расчеты образования волны прорыва по 13 наиболее крупным водохранилищам, используемым для орошения. Они позволили определить границы и площади при различных глубинах затопления волной прорыва. В результате этих расчетов установлено, что хозяйственный ущерб в таких случаях значительно превышает стоимость самого водохранилища с комплексом связанных с ним водохозяйственных объектов. Поэтому вопросам устойчивости крупных подпорных плотин должно уделяться повышенное внимание.

К настоящему времени в практике мирового плотиностроения, в том числе и на территории бывшего СССР, включая Казахстан, накоплен большой опыт гидротехнического строительства: разработана теория и методики расчета, выработаны нормы и правила проектирования, строительства, эксплуатации гидротехнических сооружений. Кроме того, действуют высшие учебные заведения, готовящие кадры инженеров-гидрологов, имеются специализированные проектные институты, управления по экспертизе проектов, специализированные строительные организации и эксплуатационная служба. Все это в совокупности позволяет в ближайшее время с целью уменьшения вероятности катастрофических аварий на водохозяйственных объектах решить следующие задачи:

- осуществить комплекс мер по улучшению качества проектирования, строительства и эксплуатации (правовые, финансовые, юридические и т.д.), разработать новые нормативные акты, в том числе и об учреждении ответственности при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов;

- оснастить сооружения современной контрольно-измерительной аппаратурой;

- прогнозировать работу комплекса в целом и отдельных сооружений в экстремальных условиях (организация предварительной сработки водохранилищ, прогноз паводочной волны и т.д.).

В заключение следует отметить, что наиболее крупные реки Казахстана берут начало или продолжают в соседних государствах. Поэтому очень важным является вопрос взаимного обмена гидрометеорологической информацией по сопредельным районам, включая прогнозы половодий и паводков, а также предупреждения о возможном развитии опасных ситуаций. Полезно было бы сотрудничать и в части усовершенствования методов прогноза половодий и паводков и разработки совместных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р.И. О выдающихся половодьях на реках равнинного Казахстана // Вопросы гидрологического и гидравлического режима рек Казахстана. - Алма-Ата, 1993. - С. 36-42.
2. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. - Вып.1. Акмолинская область Казахской ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1958. - 789 с.
3. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. - Вып.2. Кустанайская область Казахской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1959. - 711 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Т.12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. - Вып.2. - Урало-Эмбинский район. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 512 с.

5. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Т.13. Центральный и Южный Казахстан. - Вып.1. - Карагандинская область. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 482 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Т.13. Центральный и Южный Казахстан. - Вып.2. - Бассейн озера Балхаш. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 645 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Т.15. Алтай и Западная Сибирь. - Вып.1. - Горный Алтай и Верхний Иртыш. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 318 с.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

Комитет по водным ресурсам при Кабинете
Министров Республики Казахстан

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КӨКТЕМГІ СУДЫҢ ДЕҢГЕЙІНІҢ КӨТЕРІЛУІ МЕН ТАСҚЫНДАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРҒА ҚАРСЫ ЖҮРГІЗІЛЕТІН ШАРАЛАР ТУРАЛЫ

Геогр. ф. канд. И.И. СКОЦЕЛЯС
Геогр. ф. канд. А.К. НЕКИПЕЛОВА
В.Д. ЧЕРЕПКОВ

Қазақстан территориясында соңғы онжылдықтарда байқалған қауіпті гидрологиялық құбылыстар туралы мәлімет беріледі. Судың қауіпті көтерілулері мен тасқындардың әсерінен болатын шығындарды кейбір мысалдар арқылы көрсетеді. Судың деңгейінің көтерілуі мен тасқындарды алдын ала ескерту және олардан сақтану үшін арналған шараларға қысқаша түсініктеме берілген.

УДК 556.3.012:556.332.6(574.3)

**О ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНОК ПИТАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В
ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ БАЛАНСОВО-ГИДРОМЕТРИЧЕСКИМ
МЕТОДОМ**

Канд. геол.-мин. наук М.М.Бураков

Исследованы систематические погрешности оценок питания подземных вод в Центральном Казахстане балансово-гидрометрическим методом. Сделан вывод о неопределенности подобных оценок и, следовательно, о нецелесообразности использования этого метода для расчетов естественных ресурсов подземных вод.

Территория Центрального Казахстана, приуроченного к области засушливого климата, бедна водными ресурсами, пригодными для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд. Особая роль принадлежит здесь подземным водам, которые только и могут быть надежным источником хозяйственно-питьевого, а теперь и технического, и сельскохозяйственного водоснабжения, так как в нынешних условиях исключается возможность привлечения сюда вод на эти нужды из других регионов. На западе региона наиболее крупные месторождения пресных и слабоминерализованных подземных вод установлены в карбонатных структурах, на востоке - в аллювиальных четвертичных отложениях речных долин. В силу отсутствия других источников водоснабжения возникает настоятельная потребность обеспечения водосбора из месторождений неограничено долго или, по крайней мере, весьма продолжительное время (не менее 50-100 лет). В свою очередь это обуславливает необходимость ограничения его величиной питания подземных вод. Для таких месторождений исключительно актуальна задача достоверной оценки последнего, т.е. естественных ресурсов.

В основу сложившихся к настоящему времени представлений о процессе естественного восполнения подземных вод в условиях Центрального Казахстана положен установленный опытным путем факт: максимальный подъем уровня грунтовых вод практически повсеместно здесь отмечается весной в период снеготаяния. Это и дало основание считать источником восполнения талые снеговые воды и весенние атмосферные осадки, значительная часть которых достигает поверхности грунтовых вод и обуславливает ее подъем.

В соответствии с изложенной концептуальной моделью сложились два подхода к оценке естественного питания грунтовых вод - балансово-гидрометрический и режимно-метеорологический. Балансово-гидрометрический подход предполагает изучение баланса воды в пределах выделенного участка с отнесением невязки баланса на счет инфильтрации. Режимно-метеорологический подход состоит в исследовании естественного режима уровня грунтовых вод с вычислением величины питания по значению весеннего подъема уровня. Существование принципиально различных методов определения характеристик одного и того же процесса отражает главнейшее противоречие рассматриваемой концептуальной модели - это полное пренебрежение эффектами массо-, тепло- и влагопереноса в зоне аэрации. Эти методы соответствуют отдельным особенностям (вход и выход) процесса: в одном случае устанавливается объем воды, поступившей с поверхности земли в грунт, в другом - слой влаги, достигшей уровня грунтовых вод. И если режимно-метеорологический метод дает точную (в пределах доверительных интервалов, устанавливаемых случайными погрешностями измеряемых параметров среды и характеристик процесса) оценку питания вне зависимости от исходной модели процесса, то в отношении балансово-гидрометрического это сказать нельзя. Более того, накопленные данные свидетельствуют о принципиальной невозможности использования его для оценки питания грунтовых вод.

А между тем, естественные ресурсы подземных вод, как составляющая эксплуатационных запасов

большинства водоносных карбонатных структур западной части Центрального Казахстана, являющихся крупнейшими месторождениями пресных подземных вод, оценивались именно балансово-гидрометрическим методом. Результаты балансово-гидрометрических исследований явились основой для расчетов естественных ресурсов и эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод всего Центрального Казахстана, различных регионов в его составе и смежных территорий. Необходим поэтому анализ самого балансово-гидрометрического метода, достоверности установленных с его помощью величин питания подземных вод.

Примеры специального изучения точности и достоверности балансовых расчетов в гидрогеологии чрезвычайно редки, общие подходы к нему не сформированы. Можно лишь назвать работу [3], в которой дан обзор подобного рода исследований, относящихся, главным образом, к случайным инструментальным погрешностям измерений и расчетов. Не останавливаясь подробно на этой работе, отметим только, что ею далеко не исчерпывается затронутая проблема.

Прежде, чем перейти к анализу балансово-гидрометрического метода, следует определить позиции, с которых он будет выполняться. Под достоверностью или точностью здесь понимается характеристика качества опыта (измерения и расчета), устанавливающая, насколько измеряемый (подсчитываемый) параметр отвечает действительному. Точность будем оценивать величинами систематических и случайных погрешностей. По происхождению различаются следующие виды погрешностей, относящиеся как к систематическим, так и к случайным [10]: личные, зависящие от физических особенностей наблюдателя; инструментальные, определяемые качеством измерительных приборов, их неисправностью; внешние, обусловленные влиянием на приборы внешней среды; методические; погрешности модели и классификации.

Остановимся на систематических погрешностях. Положим, что в исследуемых нами приложениях метода экспериментальная часть выполнена корректно, т.е. систематические инструментальные и внешние

погрешности измерений компенсированы внесенными поправками, а все анализируемые параметры принадлежат одному и тому же процессу, объекту, так что погрешность классификации исключается. Сразу же обратим внимание на отмеченное выше пренебрежение в концептуальной модели питания грунтовых вод процессами переноса в зоне аэрации. Это пренебрежение обуславливает грубейшую погрешность модели в оценках естественных ресурсов балансово-гидрометрическим методом. Очевидно, что выявить и исключить ее, оставаясь в рамках этого метода, отражающего лишь одну особенность процесса питания, принципиально невозможно.

Не менее существенны систематические методические и тесно связанные с ними личные погрешности измерений и расчетов естественных ресурсов подземных вод. Как уже упоминалось, к настоящему времени накоплен некоторый опыт эксплуатации водозаборов на ряде водоносных структур Центрального Казахстана. Чрезвычайно интересным в этом плане представляется анализ питания трещинно-карстовых вод Жанайской структуры. Структура типична в гидрогеологическом отношении для Жезказганской области и представляет собой вытянутую в меридианальном направлении брахиантиклиналь, сложенную в основном трещиноватыми и закарстованными известняками турне и раннего визе. Карбонатные породы на значительной площади прикрыты рыхлыми образованиями коры выветривания и четвертичными элювиально-делювиальными отложениями. С 1956 г. здесь действовал водозабор с проектной производительностью 150 л/с (до 1967 г.), в последующем 390 л/с. В настоящее время, в первую очередь вследствие низкой обеспеченности эксплуатационных запасов естественными ресурсами, водозабор законсервирован; уровень подземных вод здесь сработан до глубины 70-80 м, минерализация вод возросла до 1,8 г/л.

Естественные ресурсы подземных вод Жанайской брахиантиклинали оценены С.К.Калугиным [7] в количестве 255 л/с. Эта величина и учтена в эксплуа-

тационных запасах. Не подтверждение ее обусловило необходимость пересмотра запасов и их составляю-

щих. На основании анализа эксплуатации водозабора Б.В.Боревский и В.Д.Гродзенский [1] пришли к выводу, что средняя величина восполнения подземных вод равна всего 80 л/с. Связь питания с гидрометеорологическими факторами ими не исследовалась.

Такую связь на основе изучения водного баланса структуры в условиях эксплуатации водозабора выявил В.Н.Островский [11]. Он показал, что питание подземных вод структуры в разные годы изменялось от 0 до 63 мм водного столба, составляя в среднем 25 мм. Отсюда при площади карбонатных отложений 80 км² средние естественные ресурсы подземных вод равны 63 л/с. Последнюю величину В.Н.Островский рассматривает как несколько завышенную, так как расчетный промежуток времени включал два увлажненных периода и только один засушливый. Из опыта эксплуатации следует также, что средний коэффициент инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков на известняках Жанайской структуры $\alpha = 0,38$, т.е. почти на 40 % меньше, чем был определен С.К.Калугиным.

Таким образом, естественные ресурсы подземных вод, оцененные балансово-гидрометрическим методом оказались заметно преувеличенными. Систематические методические погрешности расчетов подобного рода выявились лишь в результате анализа опыта эксплуатации водозабора. Значительная часть их обусловлена органически присущими балансово-гидрометрическому методу недостатками, главные из которых - существенная, априорно заложенная неопределенность коэффициента инфильтрации, как меры величины питания грунтовых вод, и большие погрешности его определения.

Коэффициент инфильтрации α для балансового участка рассчитывается обычно как разность между количеством так называемых эффективных осадков (X , мм), поверхностным стоком (W , мм) в замыкающем створе и испарением (E , мм) за период снеготаяния, отнесенная к величине эффективных осадков:

$$\alpha = \frac{X - W - E}{X} ; \quad X - W - E = I ,$$

где I - инфильтрация атмосферных осадков. Отсюда видно, что неопределенность в значении α связана с отсутствием прямой оценки поступления влаги на поверхность грунтовых вод, а, следовательно, исключением из рассмотрения процессов влагообмена в зоне аэрации. Соответственно и в приведенном выше примере В.Н.Островский более чем 40 %-ную разницу в значениях коэффициента инфильтрации для Жанайской водоносной структуры, рассчитанных им и С.К.Калугиным, объяснил поглощением влаги в зоне аэрации [11]. Однако такую гипотезу нельзя признать корректной.

Причина некорректности состоит в том, что в работах В.Н.Островского и С.К.Калугина использованы совершенно различные методические подходы к оценке естественных ресурсов подземных вод на основе балансовых расчетов. В.Н.Островский коэффициентом инфильтрации обозначил отношение количества влаги, просочившейся в пласт в период снеготаяния, к эффективным атмосферным осадкам (запасу воды в снежном покрове), а просочившуюся влагу (инфильтрацию) отождествил с естественными ресурсами подземных вод. С.К.Калугин [7] в качестве коэффициента инфильтрации принял, по-видимому, величину, определенную в принципе так же, однако при расчетах естественных ресурсов распространил ее на суммарные годовые осадки. Поэтому в действительности разница в коэффициентах α , рассчитанных С.К.Калугиным и В.Н.Островским, не 40 %-ная, а почти 300 %-ная (средняя многолетняя инфильтрация в названных работах составляет соответственно 100 и 25 мм, а годовые и эффективные осадки - 175 и 65 мм). Очевидно, что какие-либо выводы о влагопереносе в зоне аэрации из такого сравнения делать нельзя. Отмеченная разница характеризует методическую ошибку в оценках коэффициента инфильтрации, допущенную С.К.Калугиным. С другой стороны, сама идея сравнения данных из работ В.Н.Островского и С.К.Калугина, принимая одни из них за эталон, не выдерживает критики. Как будет показано ниже, результаты балансовых расчетов В.Н.Островского не могут быть использованы в качестве такого эталона, так как они также не лише-

ны систематических ошибок, делающих их неопределенными.

Методические погрешности в значительной степени обесценили и выводы, приведенные в работе [9], в которой предпринята попытка повысить достоверность α путем привлечения данных о режиме притока воды в разведочные горные выработки. В [9], судя по всему, атмосферные осадки, обусловившие питание подземных вод, взяты как их сумма за период изменения притока воды. А между тем особенности гидрогеологических условий балансового участка делают подобный подход к установлению таких осадков не вполне корректным. Это связано с тем, что область питания (достаточно локальная в плане) отстоит от горных выработок на расстоянии около 600 м. Используя приближенное решение задачи о притоке в галерею или скважину Г.И. Баренблатта, в котором длина области возмущения $l^2(t) = 12 \cdot a \cdot t$ (наибольшая из известных приближений), нетрудно показать, что перераспределение градиентов напора вблизи горных выработок, вызывающее изменение притока воды в последние, начнется через промежуток времени от 6 до 30 суток от начала просачивания атмосферной влаги в грунт (при значениях $a = (1-5) \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{сут}$). Здесь a - уровень проводности водоносного пласта, t - время.

Большая доля субъективизма, принципиально присущего балансово-гидрометрическому методу, про

является в виде систематических методических погрешностей и при интерпретации результатов балансовых расчетов. Это можно проиллюстрировать на примере все той же Жанайской водоносной структуры. Так, в работе [2] на основе весьма ограниченной выборки данных делается вывод о существовании линейной связи $X = f(\alpha)$ или $\alpha = f(X)$.

Графическое представление опытных данных в таком виде, т.е. не в системе координат относительно исходных данных (например, I и X , где I должна определяться независимо), а относительно преобразованных величин (α или W/α), вносит ложную корреляцию [12], так как устанавливается связь эффективных осадков с самими собой - $X = f(I/X)$. Однако даже и в этом случае выявить гра-

фически однозначно какую-либо связь между ними не удастся. Кроме того, крайняя ограниченность выборки экспериментальных данных (по 5 значений α и X) не позволяет проанализировать возможность существования такой связи с помощью аппарата регрессионного и корреляционного анализа.

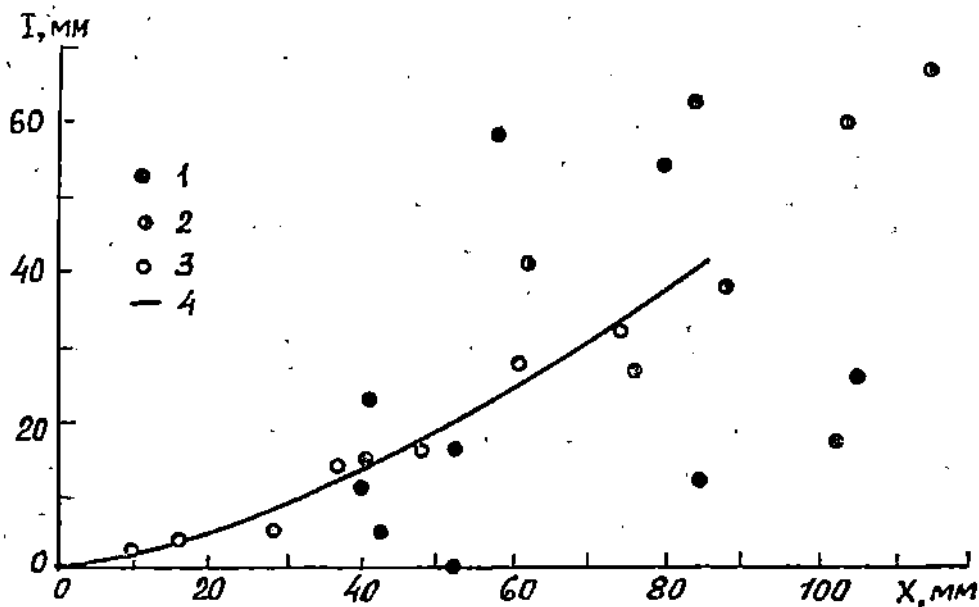
Не обнаруживается корреляционная связь и между исходными переменными - эффективными атмосферными осадками и инфильтрацией. Проверка связи $I = f(X)$ для Жанайской структуры, выполненная В.Н.Островским [11] по данным за период с 1956-1960 гг. (среднее значение) по 1971 г., как видно из приведенного рисунка, подтверждает ее отсутствие. Выборочный коэффициент корреляции равен всего 0,33, т.е. ниже допустимого значения, позволяющего утверждать о наличии линейной корреляционной связи [5].

Выше намеренно подчеркивалось независимость определения инфильтрации для Жанайской структуры. В случае же оценки связи $I = f(X)$ при вычислении инфильтрации из балансового уравнения, снова имеем дело с наличием ложной корреляции, так как инфильтрация во многом обуславливается эффективными осадками. Не удивительно поэтому хорошая корреляционная связь $I = f(X)$ для балансового участка Букпа (см. рисунок). В полной мере это относится и к попытке установления корреляционной связи норм питания грунтовых вод с гидрометеорологическими факторами в [8].

Выбор расчетных величин в балансовых расчетах также является неопределенным. Следовательно, высока вероятность систематических личных погрешностей, вносимых в методику оценки питания подземных вод. Такие погрешности можно квалифицировать и как методические. В первую очередь это относится к обоснованию количества эффективных осадков, в частности к той их части, которая выпадает за период снеготаяния и по отношению к которой оценивается инфильтрация.

В общем случае применения балансово-гидрометрического метода указанная проблема возникает постоянно, причем в рамках названного метода не существует каких-либо объективных критериев,

обеспечивающих ее разрешение. Показателен и характерен в этом отношении пример расчетов коэффициента инфильтрации атмосферных осадков по балансовому участку на склоне сопки Букпа в Северном Казахстане (местоположение участка принципиального значения не имеет), кочующий из публикации в публикацию [4, 6 и др.]



Зависимость годового питания грунтовых вод (I) от эффективных атмосферных осадков (X):

1 - данные по Жанайской структуре (по В.Н.Островскому [11]); 2 - то же по Б.В.Боревскому и др. [2]; 3 - по опытным данным на балансовом участке Букпа; 4 - кривая, аппроксимирующая опытные данные по участку Букпа

При обработке измерений характеристик поверхностного и подземного стока на участке (см. таблицу) все авторы, приводившие их в своих работах, вслед за С.К.Калугиным в качестве эффективных осадков принимали запасы воды в снежном покрове перед началом снеготаяния. Значения коэффициента инфильтрации оказались равными: 0,38

(1952 г.), 0,45 (1953 г.), 0,43 (1954 г.), 0,20 (1955 г.), 0,30 (1956 г.), 0,25 (1957 г.) и 0,33 (1958 г.). Средний за период наблюдения коэффициент $\alpha = 0,37$. Если же в величинах эффективных осадков учесть и атмосферные осадки, выпавшие за период снеготаяния, то инфильтрация I (мм) и коэффициент инфильтрации α получатся соответственно следующими: 36,3 и 0,61 (1952 г.), 61,7 и 0,65 (1953 г.), 62,8 и 0,60 (1954 г.), 19,2 и 0,46 (1955 г.), 25,2 и 0,70 (1956 г.), 11,9 и 0,62 (1957 г.), 39,9 и 0,55 (1958 г.).

Составляющие водного баланса на участке Букпа, мм

| Год | Составляющая баланса, мм | | | | |
|-------|--------------------------|------------------------|---------------|------------------|-----------------------------------|
| | Запас воды в снеге S | Поверхностный сток h | Испарение E | Инфильтрация I | Осадки в период снеготаяния X_1 |
| 1952 | 37,0 | 12,9 | 10,0 | 14,0 | 22,3 |
| 1953 | 61,2 | 9,2 | 24,5 | 27,5 | 34,2 |
| 1954 | 74,5 | 17,7 | 25,3 | 32,0 | 30,8 |
| 1955 | 28,0 | 16,8 | 5,6 | 5,6 | 13,6 |
| 1956 | 16,0 | 8,0 | 3,2 | 4,8 | 20,4 |
| 1957 | 9,7 | 3,9 | 3,4 | 2,4 | 9,5 |
| 1958 | 48,0 | 13,0 | 19,2 | 15,8 | 24,1 |
| Сред. | 39,2 | 11,6 | 13,0 | 14,6 | 22,1 |

В работах С.К.Калугина [7], А.К.Казбекова [6] приводятся величины инфильтрации, для расчетов которых принимались эффективные осадки, учитывающие как только запас воды в снежном покрове перед началом снеготаяния ($X = S$), так и атмосферные осадки, выпавшие за период снеготаяния ($X = S + X_1$). Какого-либо обоснования выбора тех или иных значений I и α в названных публикациях не дается. Точно так же и в примере расчетов питания подземных вод Жанайской водоносной структуры величина расчетного коэффициента инфильтрации полностью зависит от произвола исследователя. Так, в [11] инфильтрация определялась по интен-

сивности осушения водовмещающих пород и водоотбору, т.е. прямым методом и, на первый взгляд, с высокой достоверностью. Однако при оценке α без серьезного обоснования использовались атмосферные осадки только за зимний период (ноябрь-март). Неясно, как они соотносятся с запасами воды в снеге перед началом снеготаяния, осадками за период снеготаяния и т.д.

Выявление и устранение систематических погрешностей является неотъемлемой частью инженерных расчетов. Основной способ исключения таких погрешностей - внесение поправки с соответствующим знаком в результаты измерений и расчетов. Привлечение же информации о закономерностях колебания уровня подземных вод в ненарушенных водоотбором условиях и интенсивности осушения водовмещающих отложений при водоотборе для уточнения естественных ресурсов делает расчеты коэффициента инфильтрации бессмысленными. Это производится обычно для исследования самого балансово-гидрометрического метода и для повышения на его основе достоверности оценок питания подземных вод, причем уточнение балансовых величин возможно только для изучаемого участка водоносного пласта и не может распространяться на другие территории. А если инфильтрация (естественные ресурсы) к тому же определена с более высокой достоверностью, чем с помощью балансово-гидрометрического метода (т.е. цель исследований достигнута), рассчитывать параметры балансовой модели (решать обратную задачу) просто нет необходимости, поскольку эта модель не дает никакой новой информации.

Таким образом, балансово-гидрометрический метод в основе своей не обеспечивает строгого и единообразного подхода к оценкам естественных ресурсов подземных вод. Это связано с тем, что водный баланс выделенного участка водоносного пласта рассматривается вне связи с действительно протекающими гидрогеологическими процессами (и в пласте, и в зоне аэрации). Неопределенной и ничем не обоснованной остается величина эффективных атмосферных осадков, которую необходимо выбрать при расчетах инфильтрации этим методом. Существующая

тенденция к постоянному пересмотру естественных запасов и ресурсов подземных вод, как правило с целью их увеличения, обуславливает произвольное завышение таких осадков. Поэтому при оценках естественных ресурсов подземных вод следует избегать применения балансово-гидрометрического метода. Во всяком случае нельзя использовать балансовое уравнение для установления какой-либо составляющей баланса. Все составляющие должны определяться независимыми методами, а баланс может и должен составляться только для контроля с целью их увязки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский Б.В., Гродзенский В.Д. Опыт определения источников формирования эксплуатационных запасов подземных вод в закрытых структурах трещинно-карстового типа по данным эксплуатации водозабора (на примере Жанайской структуры в Центральном Казахстане) // Труды ВСЕГИНГЕО. - 1970. - Вып. 32. - С. 75-86.
2. Боровский Б.В., Хордикайнен М.А., Язвин Л.С. Разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах. - М.: Недра, 1976. - 248 с.
3. Гребенюков Г.П., Иванов В.Н. Об оценке качества воднобалансовых исследований // Известия АН КазССР. - Серия геологическая. - 1976. - N 1. - С. 81-84.
4. Жапарханов С.Ж., Кунанбаев С.Б., Масалин И.М. Месторождение Васильковское // Гидрогеология горнорудных объектов Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1980. - С. 5-26.
5. Зальцберг Э.А. Статистические методы прогноза естественного режима уровня грунтовых вод. - Л.: Недра, 1976. - 102 с.
6. Казбеков А.К. Формирование подземных вод в пределах Кокчетавской низкогорной и мелкосопочной возвышенности // Известия АН КазССР. - Серия геологическая. - 1986. - N 1. - С. 45-52.

7. Калугин С.К. Опыт разведки и определения запасов подземных вод Джекказган-Улутауского района // Водные ресурсы Казахстана. - Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1957. - С. 131-143.
8. Лебедев А.В. Формирование баланса грунтовых вод на территории СССР. - М.: Недра, 1980. - 288 с.
9. Масалин И. К определению коэффициента инфильтрации по величине питания подземных вод // Вестник АН КазССР.- 1987. - N 11. - С. 84-87.
10. Мудров В.И., Кушко В.Л. Методы обработки измерений. (Квазиправдоподобные оценки). - М.: Советское радио, 1976. - 192 с.
11. Островский В.Н. Формирование подземных вод в аридных районах Казахстана.- Л.: Гидрометеоздат, 1976. - 228 с.
12. Четвериков Н.С. О ложной корреляции // Статистические исследования (теория и практика). - М.: Наука, 1975. - С. 298-318.

Институт гидрогеологии
и гидрофизики НАН РК

ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖЕР АСТЫ СУЫН
ТЕҢГЕРІМ - ГИДРОМЕТРИКАЛЫҚ ӘДІСПЕН
ҚОРЕКТЕНДІРУДІҢ БАҒАЛЫ ДӘЛДІГІ ТУРАЛЫ

Геол.-м. ф. канд. М.М. БУРАКОВ

Орталық Қазақстандағы жер асты суын теңгерім-гидрометрикалық әдіспен қоректендірудің тұрақты дәлдігі зерттеледі. Мұндай қорытынды жасауға жер асты суының табиғи қорын анықтау әдістемелігін пайдалану арқылы негіз жасалынды.

УДК 556.124:556.625

О ДИНАМИКЕ УПЛОТНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В
ВЫСОКОГОРНОЙ ЗОНЕ ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ И
ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СНЕГОЗАПАСОВ

Канд. геогр. наук Е.И. Колесников

В.А. Кузьменко

Приведены данные статистического анализа плотности снега по наземным снегосъемкам в Заилийском Алатау в диапазоне высот 1900 - 3600 м за период 1950-1989 гг. Установлены зависимости для климатической оценки снеготазпасов. Предложена методика для расчета снеготазпасов в высокогорьях по дистанционным измерениям высоты снежного покрова.

Исследование уплотнения снежного покрова производилось по трем физически обоснованным факторам. Это - влияние сил гравитации, температурный режим, ветровой снегоперенос. Материалом для исследования послужили данные декадных снегосъемок и метеорологических элементов на станциях Усть-Горельник, Верхний Горельник, Большое Алма-тинское Озеро и Мынжилки, расположенных в диапазоне высот от 1943 до 3036 м над уровнем моря. Кроме того, была привлечена информация по Малоал-матинскому наземному снегомерному маршруту. Всего для исследования использованы материалы наблюдений за 39 лет, начиная с 1950 года. Цель его состояла в установлении статистически надежных закономерностей уплотнения снега на авиаснегопунктах.

Запас воды в снеге является важнейшей характеристикой при составлении гидрологических прогнозов, в частности, стока горных рек. Эту характеристику гидропрогнозисты-практики считают более предпочтительной, чем высоту снежного покрова,

так как последней при различной плотности снега не всегда соответствуют сопоставимые значения запаса воды. Однако известны случаи успешного использования данных о высоте снега на авиаснегопунктах для целей гидрологических прогнозов [1].

В качестве факторов, оказывающих влияние на уплотнение снежного покрова, рассматривались:

- продолжительность залегания снежного покрова (T) от даты его установления до даты проведения снегосъемок, сут;

- продолжительность поземков (T_{Π}) за текущий месяц, ч;

- суммарная продолжительность поземков (ΣT_{Π}) за период залегания снега до даты проведения снегосъемок, ч;

- сумма осадков за третью декаду (X_3) и за месяц (X), мм;

- суммарное количество осадков (ΣX) от установления снежного покрова до даты снегосъемки, мм;

- средняя месячная температура воздуха (t) на станции, $^{\circ}\text{C}$;

- сумма средних месячных температур воздуха (Σt) за период залегания снежного покрова до даты снегосъемки, $^{\circ}\text{C}$.

Взаимосвязь плотности снега с перечисленными факторами показана в табл.1. Наиболее значительной в 1100-метровом диапазоне высот оказалась зависимость уплотнения снега от гравитационного фактора, определяемого снеговой нагрузкой (ΣX) и продолжительностью залегания снежного покрова (T). Ветровое уплотнение, характеризуемое ΣT_{Π} , также имеет существенное значение, особенно в высокогорной зоне. При этом влияние снеговой нагрузки и ветрового снегопереноса на уплотнение снега стабильно прослеживается в течение всего зимне-весеннего периода. Чем они значительнее, тем больше плотность снежной толщи. В то же время осредненная плотность снежной толщи зависит еще и от слоя свежеснегосъемки накануне снегосъемки снега. Так, снегомерщикам давно известен факт резкого уменьшения средней плотности снежной толщи после обильного снегопада. Как следствие этого, связь плотности с фактором X_3 часто имеет отрицательный знак.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции плотности снега на конец месяца с снегометеорологическими характеристиками в Заилийском Алатау

| Ме- сяц | Характеристика | | | | | | | |
|---|----------------|----------|-----------------|-------|-------|------------|-------|------------|
| | T | T_{II} | ΣT_{II} | X_3 | X | ΣX | t | Σt |
| Мынжилки ($H=3036$ м) | | | | | | | | |
| 1 | 0,42 | 0,15 | 0,38 | -0,20 | 0 | 0,50 | -0,21 | -0,20 |
| 2 | 0,16 | 0,09 | 0,22 | -0,29 | 0 | 0,50 | -0,01 | -0,09 |
| 3 | 0,41 | -0,13 | 0,16 | 0,09 | 0,04 | 0,42 | 0,19 | -0,10 |
| Большое Алматинское Озеро ($H=2516$ м) | | | | | | | | |
| 1 | 0,38 | -0,01 | 0,38 | -0,21 | -0,06 | 0,54 | 0,09 | -0,09 |
| 2 | 0,32 | 0,27 | 0,31 | -0,21 | -0,05 | 0,43 | 0,09 | -0,02 |
| 3 | -0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,13 | 0,06 | 0,15 | 0,34 | 0,35 |
| Верхний Горельник ($H=2272$ м) | | | | | | | | |
| 1 | 0,32 | 0,27 | 0,27 | -0,25 | 0,03 | 0,65 | 0,14 | 0,02 |
| 2 | 0,08 | 0,12 | 0,23 | -0,19 | 0,14 | 0,31 | 0,07 | 0,10 |
| 3 | 0,02 | -0,05 | 0,31 | -0,23 | 0,07 | 0,43 | 0,09 | -0,06 |
| Усть-Горельник ($H=1943$ м) | | | | | | | | |
| 1 | 0,32 | -0,20 | -0,09 | -0,17 | 0,08 | 0,38 | 0,11 | -0,01 |
| 2 | 0,13 | 0,17 | -0,06 | -0,19 | 0,17 | 0,30 | 0,18 | 0,28 |
| 3 | 0,15 | -0,07 | -0,01 | 0,14 | 0,01 | 0,11 | -0,22 | -0,02 |
| Среднее по всем станциям | | | | | | | | |
| | 0,22 | 0,06 | 0,18 | -0,13 | 0,04 | 0,39 | 0,07 | 0,03 |

Разнообразно, хотя и четко не прослеживается, влияние температурного фактора на процессы уплотнения снежной толщи в различных высотных зонах в течение зимне-весеннего периода (см. табл.1). В холодные зимы, по сравнению с теплыми, особенно в высокогорьях снежная толща уплотняется медленнее. Однако в среднегорном поясе, преимущественно в весенний и осенний периоды, влияние температурного фактора на процессы уплотнения снега велико.

В период предзимья (октябрь - ноябрь) при обильных снегопадах и сравнительно высоком температурном фоне в горах процесс уплотнения снежной толщи протекает интенсивно во всех высотных зонах

и особенно в среднегорном поясе. Здесь градиент уплотнения снежной толщи за ноябрь на высоте 2000 м составляет 0,043, на высотах 2500-3000 порядка 0,022 г/см³, а плотность снега в пределах высот 2000-3000 м возрастает на 0,003 г/см³ с увеличением высоты на 100 м. Это видно по данным табл.2 и рис.1, полученным на основе материалов наблюдений на маршрутных снегосъемках в бассейне р.Малая Алматинка и высокогорных снегопунктов (Н>2900 м), расположенных в хребтах Кетмень и Кунгей-Алатау.

Таблица 2

Изменение с высотой средней многолетней плотности снега и градиента уплотнения снежной толщи в бассейне р.Малая Алматинка

| Высота, м | Месяц | | | | | |
|-----------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| | Плотность снега, г/см ³ | | | | | |
| 2000 | 0,138 | 0,181 | 0,185 | 0,195 | 0,205 | 0,273 |
| 2500 | 0,165 | 0,188 | 0,198 | 0,198 | 0,207 | 0,241 |
| 3000 | 0,190 | 0,212 | 0,223 | 0,230 | 0,238 | 0,255 |
| | Градиент уплотнения снежной толщи, г/см ³ · 10 ⁻³ на 100 м высоты | | | | | |
| 2000-2500 | 5,0 | 1,6 | 1,4 | 0,6 | 0,4 | -6,4 |
| 2500-3000 | 5,0 | 4,8 | 6,4 | 6,4 | 6,0 | 2,8 |
| 3000-3200 | - | - | - | - | 8,5 | 22,5 |

В зимний период (декабрь- февраль), по тем же данным, процессы уплотнения снежной толщи по всему диапазону высот (2000-3000 м) резко замедляется. Так, изменение плотности снега за весь этот период равно 0,020-0,030 г/см³.

В марте процессы уплотнения снежной толщи в различных высотных зонах сильно отличаются от осенне-зимнего периода. Частые оттепели в среднегорном поясе в это время года обуславливают резкое возрастание плотности снега. На высоте 2000 м оно составляет 0,068 г/см³, на 2500 м - 0,034, на 3000 м - 0,017 г/см³ (см.табл.2). В высотной зоне

2000-2500 м из-за понижения температурного фона плотность снежного покрова уменьшается с градиентом $0,0064 \text{ г/см}^3$ на 100 м, но на высотах 2500-3000 м она несколько увеличивается. В высокогорных районах, в связи с увеличением параметров ΣX , T , ΣT_{II} , плотность снега резко возрастает (см. рис.1).

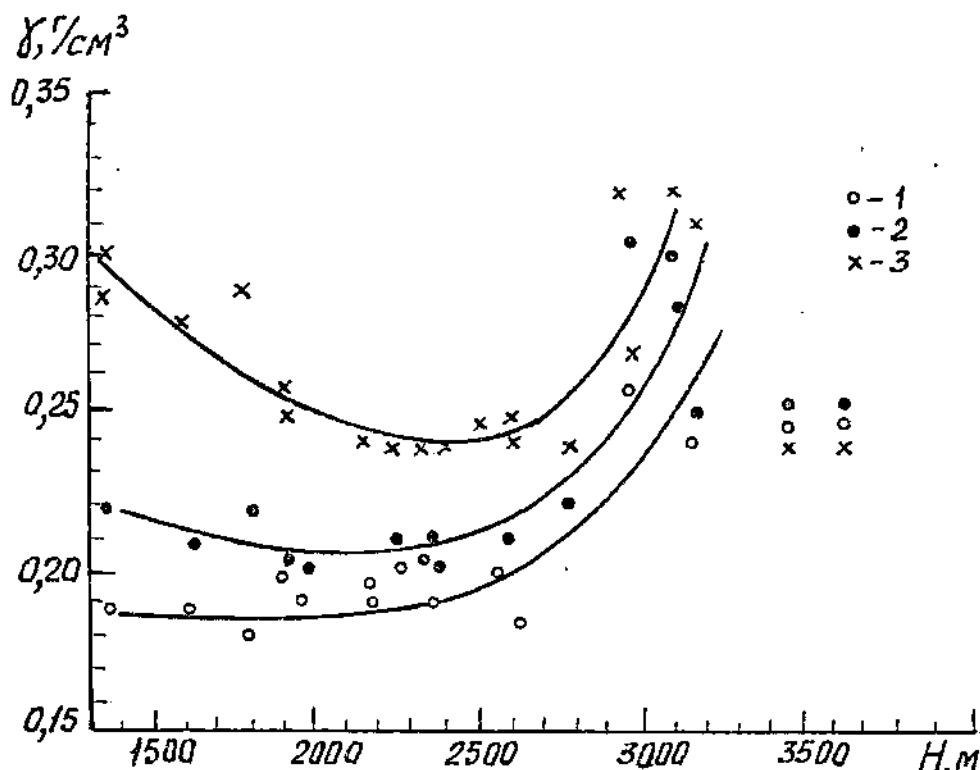


Рис.1. Зависимость средней плотности снега на конец месяца (ρ) от высоты местности (H):

1 - январь; 2 - февраль; 3 - март.

Некоторого пояснения требуют данные плотности снега на снегопунктах 1 и 1а, расположенных на леднике Туяксу (на рис.1 точки, соответствующие высотам 3450 и 3650 м). Процесс метаморфизации снежной толщи протекает здесь иначе, чем на снегопунктах с грунтовой подстилающей поверхностью: общая закономерность уплотнения снежной толщи как во времени, так и по высоте четко не прослежива-

ется. В то же время на высокогорных снегопунктах с грунтовой подстилающей поверхностью, расположенных в соседних горных районах (хребты Кунгей-Алатау, Кетмень), величины плотности снега в марте подтверждают тенденцию ее увеличения в высокогорной зоне /6/. Поэтому зависимости на рис.1 в диапазоне высот 3000-3300 м экстраполированы не на точки, соответствующие снегопунктам 1 и 1а, а получены по значениям градиентов уплотнения в зоне 2800-3000 м.

Таким образом, процесс уплотнения снежного покрова во времени и в пространстве сложный и зависит от множества природных факторов - климатических, геоморфологических, геоботанических и других. Поэтому рассчитать надежно значения плотности снега только по ее связям с высотой местности не всегда возможно.

В табл.3 приведены уравнения регрессии уплотнения снежной толщи, полученные с помощью метода "просеивания". Из этой таблицы следует, что доминирующим фактором является суммарное количество осадков (ΣX) за период залегания снежного покрова до даты снегосъемки. Доля его вклада в описанную уравнениями регрессии дисперсию составляет 40-93 %. Однако статистические характеристики установленных уравнений регрессии (за редким исключением) не удовлетворяют общепринятым требованиям: коэффициенты корреляции (r) малы, обеспеченность допустимой погрешности расчетов (p) небольшая, отношение s/b превышает допустимые пределы. Это свидетельствует о слабой тесноте корреляционных связей.

Сопоставление рассчитанных значений плотности снега с фактическими показало, что погрешность определения ρ , а следовательно и расчетных снегозапасов, все же небольшая - в пределах 6-12 %. Несмотря на это, из-за перечисленных выше недостатков регрессионных зависимостей их практическое использование нежелательно.

К такому же выводу пришел ранее В.Г.Коновалов [4], исследуя статистические свойства плотности снежного покрова в ряде горных районов Средней Азии. По его мнению, средние многолетние

значения плотности снега в высокогорьях пригодны только для климатических оценок снегозапасов, так как стандарт изменчивости плотности снега в верхних зонах достигает всего 0,02-0,05 в январе-феврале и 0,05-0,07 г/см³ в последующие месяцы. Для оперативной же оценки плотности снега в местах, где не проводятся натурные ее измерения, рекомендуется использование наземных снегосъемок по соседним речным бассейнам на таких же высотных уровнях и на ту же, либо близкую к ней, дату измерений. Об этом упоминается и в работе [3].

Таблица 3

Регрессионные зависимости для определения плотности снега и их оценка

| Месяц | Уравнение регрессии | r | s/б | p, % |
|---------------------------|---|------|------|------|
| Мынжилки | | | | |
| 1 | $\rho = 0,0003\sum X + 0,191$ | 0,48 | 0,88 | 66,7 |
| 2 | $\rho = 0,0003\sum X - 0,0015X + 0,207$ | 0,59 | 0,81 | 64,1 |
| 3 | $\rho = 0,0002\sum X + 0,0007T +$ $+ 0,0074t_{10-01} + 0,151$ | 0,46 | 0,84 | 68,4 |
| Большое Алматинское Озеро | | | | |
| 1 | $\rho = 0,0005\sum X - 0,0006X_{01} +$ $+ 0,158$ | 0,60 | 0,80 | 65,8 |
| 2 | $\rho = 0,0004\sum X - 0,001X_{02} +$ $+ 0,0006T_{II} + 0,166$ | 0,59 | 0,81 | 76,9 |
| 3 | $\rho = 0,0025\sum t + 0,0082t_{03} +$ $+ 0,349$ | 0,40 | 0,92 | 70,3 |
| Верхний Горельник | | | | |
| 1 | $\rho = 0,0004\sum X - 0,0012X_3 +$ $+ 0,155$ | 0,77 | 0,64 | 74,4 |
| 2 | $\rho = 0,0002\sum X - 0,0008X_3 +$ $+ 0,187$ | 0,34 | 0,94 | 66,7 |
| 3 | $\rho = 0,0003\sum X - 0,001X_3 -$ $- 0,0017\sum t_{10-03} + 0,18$ | 0,61 | 0,79 | 59,0 |

В [2] предлагается расчетный метод экстраполяции плотности снега во времени по высоте снежного покрова h . В основу метода положены сравнительно устойчивые связи плотности снега с его вы-

сотой для районов повышенного снегонакопления. Погрешность оценки снеготпасов в результате определения плотности этим методом может достигать 8-16 %.

Для условий Заилийского Алатау, с его умеренным снегонакоплением, такие закономерности отсутствуют. В то же время существуют устойчивые корреляционные связи между запасами воды (S) и высотой (h) снежного покрова по всем снегопунктам. В прил.1 приведены уравнения этих связей для 14 пунктов наблюдений в диапазоне высот от 1990 до 3650 м. Связи установлены для месяцев с января по март, данные по которым часто используются в гидрологических прогнозах. Статистические характеристики полученных уравнений удовлетворяют общепринятым требованиям. Поэтому уравнения можно применять для определения снеготпасов в высокогорной зоне.

Анализ параметров уравнений связи между S и h для различных снегопунктов показал, что в рассматриваемом регионе прослеживается четкая закономерность их изменения с высотой местности. Это дало возможность по уравнениям регрессии произвести построение номограммы для расчета снеготпасов в зависимости от высоты снега для произвольно выбранных градаций h (рис.2).

По виду кривые на рис.2 несколько напоминают соответствующие кривые на рис.1, что можно объяснить величинами коэффициентов в уравнениях регрессии, косвенно характеризующих осредненную плотность снега в марте на снегопунктах Малоалматинского снегомерного маршрута. В свою очередь это связано с тем, что кривые в зоне 3000-3300 м экстраполированы по величине градиента снеготпасов в зоне 2800-3036 м. О правильности проведения кривых на рис.2 свидетельствует сопоставление рассчитанных и фактических снеготпасов, приведенное в прил.2, а для верхних их участков - данные по снегопунктам 23,25,26, расположенных, что важно отметить, на грунтовой поверхности в других горных регионах (хребты Кетмень, Кунгей-Алатау).

Для проверочных расчетов (прил.2) использованы данные из работ [3,5]. Результаты проверки

на зависимом материале показали, что величины запасов воды в снеге, рассчитанные по средним значениям h , имеют преимущественно небольшую погрешность (до 5 %). Однако при проверке на независимом материале погрешность рассчитанных снегозапасов увеличивается почти вдвое.

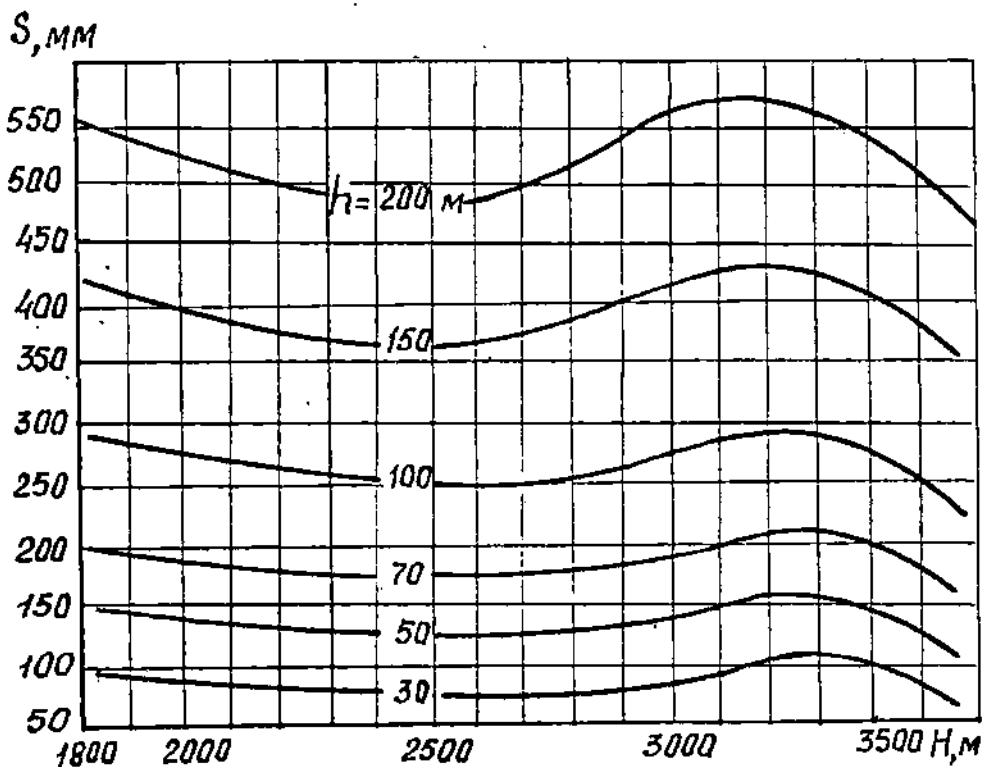


Рис. 2. Номограмма для расчета запаса воды в снеге (S) на конец марта по высоте местности (H) и высоте снежного покрова (h) на северном склоне Заулийского Алатау

Приведенные в прил. 2 данные по другим горным регионам Казахстана, полученные по уравнениям в прил. 1 и номограмме на рис. 2, свидетельствует о том, что для отдельных речных бассейнов предлагаемая номограмма должна уточняться. Для практических целей имеет смысл построить аналогичные номограммы также для января и февраля.

Результаты исследования позволяют надеяться на возможность широкого использования разработанной методики для оценки снеготпасов в высокогорных районах на основе дистанционных авиаснегосъемок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахунджанов Ш.М. Краткий анализ результатов аэровизуальных наблюдений над снежным покровом в бассейне р.Ахангаран // Тр. САРНИГМИ. - 1983. - Вып.99(180). - С.16-20.
2. Геткер М.И., Шенцис И.Д. Комплексная методика оценки снеготпасов в горном бассейне на основе авиадистанционных измерений // Тр. САРНИГМИ. - 1983. - Вып.99 (180). - С.3-15.
3. Колесников Е.И., Подстречный А.Н. Закономерности вертикального распределения снеготпасов в течение зимнего периода в горных районах Казахстана // Тр. САРНИГМИ. - 1987. - Вып.123 (204). - С.12-21.
4. Коновалов В.Г. Проблемы рационализации методов измерения запасов сезонного снега в горах Средней Азии // Тр. САНИГМИ. - 1967. - Вып.30(45). - С.58-78.
5. Материалы анализа наблюдений за снежным покровом на высокогорных маршрутах Казахстана / Казахское республиканское Управление по гигиетеорологии и контролю природной среды. - Алма-Ата: ФОЛ Казгидромета, 1984. - 46 с.
6. Северский И.В. Снежные лавины Зайлийского и Джунгарского Алатау. - Алма-Ата: Наука, 1978. - 255 с.

Статистические характеристики зависимости запасов воды в снежном покрове (S) от его высоты (h) на конец месяца по снегопунктам и метеорологическим станциям

| Месяц | Уравнение регрессии | r | s, мм | p, % | б _{доп} , мм | S, мм |
|--|----------------------|------|-------|------|-----------------------|-------|
| Снегопункт 1а (H=3650 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,76 h - 21,53$ | 0,91 | 41,6 | 92 | 67 | 208 |
| 2 | $S = 2,45 h - 0,92$ | 0,98 | 19,4 | 100 | 58 | 211 |
| 3 | $S = 2,61 h - 22,72$ | 0,90 | 34,7 | 91 | 52 | 253 |
| Снегопункт 1 (H=3450 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,73 h - 19,32$ | 0,94 | 30,6 | 92 | 60 | 174 |
| 2 | $S = 2,63 h - 14,00$ | 0,93 | 27,0 | 84 | 51 | 186 |
| 3 | $S = 2,54 h - 14,02$ | 0,89 | 36,0 | 88 | 54 | 220 |
| Метеостанция Мынжилки (H=3036 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,59 h - 11,12$ | 0,76 | 13,6 | 97 | 34 | 119 |
| 2 | $S = 2,68 h - 13,88$ | 0,95 | 17,9 | 97 | 40 | 141 |
| 3 | $S = 2,71 h - 9,19$ | 0,96 | 20,0 | 97 | 50 | 175 |
| Снегопункт 38 (H=2800 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,25 h - 3,27$ | 0,96 | 16,5 | 97 | 34 | 208 |
| 2 | $S = 2,36 h - 4,57$ | 0,96 | 15,0 | 97 | 35 | 211 |
| 3 | $S = 2,70 h - 18,88$ | 0,97 | 20,2 | 100 | 52 | 253 |
| Снегопункт 7 (H=2620 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,28 h - 14,46$ | 0,91 | 18,6 | 92 | 29 | 174 |
| 2 | $S = 2,32 h - 17,16$ | 0,93 | 18,9 | 89 | 34 | 186 |
| 3 | $S = 2,45 h - 5,84$ | 0,94 | 25,7 | 86 | 49 | 220 |
| Снегопункт 3 (H=2600 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,28 h - 15,11$ | 0,92 | 18,8 | 92 | 32 | 108 |
| 2 | $S = 2,28 h - 8,85$ | 0,92 | 20,1 | 92 | 34 | 136 |
| 3 | $S = 2,41 h - 4,12$ | 0,96 | 19,7 | 100 | 48 | 159 |
| Метеостанция Большое Алматинское Озеро (H=2516 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,26 h - 8,05$ | 0,95 | 11,4 | 97 | 24 | 92 |
| 2 | $S = 2,28 h - 17,40$ | 0,90 | 20,1 | 92 | 31 | 112 |
| 3 | $S = 2,41 h - 0,12$ | 0,93 | 21,7 | 89 | 39 | 139 |
| Снегопункт 10а (H=2350 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,58 h - 30,35$ | 0,93 | 20,0 | 94 | 35 | 124 |
| 2 | $S = 2,78 h - 4,76$ | 0,94 | 17,8 | 97 | 36 | 149 |
| 3 | $S = 2,90 h - 25,08$ | 0,89 | 38,7 | 86 | 56 | 194 |

| Месяц | Уравнение регрессии | r | s, мм | p, % | б _{доп} , мм | S, мм |
|---|----------------------|------|-------|------|-----------------------|-------|
| Снегопункт 8 (H=2340 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,51 h - 7,80$ | 0,89 | 17,6 | 89 | 26 | 101 |
| 2 | $S = 2,18 h - 6,73$ | 0,91 | 19,8 | 89 | 33 | 124 |
| 3 | $S = 2,52 h - 3,32$ | 0,91 | 29,2 | 86 | 48 | 151 |
| Метеостанция Верхний Горельник (H=2272 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,40 h - 17,96$ | 0,95 | 12,9 | 95 | 27 | 95 |
| 2 | $S = 2,39 h - 11,50$ | 0,91 | 21,5 | 85 | 34 | 122 |
| 3 | $S = 3,03 h - 15,28$ | 0,97 | 19,5 | 97 | 51 | 128 |
| Снегопункт 11 (H=2250 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,58 h - 29,78$ | 0,92 | 19,5 | 89 | 33 | 118 |
| 2 | $S = 2,70 h - 41,92$ | 0,92 | 15,8 | 97 | 34 | 144 |
| 3 | $S = 2,73 h - 16,02$ | 0,89 | 35,6 | 86 | 54 | 180 |
| Снегопункт 9 (H=2170 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,27 h - 13,37$ | 0,92 | 15,1 | 89 | 25 | 84 |
| 2 | $S = 2,13 h - 6,00$ | 0,92 | 16,7 | 92 | 29 | 93 |
| 3 | $S = 2,63 h - 0,94$ | 0,96 | 17,7 | 94 | 44 | 98 |
| Снегопункт 20 (H=1950 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,31 h - 16,80$ | 0,92 | 10,0 | 92 | 27 | 105 |
| 2 | $S = 2,40 h - 20,13$ | 0,95 | 13,0 | 100 | 27 | 130 |
| 3 | $S = 2,69 h - 0,06$ | 0,96 | 20,6 | 97 | 50 | 147 |
| Снегопункт 22 (H=1900 м) | | | | | | |
| 1 | $S = 2,12 h - 4,68$ | 0,91 | 14,6 | 92 | 27 | 100 |
| 2 | $S = 2,24 h - 12,18$ | 0,91 | 15,5 | 94 | 25 | 126 |
| 3 | $S = 2,54 h + 7,03$ | 0,92 | 26,2 | 92 | 46 | 150 |

Фактические и рассчитанные по уравнениям регрессии значения запасов воды в снеге на конец марта на снегомерных маршрутах в различных горных районах Казахстана

| Номер снего-пункта, метеостанция | Высота снего-пункта, м | Высота снега, см | Средний запас воды в снеге, мм | | Погрешность расчета | |
|----------------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|--------------|---------------------|---|
| | | | фактический | рассчитанный | мм | % |

А. Независимый материал

| | | | | | | |
|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Хребет Кетмень (бассейн р.Шалкудысу) | | | | | | |
| 17 | 2690 | 25 | 60 | 55 | -5 | -8 |
| 19 | 2820 | 36 | 89 | 77 | -11 | -12 |
| 20 | 3030 | 50 | 118 | 130 | 12 | 10 |
| 23 | 3220 | 67 | 203 | 204 | 1 | 1 |
| Хребет Заилийский Алатау (бассейн р.Турген) | | | | | | |
| 11 | 2600 | 32 | 76 | 73 | -3 | -4 |
| 13 | 2600 | 27 | 63 | 61 | -2 | -3 |
| 14 | 2600 | 28 | 69 | 64 | -5 | -7 |
| 8 | 2630 | 34 | 82 | 78 | -4 | -5 |
| 12 | 2680 | 31 | 76 | 70 | -6 | -8 |
| Хребет Кунгей-Алатау (бассейн р.Шилик) | | | | | | |
| 24 | 2660 | 40 | 105 | 92 | -13 | -12 |
| 25 | 2975 | 35 | 88 | 90 | 2 | 2 |
| 26 | 3140 | 28 | 91 | 82 | -9 | -10 |
| 27 | 3260 | 77 | 194 | 207 | 13 | 7 |
| Хребет Джунгарский Алатау (бассейн р.Каратал) | | | | | | |
| 13 | 2580 | 134 | 369 | 324 | -45 | -17 |
| 14 | 2630 | 130 | 355 | 314 | -41 | -11 |
| 15 | 2880 | 160 | 424 | 413 | -11 | -2 |

| Номер снего - пункта, метео- станция | Высота снего- пункта, м | Высота снега, см | Средний запас воды в снеге, мм | | Погрешность расчета | |
|--|----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------------|---|
| | | | факти- ческий | рассчи- танный | мм | % |

Б. Зависимый материал

| Хребет Заилийский Алатау (бассейн р.Малая Алматинка) | | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|----|
| 1a | 3650 | 106 | 253 | 248 | -5 | -2 |
| 1 | 3450 | 92 | 220 | 230 | 10 | 5 |
| 38 | 2800 | 66 | 159 | 160 | 1 | 1 |
| 7 | 2620 | 73 | 172 | 170 | -2 | -1 |
| 3 | 2600 | 68 | 159 | 160 | 1 | 1 |
| 8 | 2340 | 62 | 152 | 152 | 0 | 0 |
| 10a | 2350 | 76 | 194 | 186 | -8 | -4 |
| 11 | 2250 | 72 | 180 | 178 | -2 | -1 |
| 9 | 2170 | 38 | 98 | 96 | -2 | -2 |
| 20 | 1950 | 55 | 147 | 154 | 7 | 5 |
| 22 | 1900 | 56 | 150 | 157 | 7 | 5 |
| Мынжилки | | | | | | |
| | 3036 | 66 | 175 | 175 | 0 | 0 |
| Верхний Горельник | | | | | | |
| | 2272 | 47 | 128 | 117 | -11 | -9 |
| Хребет Заилийский Алатау (бассейн р.Большая Алматинка) Большое Алматинское Озеро | | | | | | |
| | 2516 | 57 | 139 | 137 | -2 | -2 |

Бюро погоды Казгидромета

ЛЕ БОЙЫ АЛАТАУЫНЫҢ БИІК ТАУЛЫ АУМАҒЫНДА
ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ТЫҒЫЗДАНУ ҚОЗҒАЛЫСЫ
ЖӘНЕ ОНЫ ҚАР ҚОРЫН АНЫҚТАУ ҮШІН ПАЙДАЛАНУ
МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

Геогр. г. канд. Е.И. КОЛЕСНИКОВ

В.А. КУЗЬМЕНКО

1950-1989 ж.ж. аралығында Ле бойы Алатауының 1900-3600 м. биіктік кеңістігіндегі қар суреті негізіндегі қар қалыңдығының статистикалық дәйектік талдамалары келтіріледі. Қар қорын климаттық бағалаудың әсері белгіленген. Биік таулы аумақтардағы қар қорын есептеудің, қар жамылғыларын өлшеудің қашықтық әдістемесі ұсынылады.

УДК 551.583.7:551.435.2 (574)

**О РОЛИ КЛИМАТА В СЕЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ
СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ**Канд. техн. наук Б.С. Степанов
Р.К. Яфязова

Изучение условий формирования конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау показало, что климат играет главенствующую роль в формировании селей гляциального и дождевого генезисов. Прогнозируемое изменение климата в предстоящем столетии может существенно повлиять на селевую активность горных систем Казахстана. Дана оценка возможных изменений селевой активности северного склона Заилийского Алатау в зависимости от сценария изменения климата.

Как формирование наносов, так и их вынос из верхнего яруса накопления северного склона Заилийского Алатау в решающей мере определяются климатом. Объясняется это тем, что уклоны в высокогорной зоне значительно превышают значения, необходимые для формирования селей. Геологический фактор, выражающийся, прежде всего, в наличии рыхло-обломочных отложений, которые могут принять участие в селевых явлениях, также играет подчиненную роль. Объемы наносов верхнего яруса накопления в Заилийском Алатау намного превышают таковые, которые могут быть вынесены на относительно низкие потенциальные уровни селями и водными потоками в обозримом будущем.

Основная масса наносов образуется в результа-

те выветривания и деятельности ледников в периоды их наибольшей активности (ледниковые периоды), а вынос наносов происходит в межледниковые периоды. Наиболее интенсивно выветривание горных пород происходит в высокогорной зоне. Этому благоприятствуют: отсутствие растительного покрова на обнаженных горных породах, большая крутизна склонов, высокая степень трещиноватости пород, обусловленная мощными тектоническими процессами горообразования, повышенная сейсмичность, большие перепады температуры в течение суток [6].

Основной объем наносов верхнего яруса накопления представлен моренными отложениями, продуктами деятельности осыпей, оползней, обвалов и т.д. Изучение вещественного состава и строения конусов выноса горных рек северного склона Заилийского Алатау показало, что подавляющая часть наносов верхнего яруса накопления перемещается на предгорную равнину в ходе селевых процессов. И хотя наиболее грандиозные по масштабам селевые явления в обсуждаемом регионе имели, скорее всего, сейсмическое происхождение, основная роль в переносе наносов принадлежит селям гляциального и дождевого генезисов, образующихся в высокогорной зоне.

Средняя и низкогорная зоны Заилийского Алатау неблагоприятны для реализации селевых явлений дождевого генезиса даже среднего масштаба. Малая мощность склоновых отложений, незначительные длины и углы наклона склонов, наличие растительности, перехватывающей осадки и препятствующей водной эрозии, привели к тому, что в среднегорье селевые явления с расходами, не превышающими первые десятки кубометров в секунду, наблюдаются лишь в зонах концентрации сейсмических напряжений землетрясения 1887 г. (Акжар, бассейн р.Аксай; Кокчека, бассейн р.Б.Алматы), приведших к дроблению и истиранию больших объемов коренных пород и подвергающихся в настоящее время интенсивной водной эрозии.

Сели гляциального генезиса формируются в ре-

зультате взаимодействия сосредоточенных водных потоков с рыхлообломочными породами, представленными, в основном, моренными отложениями. В свою очередь, упомянутые водные потоки образуются в результате катастрофического опорожнения озер моренно-ледниковых комплексов и внутриледниковых водоемов. Опорожнение происходит путем перелива воды через озерные перемычки, либо по каналам стока, формирующимся в моренно-ледниковых комплексах. Наиболее катастрофические размеры гляциальные сели Заилийского Алатау приобретают при опорожении озер путем размыва озерных перемычек, сложенных нецементированными моренными отложениями (бассейны р.М.Алматы, 1973 г.; р.Кумбель, 1977 г.), а также при прорыве озер через гроты и туннели, неоднократно участвовавшие в опорожении водоемов и поэтому имеющие большие площади сечений водоводов (бассейн р.Жарсай, 1958, 1963, 1977 гг.).

Объемы селей, а, в значительной мере, и их расходы определяются объемами озер и водоемов, участвующих в селевых явлениях. В свою очередь, объемы озер и водоемов зависят от размеров и характера оледенения селевых бассейнов. Генетически озера, расположенные на современных моренах ледников северного склона Заилийского Алатау, по В.А.Керемкулову [4] можно разделить на западинные, провальные и каровые. Наибольшие объемы имеют западинные озера, возникающие при заполнении водой понижений между открытой частью ледника и фронтальным уступом морены. Котловины западинных озер образуются в результате различной скорости таяния открытого и погребенного льда, термокарстовых процессов; сток из озер осуществляется поверхностным или внутриморенным путями; озерные перемычки могут слагаться рыхлообломочными отложениями, мерзлой брекчией или льдом. Объем западинных озер определяется их положением в пространстве, стадией развития ледника, климатических условий и т.д.

Стадии формирования и развития этих озер про-

долгаются в течение многих десятков лет; так, например, период между началом формирования и прорывом озера на л.Туюксу (сель на р.М.Алматы, 1973 г.) составил более 50 лет. В зрелой стадии западные озера могут иметь длину до 2000 м, ширину до 600 м, аккумулировать до 10 млн.м³ воды (озеро Богатырь). Западные озера развиваются относительно медленно (абсолютные характеристики озер мало влияют на течение их жизни), и при современных методах мониторинга природной среды не могут оставаться незамеченными. Методы борьбы с возможностью катастрофического опорожнения западных озер экономически целесообразны и не представляют особых технических сложностей [9].

Другим типом прорывоопасных озер гляциально-моренных комплексов являются каровые озера, образующиеся в результате заполнения водой углублений цирков каровых ледников. Прорывоопасными каровыми озерами являются озера, подпруживаемые плотинами, представляющими собой моренные валы. Содержание льда в таких валах может быть значительным — более 50 %. Объемы котловин, образующихся вследствие таяния и отступления каровых ледников от моренных валов, в которых образуются каровые озера, достигают сотен тысяч кубических метров. Как правило, каровые котловины, из-за наличия внутриморенных каналов стока, водой не заполняются. Образование озер связано с нарушением нормального режима стока. Заполнение котловин водой и прорыв озер происходит обычно в течение одного сезона. Расходные характеристики прорывных паводков определяются возможностями каналов стока и при многократном их функционировании (в прорывном режиме) достигают десятков, первых сотен кубометров в секунду.

Заполнение котловин возможно за счет воды, образующейся в результате таяния снега, накопившегося на прилегающих склонах в зимний период, т.е. задолго до начала таяния ледников (бассейн р.Сред-

ний Талгар, 1993 г.). Поскольку период времени между началом заполнения котловины и прорывом озера составляет порой лишь несколько суток, целесообразно проведение превентивных мероприятий по созданию искусственных каналов стока. Стоимость таких работ намного меньше ущерба, наносимого селями, формирующимися при прорыве каровых озер.

Зависимость селевых явлений от гидрометеорологических факторов представляется очевидной, однако отсутствие достоверных данных о селепроявлениях четвертичного периода не позволяло в должной мере оценить роль климата, как определяющего фактора селеформирования; такая оценка стала возможной в результате разработки способа определения объемов и генезиса конусов выноса горных рек северного склона Заилийского Алатау [15, 16].

Сопоставление среднегодового выноса наносов за период в 1 млн. лет со значением среднегодового выноса за последние сто лет в бассейне р.М.Алматы показало, что интенсивность выноса наносов в текущем столетии в 30-40 раз превышает таковую в среднем за четвертичный период. Значения среднегодовых выносов в котловины озер Есик и Б.Алматы за время их существования (8000-10000 лет) хорошо согласуются со среднегодовыми, за четвертичный период, выносами на конусы одноименных рек. В то же время селей, сравнимых по масштабам с селями 1958 и 1963 годов на р.Есик в одноименном бассейне, по нашим данным, не наблюдалось по меньшей мере 300 лет, а по данным А.П.Горбунова [3] - 700 лет.

Вышесказанное свидетельствует о высокой степени изменчивости интенсивности выноса наносов во времени, объяснение которой кроется в жесткой связи селевых явлений с климатом. Действительно, отсутствие мощных селей в бассейне р.Есик в последние столетия - следствие "Малого ледникового периода", начавшегося в XVII веке и закончившегося в середине прошлого столетия. Активизация оледенения, проявляющаяся в увеличении размеров ледников,

понижении высотных отметок нулевых изотерм, климатической снеговой линии и т.д., не благоприятствует возникновению озер и емкостей моренно-ледниковых комплексов; хотя вынос наносов на верхний ярус накопления в ледниковые периоды увеличивается, селевые явления гляциального генезиса практически прекращаются.

Известно, что "Малый ледниковый период" наступил в результате понижения среднегодовой температуры на $1-1,5^{\circ}\text{C}$ [8]. Изучение изотопного состава керна глубоководных осадков Тихого океана показало, что в антропогене имели место периоды, когда глобальная температура понижалась на величины, существенно превышающие упомянутые. Эти периоды согласуются с известными ледниковыми периодами.

Два последних тысячелетия исследованы более детально с помощью лихенометрического метода. Известно, что активизация селевой деятельности на Северном Кавказе приходится на VI, X, XVIII, XIX, XX века [5]. Селевая активность была обусловлена теплым и влажным климатом. Сопоставление данных дендрограммы туркестанского можжевельника (Тянь-Шань), лихенометрического анализа, на примере Северного Кавказа, оледенения в Альпах, изотопного отношения O^{18} в ледяной колонке Кемп Сенчури (о.Гренландия) [5, 7, 8, 11], свидетельствует о синхронности колебания климата северного полушария.

Высокие темпы прироста можжевельника, для которого установлена хорошая корреляция индексов прироста с продолжительностью теплого периода, наблюдались с середины XIX века (рис., кривая I); на этот же период приходится активизация селевой деятельности в Приэльбрусье (диаграмма II), деградация ледников Альп (диаграмма III), уменьшение изотопного соотношения (увеличение температуры) кислорода в колонке льда Кемп Сенчури (диаграмма IV). Хорошо коррелируется и максимум прироста можжевельника, приходящийся на начало XVIII века,

с активизацией селевой деятельности и начальной фазой оледенения, а максимум прироста можжевельника в середине XV века с активизацией селей, отступанием ледников и изотопным соотношением.

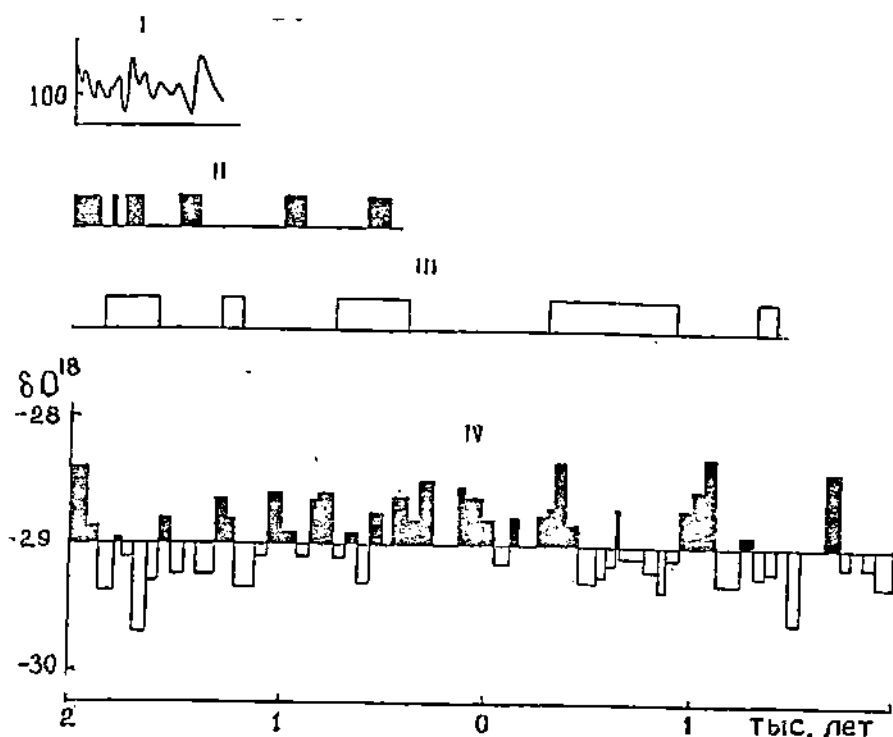


Рис. Связь изотопного соотношения с фазами оледенения, селевой активностью и дендрохронологией. I-дендрограмма туркестанского можжевельника (Тянь-Шань) за последние 600 лет, II-колебания селевой активности в Приэльбрусье (Кавказ) за последние 2000 лет (лихенометрический метод), III-максимум альпийских ледников за последние 3500 лет, IV-профиль изотопного отношения кислорода O^{18} в колонке льда Кемп Сенчури (о. Гренландия) за последние 4000 лет.

На протяжении последних 1500 лет активизация селей приходится на стадии деградации ледников, связанных с увеличением температуры (активизация селей в середине XVIII и VII веков может быть связано с кратковременным увеличением температуры, отмечаемым изотопным соотношением); 3500 лет оледенение Альп коррелируется с изотопным соотношением в колонке Кемп Сенчури.

Следовательно, с большой степенью достоверности можно утверждать, что климат Северного Тянь-Шаня претерпел те же изменения. Окончание "Малого ледникового периода" в Северном Тянь-Шане способствовало отступанию ледников и образованию моренных озер и внутриледниковых емкостей, катастрофическое опорожнение которых приводит к образованию селей гляциального генезиса.

В Заилийском Алатау свидетельством мощного оледенения в прошлом являются конечные морены, возраст которых геологи относят к среднему и верхнему антропогену. Высотные отметки подошв конечных морен среднего антропогена расположены на 2000-2200 м, а верхнего антропогена на отметках, близких к 3000 м. В антропогене были и периоды, когда средняя температура воздуха была выше, чем в настоящее время [8], что приводило к значительному сокращению оледенения Заилийского Алатау. Доказательством этому может служить мощная толща рыхлых пород (сотни метров), расположенная под л. Туяксу и обнаруженная в ходе геофизических исследований, выполненных в рамках Международного геофизического года.

Анализ данных, приведенных в [14], свидетельствует о том, что общая продолжительность времени, когда климатические условия были близки к современным, не превышает 5 % времени четвертичного периода. Именно этим обстоятельством можно объяснить высокую степень изменчивости интенсивности выноса наносов во времени, которая упоминалась выше.

Относительно небольшие колебания климата,

имевшие место в последние столетия, не оказывали, судя по всему, существенного влияния на интенсивность селевой деятельности дождевого генезиса. Мощные сели дождевого генезиса в Заилийском Алатау образуются при выпадении интенсивных жидких осадков в высотной зоне 3000-3700 м. Как показывает практика, осадки с интенсивностью и слоем, достаточными для формирования селей, в упомянутой зоне в летний период выпадают несколько раз, однако сели - исключительно редкое событие. Так за последнее столетие в бассейне р.М.Алматы мощный сели дождевого генезиса образовался лишь в 1921 году. Объясняется это тем, что в подавляющем большинстве случаев осадки выпадают в зоне выше 3000 м в твердом виде, что приводит к растягиванию гидрографов паводков и, как следствие, уменьшению расходов до значений, меньших критических.

Сели дождевого генезиса в высокогорной зоне формируются в результате сдвига водонасыщенных рыхлообломочных пород в так называемых рытвинах [12]. Если расход паводков невелик, вода в безнапорном режиме движется в подземных каналах, выработанных в рыхлообломочных породах; увеличение расхода приводит к полному заполнению каналов водой и дальнейшему ее движению в напорном режиме, что способствует обводнению массивов, прилегающих к каналу стока и их сдвигу. В дальнейшем селевой процесс развивается как эрозионно-сдвиговой.

Для того, чтобы осадки в высотной зоне 3000-3700 м выпадали в жидком виде, необходимо, чтобы температура воздушных масс превышала на 7-10 °С существующие значения. В этом случае граница выпадения осадков в твердом виде переместится с высоты 3000 м до высоты 3700-4000 м. Подобные ситуации, как отмечалось выше, случаются крайне редко, но именно это обстоятельство приводит к тому, что вероятность формирования мощных селей дождевого генезиса в текущем столетии незначительно отличается от таковой в двух предыдущих столетиях,

относящихся к малому ледниковому периоду; подтверждением этому служат данные о прохождении селей в бассейне р. М. Алматы в середине XVIII и XIX вв., когда среднегодовая температура была ниже на 1-1,5 °С современной глобальной температуры и вероятность формирования селей гляциального генезиса была близка к нулю.

Более существенные понижения температуры, имевшие место в периоды оледенения антропогена и хорошо прослеживающиеся в колебаниях содержания изотопов в керне глубоководных осадков Тихого океана, приводили к снижению высотной отметки климатической снеговой линии практически на 1000 м. В результате этого селевые очаги высокогорной зоны находились под ледово-снежным панцирем, а рыхлообломочные породы были сцементированы льдом, что исключало возможность формирования в упомянутой зоне селей дождевого генезиса.

Поскольку климат в ледниковом периоде был, в основном, холодный и сухой, а условия среднегорья и низкогорья неблагоприятствовали селевым явлениям, селевая деятельность на северном склоне Заилийского Алатау практически прекращалась. Скорее всего прекращался или уменьшался до минимума речной сток. Вынос влекомых частиц на конусы был настолько мал, что положение русел не изменялось в течение ледникового периода. Стабильное положение русел на конусе выноса, практическое отсутствие осадков и, как следствие, отсутствие водной эрозии способствовали тому, что конусы выноса покрывались сплошным многометровым лессовым чехлом. Остатки лессового чехла, сформировавшегося в среднем антропогене, мощностью 15-20 м и до настоящего времени перекрывают значительную часть конусов выноса в западной части северного склона Заилийского Алатау. Изучение строения конуса выноса р. Аксай показало, что большая часть объема конуса выноса (более 90 %) представлена отложениями селей нижнего и среднего антропогена.

Потепление климата в верхнем антропогене привело к тому, что часть лессового покрова была снесена в результате водной эрозии, а селевые отложения верхнего антропогена оказались вложенными в отложения среднего антропогена в верхней части конуса выноса. Это объясняется тем, что часть конуса выноса образовалась в результате отложений мало-мощных селей, что привело к увеличению уклона в верхней части конуса выноса. Более мощные сели, прошедшие в более позднее время, не только не откладывались в верхней части конуса выноса, но и вовлекали отложившийся рыхлообломочный материал в движение.

Селевая активность в будущем предопределится сценарием изменения климата. По А.И.Шеко "...мы находимся на самой ранней стадии длительного отступления ледников, связанного с 1850-летним циклом. В ближайшие несколько веков (700-800 лет) ледники, видимо, будут деградировать" [13]. Изменение климата Земли находит подтверждение в повышении температуры воздуха северного полушария в сравнении с доиндустриальным периодом на $0,53^{\circ}\text{C}$ [10]. Считается возможным удвоение доиндустриальной концентрации CO_2 в атмосфере к 2030 г. при сохранении существующих темпов загрязнения, что приведет к повышению глобальной приземной температуры воздуха в среднем на 3°C [1, 2, 17, 18]. В такой ситуации можно ожидать существенного увеличения селевой активности на северном склоне Заилийского Алатау. Уменьшение площади оледенения приведет к прекращению селей гляциального генезиса в бассейнах рек Узынкаргалы, Шамалган, Каргалинка, Проходная и некоторых других бассейнах; однако увеличится вероятность возникновения, быстрого роста и прорыва озер моренно-ледниковых комплексов в бассейнах, характеризующихся относительно мощным оледенением.

Значительно увеличится вероятность формирования селей и дождевого генезиса. Увеличение температуры воздуха на $4-5^{\circ}\text{C}$, вследствие изменения

климата, поднимет верхнюю границу зоны выпадения осадков в жидкой фазе и практически все очаги селеформирования окажутся в зоне выпадения жидких осадков. Вероятность формирования селей дождевого генезиса резко возрастет. Незначительное увеличение температуры воздуха (на 1-1,5 °С), возможно не приведет к существенному изменению селевой активности северного склона Заилийского Алатау. Основанием для такого утверждения служит то обстоятельство, что хотя с 1850 г. по настоящее время средняя температура увеличилась на 1-1,5 °С, повторяемость мощных селей дождевого генезиса осталась неизменной и в XX веке.

Изменение селевой активности северного склона Заилийского Алатау, обусловленное изменением климата, должно найти отражение в генеральной схеме защиты городов и населенных пунктов Казахстана от селей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будыко М.И. Изменения климата. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 280 с.
2. Воргина С.О. Режим снежного покрова и снеговые нагрузки на территории республики Казахстан: Автореф. дис... канд. геогр. наук. - Алматы, 1994. - 20 с.
3. Калмынкина Е.М., Горбунов А.П. Причины возникновения и рельефообразующая роль Иссыкского селя // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1967. - N 4 - С. 53-58.
4. Керемкулов В.А. Морфометрические характеристики и классификация моренных озер // Селевые потоки. - 1985. - Сб. 9. - С. 36-47.
5. Колебания климата за последнее столетие / Под ред. Е.П. Борисенкова. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 407 с.
6. Кукал З. Скорость геологических процессов. - М.: Мир, 1987. - 246 с.
7. Ле Руа Ладюри Э. История климата с 1000 года.

- Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 279 с.
8. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 407 с.
 9. Мочалов В.П., Степанов Б.С. Способы контролируемого опорожнения высокогорных селеопасных озер // Селевые потоки. - 1984. - Сб.8. - С. 108-117.
 10. Предстоящие изменения климата // Совместный советско-американский отчет о климате и его изменениях / Под ред. М.И.Будыко. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 271 с.
 11. Серебрянный Л.Р., Орлов А.В. Тянь-Шань глазами гляциолога. - М.: Наука, 1988. - 143 с.
 12. Хонин Р.В. О морфологии и распространении селевых очагов в Заилийском Алатау // Селевые потоки. - 1977. - Сб.2. - С. 84-93.
 13. Шеко А.И. Закономерности формирования и прогноз селей. - М.: Недра, 1980. - 296 с.
 14. Яфязова Р.К. Климат и селевая активность / Каз.н-и.гидромет.ин-т (КазНИГМИ). - Алматы, 1995. - 6 с.: 2 ил. - Деп. в КазгосИНТИ 30.03.95, N 5984-Ка95.
 15. Яфязова Р.К. О конусах выноса горных рек Заилийского Алатау / Каз.н-и.гидромет. ин-т (КазНИГМИ). - Алматы, 1995. - 8 с.: 4 ил. - Деп. в КазгосИНТИ 30.03.95, N 5982-Ка95.
 16. Яфязова Р.К. О генезисе конусов выноса рек хр.Заилийский Алатау / Каз.н-и.гидромет.ин-т (КазНИГМИ). - Алматы, 1995. - 5 с.: 1 ил. - Деп. в КазгосИНТИ 30.03.95, N 5983-Ка95.
 17. Hu R. Current information of meteorological service in Japan // J.Glaciol and Geocryol. - 1987. - Spec. Issue. - P. 61-66.
 18. Sack R.L., Giever P.M. Similitude considerations for roof snow loads // Cold Reg.Sci. and Technol. - 1990. - N 1. - P. 59-71.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ЛЕБОЙЫ АЛАТАУЫ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙЛЕРІНДЕГІ СЕЛДІҢ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ КЛИМАТТЫҢ ЫҚПАЛЫ ТУРАЛЫ

Техн. р. канд. Б.С. СТЕПАНОВ
Р.К. ЯФЯЗОВА

Лебойы Алатауы солтүстік беткейлеріндегі өзен суынан жиналған қиыршық-салыңдыны зерттеу барысында селдің пайда болмауына климаттың құбылыстары басты тұлға екендігін көрсетеді. Климаттың алдағы жүзжылдықтағы болжаулы өзгерістері Қазақстанның таулы жүйелеріндегі селдің белсенділігіне айтарлықтай ықпал етуі мүмкін. Климат өзгерістері барысында Лебойы Алатауы солтүстік беткейлеріндегі ықтималды селдің белсенділігіне баға беріледі.

УДК 630: 551.5 (574)

**ОБ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ
АГРОМЕТЕОРОЛОГИИ КАЗАХСТАНА**

Канд. экон. наук А.М.Шаменов

Дан анализ развития агрометеорологической службы Казахстана со дня ее создания. Отмечены актуальные проблемы, возникшие в результате недостаточного финансирования службы и указаны перспективные направления развития отрасли.

Интерес человека к погоде, к другим явлениям природы всегда был высок и связан с самим его существованием. От погоды зависело его благополучие, достаток. Поэтому издревле человек стремился предугадать явления природы. В процессе своего развития общество закономерно проявляло интерес к исследованиям этих явлений, в первую очередь, с целью сокращения ущерба, наносимого ими человеческой деятельностью. Если обратиться к истории развития нашей службы, то следует отметить, что исследования по метеорологии в России начались еще с петровских времен, а на территории нынешнего Казахстана с середины XIX века. В результате различных исторических коллизий много документов утеряно, но совершенно определенно можно сказать, что первые результаты метеорологических наблюдений зарегистрированы еще в середине XIX века.

К началу XX столетия в Казахстане работало с перерывами 30 метеорологических станций. В 1917 году метеорологическая сеть Казахстана состояла из 94 станций и 49 постов. Агрометеорологические наблюдения уже велись в 1908 году. Так, в летописях за 1908-1909 гг. помещены результаты фенологических наблюдений по метеостанции Бурное опытное поле и Блинково.

По сложившейся исторической традиции основным видом сельскохозяйственного производства в республике было животноводство. Позже в Казахстане стали развиваться зерновое хозяйство, овощеводство, хлопководство и другие направления. Естественно, что проблема повышения урожайности, вопросы где и на каких почвах можно сеять те или иные культуры с более полной отдачей, требовали своего решения. Гидрометслужба Казахстана взяла на себя задачу организации станций с агрометеорологическими (фенологическими) наблюдениями. Сначала их было немного, а к концу сороковых годов количество станций с фенологическими наблюдениями достигло 89.

С началом освоения целинных и залежных земель значительно возросли запросы сельского хозяйства к агрометеорологическому обеспечению. С ростом площадей, освоенных под зерновые культуры, росла и сеть метеорологических станций и постов, которые открывались во вновь создаваемых совхозах. Через 10 лет площадь зерновых достигла 24,3 млн. га, значительно увеличилась и наблюдательная сеть в Казахстане. Наряду с этим, для освещения огромных массивов зерновых в Казахстане начинают проводиться наземные маршрутные обследования зерновых культур, авиационные обследования колосовых в наиболее ответственные периоды формирования их урожая.

Наиболее полное развитие агро- и гидрометеорологическое обслуживание сельскохозяйственной отрасли в Казахстане получило в конце 80-х годов, когда количество станций с агрометеорологическими наблюдениями достигло 250. Осуществляемый агропрогнозистами контроль за условиями роста и развития сельхозкультур и пастбищной растительности, их состоянием, выполняемые автомаршрутные и аэрофотометрические обследования, разработанные научные методы позволили с заблаговременностью до 1-2 месяцев и с достаточно хорошей оправдываемостью составлять прогнозы урожайности, валового сбора и созревания по основным зерновым колосовым, крупя-

ным, техническим культурам и травам в Казахстане. Они дали возможность специалистам сельского хозяйства заранее и наиболее целесообразно распределить рабочую силу, технику, подготовить необходимое количество токов, складских помещений, транспорта для перевозки и хранения зерна. В период проведения посевной и уборочной кампании агрометеорологами Казахстана составляются различные консультации об ожидаемых сроках и условиях их проведения, справки о запасах продуктивной влаги к началу полевых работ и перед замерзанием почвы осенью. С учетом прогноза запасов продуктивной влаги решаются вопросы разработки структуры посевных площадей и применения различной агротехники (нормы высева семян, сроки и нормы внесения удобрений, вегетационных поливов).

Практика многих лет показала, что даже применяя высокую культуру земледелия, ограничивающим фактором в производстве сельскохозяйственной продукции по-прежнему остается погода. Поэтому сельскохозяйственные организации не могут обходиться без агрометеорологической информации по влажности почвы, сведений о фенологическом состоянии сельхозкультур, возможном повреждении их неблагоприятными погодными условиями (повреждение растений заморозками, засухой, пыльными бурями, вредителями и болезнями, сложной перезимовкой). Составляемые агрометеорологами Бюро погоды прогнозы по запасам продуктивной влаги имеют значительную заблаговременность (до 2-х месяцев) и высокую оправдываемость (около 90 %). В отдельные зимы гибель озимых зерновых культур от вымерзания или выпревания в Казахстане может наблюдаться на значительных площадях. Примером этому могут служить зимы 1984-85 и 1987-88 годов, когда площадь погибших культур от неблагоприятных условий перезимовки достигала 30 процентов. Своевременное предсказание площадей с возможной гибелью посевов позволяет работникам сельского хозяйства своевременно подготовить и распределить семенной фонд, удобрения, разработать с учетом ожидаемого состо-

яния посевов объемы и сроки проведения агротехнических мероприятий. Использование таких прогнозов приносит значительный экономический эффект сельскому хозяйству. Так к примеру, в 1994 году гибель озимых посевов ожидалась на небольших площадях, но состояние растений при выходе из зимовки предполагалось преимущественно удовлетворительное. В весенний период в хозяйствах своевременно были проведены весенняя подкормка и боронование, что улучшило состояние посевов и позволило сэкономить семенной фонд. Оправдываемость прогнозов перезимовки в течение последних 10 лет сохраняется на достаточно высоком уровне - 92-97 %. Успешность их составления во многом определяют аэровизуальные обследования озимых осенью, проводимые агропрогнозистами Казгидромета на больших площадях. В настоящее время осуществлять такие работы нет возможности из-за отсутствия средств, что существенно затрудняет составление агрометеорологической прогностической продукции и может привести к снижению оправдываемости прогнозов.

Значительную роль в экономике республики играет животноводство. Поэтому одним из основных направлений деятельности службы является обеспечение этой отрасли агро- и гидрометеорологической информацией.

Невысокий урожай пастбищных трав лимитированный недостатком влаги, а также резкая континентальность климата вынуждают перегонять овец с одних пастбищ на другие на расстояния до нескольких сотен километров. Неблагоприятные погодные условия осложняют перегон, а в некоторых случаях приводят к гибели животных. В связи с этим возникает острая необходимость в получении информации о погодной обстановке и продуктивности пастбищных угодий по трассам перегона.

Значимость агро- и гидрометеорологической информации существенно возрастает при проведении таких важных мероприятий как зимний выпас, ягнение, летний выпас и стрижка овец. Известно немало случаев, когда в крайне суровые зимы наблюдался

массовый падеж скота - джут. Чаще джут наступает, когда после засухи, обуславливающей крайне неудовлетворительное формирование урожая пастбищной растительности, приходит суровая зима. Ярким примером такого случая является зима 1968-69 гг., когда овцеводческие хозяйства страны потеряли почти половину поголовья овец, а их продуктивность (мясная, шерстная) упала до 40-50 %. Результаты наших исследований [19] показали, что потепление климата привело к увеличению возможности возникновения лет с большой продолжительностью невыпасного периода зимой на фоне многолетнего благополучия. Казгидромет располагает данными о продолжительности пастбищной бескормицы различной обеспеченности по основным животноводческим районам, которые позволяют заранее определить объемы страховых запасов кормов на зиму.

В настоящее время в Бюро погоды осуществляется регулярная оценка агро- и зоометеорологических условий проведения различных работ в животноводстве. В декадном агрометеорологическом бюллетене помещаются аналитические материалы по животноводству, даются консультации о периодах резкого ухудшения погоды в том или ином регионе республики. На пустынные метеостанции и в сельхозорганизации передаются периодные прогнозы погоды по районам отгонного животноводства, которые позволяют повысить эффективность мероприятий, проводимых в животноводстве.

Однако гидрометеорологическая информация используется еще недостаточно эффективно, что наносит большой ущерб животноводству. Так, в третьей декаде декабря 1995 г. произошло резкое ухудшение погодных условий на территории многих областей северной половины Казахстана: похолодание до 20-32 °С мороза, метели при скорости ветра до 20-34 м/с. Такое ухудшение погодных условий было предусмотрено прогнозами погоды, кроме того на пустынные метеостанции и в сельскохозяйственные организации были своевременно переданы штормовые предупреждения. Однако в отдельных областях, где

не принимались меры по сохранению поголовья скота, был нанесен ущерб исчисленный в миллионах тенге. По сведениям органов управления сельского хозяйства Актюбинской области падеж овец составил 3265, крупного рогатого скота - 651, лошадей - 143 голов. Всего животноводческая отрасль понесла убытки на сумму 44,5 млн. тенге. Несмотря на то, что на территории Карагандинской области 22 декабря 1995 г. отмечались также опасные метеорологические явления в связи с принятием мер по своевременному предупреждению животноводов потери скота здесь не наблюдалось.

В последние годы в животноводческой отрасли наблюдается заметное снижение показателей продуктивности, резкое, порой необоснованное, уменьшение численности овцепоголовья. По состоянию на первое декабря 1995 г. численность овец в республике сократилась до 20 млн. голов. Выход из создавшейся сложной обстановки в этой отрасли видится в широком применении научно-обоснованных сроков проведения различных мероприятий в животноводстве, основанных на учете погодных условий, рациональном использовании кормовой базы, пастбищ Казахстана. В современных условиях актуальной является разработка методов прогнозирования животноводческой продукции с учетом погодных условий различных регионов республики. Прогнозирование выхода животноводческой продукции является важным рычагом успеха рыночной экономики. Оно позволяет заблаговременно определить объемы проведения зоотехнических работ, подготовить материально-техническую базу, заключить договора на куплю-продажу животноводческой продукции, составить прогнозы развития отрасли.

Агрометеорологами Казахстана в течение ряда лет выполняются и другие важные работы, результаты которых находят широкое применение в различных отраслях сельского хозяйства республики. Прежде всего было проведено агроклиматическое районирование территории Казахстана и издан ряд справочников: "Агроклиматические ресурсы области", "Спра-

вочник об агрогидрологических свойствах почв", "Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам СССР" (применительно к территории Казахстана), "Средние многолетние и вероятностные характеристики запасов влаги под озимыми и ранними яровыми культурами" т.4, часть 1, "Средние многолетние вероятностные характеристики запасов продуктивной влаги под поздними яровыми и техническими культурами" т.4, часть 2. Кроме того, начиная с 1960 г. издаются агрометеорологические ежегодники, включающие в себя информацию в преобразованном виде, прошедшую надежный технический и критический контроль. Ежегодник содержит данные, обобщенные по межфазным периодам или другим временным интервалам. Для характеристики метеорологических условий года в ежегодники включается целый ряд необходимых сведений и расчетов.

Существенный вклад в повышение качества гидрометеорологического обслуживания сельского хозяйства Казахстана вносят исследования Казахского научно-исследовательского института мониторинга окружающей среды и климата (КазНИИМОСК). Работы по агрометеорологии, которые традиционно выполняются в этом институте (ранее Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте - КазНИГМИ), связаны с разработкой методов агрометеорологической оценки и прогноза состояния, фенологического развития и формирования продуктивности посевов сельскохозяйственных культур естественной и лугово-пастбищной растительности, сеяных многолетних трав, зоометеорологической оценки и прогноза условий содержания скота на пастбищах. По результатам этих исследований в институте был подготовлен ряд отдельных монографий, в том числе "Климат и пастбищные травы Казахстана" [16], "Транспирация и расход воды растительностью аридной зоны Казахстана" [4,5], а также был выпущен ряд тематических сборников: "Вопросы гидрометобеспечения пастбищного животноводства" [6-10], "Агрометеорологические прогнозы и расчеты" [1,2].

Под научно-методическим руководством КазНИГ-МИ как головного института в бывшем Госкомгидромете СССР по проблеме "Гидрометеорологическое обеспечение отгонно-пастбищного животноводства и северного оленеводства" проводились исследования в Казахстане, Забайкалье, Красноярском крае, Западной Сибири, в республиках Средней Азии, Северного Кавказа и Закавказья. Они касаются разработок новых и совершенствование существующих методов агрометеорологических прогнозов урожайности пастбищной растительности в сухостепной, пустынной, горной, лесотундровой и тундровой зонах, где животноводство базируется на использовании природных кормовых угодий. Результатом этих исследований явилось Руководство по агрометеорологическим прогнозам (пастбищная растительность, отгонное животноводство) [15], Инструкция по производству агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений в районах пастбищного животноводства [12], Инструкция по производству агрометеорологических наблюдений в районах северного оленеводства [13].

В последние десятилетия в институте проведены исследования, связанные с разработкой динамических моделей продуктивности лугов и пастбищ, оценкой продуктивности улучшенных пастбищ, агрометеорологическим обоснованием фитомелиорации пастбищ, использованием для оценки и прогноза новых нетрадиционных видов информации, в том числе аэроспектрометрической и космической. Результаты исследований нашли отражение в коллективных монографиях института [3,11].

Особую практическую значимость имеют сверхдолгосрочные прогнозы урожайности зерновых культур на территории Казахстана, основанные на гелиофизических связях, а также циркуляционных процессах протекающих в атмосфере [17]. Заблаговременность таких прогнозов составляет до года и более.

Выполняемые в институте агроклиматические исследования направлены на уточнение ресурсных

показателей климата на территории республики для возделывания перспективных сортов сельскохозяйственных культур. В современных условиях в связи с возможными антропогенными изменениями климата на территории Казахстана, перспективными являются исследования по оценке возможных изменений агроклиматических условий вегетационного периода сельскохозяйственных культур и зооклиматических условий содержания животных на пастбищах. Результаты оценки позволяют заранее определить стратегию адаптации сельского хозяйства к изменению климата. С 1993 г. такие работы выполняются в рамках международного научного сотрудничества между Казахстаном и США [20].

В настоящее время агрометеорологическая деятельность в Казахстане переживает трудные времена. Из-за недостаточного финансирования не производится техническое переоснащение отрасли. Поэтому на многих метеостанциях приборы и оборудование пришли в негодность или технически устарели [18]. Агрометеорологическая сеть Казахстана по сравнению с 1986 годом сократилась на 40 % и составляет около 150 пунктов. Из данных таблицы можно заметить, что в среднем по республике 1 станция (пункт) приходилась в 1986 г. на 10,9, а в начале 1996 г. на 18,3 тыс. км². Почти не ведутся агрометеорологические наблюдения в центральных районах Казахстана, неохвачена практически вся территория Атырауской и южные части Актюбинской, Семипалатинской и Павлодарской областей. В среднем, в 2 раза сократилась сеть в основных зерносеющих областях Казахстана, не ведутся агрометеорологические наблюдения в зоне экологического бедствия - в Приаралья. Недостаточная освещенность территории вызывает трудности при оценке условий произрастания сельхозкультур и особенно при прогнозировании их урожайности, влечет снижение оправданности агрометеорологических прогнозов, уменьшает эффективность гидрометеорологического обслуживания сельского хозяйства.

Таблица

ПЛОТНОСТЬ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ ПО ОБЛАСТЯМ

| Область | Площадь, тыс. км ² | Количество станций и постов | | Плотность сети 1 пункт/тыс. км ² | |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------|--|---------|
| | | 1986 г. | 1996 г. | 1986 г. | 1996 г. |
| Северо-Казахстанская | 44,9 | 12 | 7 | 3,24 | 6,41 |
| Костанайская | 113,9 | 24 | 15 | 4,74 | 7,59 |
| Кокшетауская | 78,2 | 15 | 7 | 5,21 | 11,17 |
| Торгайская | 111,8 | 11 | 8 | 10,16 | 13,97 |
| Акмолинская | 124,5 | 19 | 8 | 6,55 | 15,66 |
| Павлодарская | 124,8 | 15 | 11 | 8,26 | 11,34 |
| Западно-Казахстанская | 151,3 | 14 | 7 | 10,80 | 21,61 |
| Атырауская | 117,5 | 5 | 2 | 23,50 | 58,75 |
| Мангистауская | 166,8 | 7 | 5 | 23,82 | 33,36 |
| Актюбинская | 300,6 | 18 | 10 | 16,70 | 30,06 |

Продолжение таблицы

| Область | Площадь, тыс. км ² | Количество станций и постов | | Плотность сети 1 пункт/тыс. км ² | |
|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------|--|-------------|
| | | 1986 г. | 1996 г. | 1986 г. | 1996 г. |
| Карагандинская | 85,6 | 13 | 7 | 6,58 | 12,22 |
| Джезказганская | 312,6 | 8 | 3 | 40,20 | 107,20 |
| Семипалатинская | 183,0 | 8 | 5 | 22,87 | 36,60 |
| Восточно-Казахстанская | 97,5 | 12 | 10 | 8,12 | 9,75 |
| Кзыл-Ординская | 226,0 | 8 | 4 | 28,25 | 56,50 |
| Южно-Казахстанская | 117,2 | 17 | 12 | 6,89 | 9,76 |
| Жамбылская | 144,7 | 13 | 7 | 11,13 | 20,67 |
| Талдыкорганская | 118,5 | 12 | 7 | 9,87 | 16,92 |
| Алматинская | 105,1 | 19 | 14 | 5,53 | 7,50 |
| Всего по Казахстану | 2724,5 | 250 | 149 | 10,9 | 18,3 |

Как известно, в условиях аридного климата Казахстана продуктивность сельскохозяйственных угодий в основном зависит от условий увлажненности вегетационного периода. В этой связи на наблюдательной сети Казгидромета значительное внимание традиционно уделялось регулярным инструментальным наблюдениям за динамикой почвенных влагозапасов на полях под сельскохозяйственными культурами и на пастбищах. Однако, в последние годы объем наблюдений за почвенными влагозапасами значительно сократился в связи с резким удорожанием этого вида работ, сокращением числа наблюдательных станций и постов. Также устарели расчетные методы получения этих данных. В этой связи современное решение проблемы видится в разработке и производственном внедрении современных автоматизированных технологий оперативного получения информации о почвенных влагозапасах. Имеющийся в системе Казгидромета научно-методический задел и архив многолетних данных о почвенных влагозапасах позволяют разработать и практически эксплуатировать такие технологии расчета почвенных влагозапасов на полях и пастбищах Казахстана. Полученные расчетным путем данные о почвенных влагозапасах позволят агрометеорологам объективно оценивать текущие условия влагообеспеченности посевов, улучшить качество и заблаговременность прогнозов урожайности.

В условиях значительного сокращения числа станций наземных наблюдений, особенно в пустынных районах, практически свернутых в последние годы автомаршрутных обследований, которые ранее выполнялись Казгидрометом на полях и пастбищах, перспективным является развитие дистанционных методов контроля состояния и продуктивности посевов и пастбищной растительности. Ранее, в 70-80 - е годы, в соответствии с Генеральным соглашением, заключенным между Гидрометслужбой и органами сельского хозяйства, в системе Госкомгидромета с целью оценки и прогноза состояния и продуктивности полей и пастбищ на больших площадях выполня-

лись оперативные аэрофотометрические обследования. Результатом обследований являлись сезонные карты урожайности пастбищ, а также сведения о текущем и прогностическом состоянии посевов зерновых и сеяных трав на полях республики. Эти сведения ежегодно (до 1993 года) передавались в Совет Министров Республики Казахстан, Министерство сельского хозяйства и его областные подразделения. В последние годы в КазНИИМОСК выполняются научные работы по использованию для этих целей современных космических данных, которые позволяют резко сократить объем летних работ, повысить информативность получаемых результатов. Для этого Казгидрометом в ближайшей перспективе предполагается получение в рамках проекта Всемирного банка по бассейну Аральского моря аппаратно-программной системы приема, первичной и тематической обработки цифровых данных с метеоспутников серии NOAA [14].

В настоящее время, исходя из государственных интересов качественного и полного обеспечения гидрометеорологической, агрометеорологической и другой информацией агропромышленного сектора Казахстана, в целях рационального использования и сохранности угодий, видится острая необходимость заключения новых договоренностей с Министерством сельского хозяйства и областными акимами. В рамках таких двухсторонних договоренностей должны быть отражены вопросы обеспечения совместными усилиями разработок современных технологий, организации оперативного получения качественно новой информации о текущем и прогнозируемом состоянии и продуктивности сельскохозяйственных угодий, пастбищ и животноводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрометеорологические прогнозы и расчеты // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1987. - Вып. 98. - 170 с.

2. Агрометеорологические расчеты и прогнозы // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1984. - Вып.84. - 64 с.
3. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья. - СПб.: Гидрометеоздат, 1995. - 269 с.
4. Бедарев С.А. Транспирация и расход воды растительностью аридной зоны Казахстана. Ч.1 // Тр. КазНИГМИ. - 1968. - Вып.30. - 264 с.
5. Бедарев С.А. Транспирация и расход воды растительностью аридной зоны Казахстана. Ч.2 // Тр. КазНИГМИ. - 1969. - Вып.34. - 228 с.
6. Вопросы гидрометеорологического обеспечения пастбищного животноводства // Тр. КазНИГМИ. - 1979. - Вып.75. - 116 с.
7. Вопросы гидрометеорологического обеспечения пастбищного животноводства (погода и урожай сенокосов и пастбищ полупустынной зоны Казахстана) // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1981. - Вып.76. - 120 с.
8. Вопросы гидрометеорологического обеспечения пастбищного животноводства (агрометеорологические условия урожайности естественных и сеяных трав, дистанционные методы их измерения) // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1985. - Вып.78. - 104 с.
9. Вопросы гидрометеорологического обеспечения пастбищного животноводства (зоометеорологические исследования) // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1986. - Вып. 93. - 148 с.
10. Вопросы гидрометеорологического обеспечения пастбищного животноводства // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1989. - Вып.103. - 152 с.
11. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н.Чичасова - Л.: Гидрометеоздат, 1990. - 278 с.
12. Инструкция по производству агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений в районах пастбищного животноводства. - Л.: Гидрометеоздат, 1978. - 215 с.

13. Инструкция по производству агрометеорологических наблюдений в районах Северного оленеводства. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 108 с.
14. О мерах по сохранению и дальнейшему развитию гидрометеорологической службы Республики Казахстан (Материалы коллегии Казгидромета от 95-06-30) // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 2. - С. 14-21.
15. Руководство по агрометеорологическим прогнозам. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - Т.2. - 263 с.
16. Федосеев А.П. Климат и пастбищные травы Казахстана. - Л.: Гидрометеиздат, 1964. - 306 с.
17. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб.: Гидрометеиздат, 1991. - 304 с.
18. Шаменов А.М. О состоянии и задачах гидрометеорологической службы в условиях перехода к рыночной экономике // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 1. - С. 13-27.
19. Шаменов А.М., Кожакметов П.Ж., Власенко Е.Ф. О распределении числа невыпасных суток для овец зимой в Восточном Приаралье // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 2. - С. 78-90.
20. Shamenov A., Kozhakhmetov P., Baisholanov S. Sheep-breeding productivity in connection with possible climate change // Abstract and papers for the International conference on climate change adaption. - St.Petersburg, Russia, May 22-25, 1995. - 36 p.

Главное управление по гидрометеорологии
Республики Казахстан

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯНЫҢ КӨКЕЙТЕСТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ ТУРАЛЫ

Экон. ғ.канд. А.М. ШӨМЕН

Қазақстандағы агрометеорологиялық қызметтің құрылғаннан бергі даму жолдарына талдау жасалынады. Қызмет саласының жеткіліксіз қаржыландырылуына себепті туындайтын өзекті мәселелер және саланы дамытудың ұзақ мерзімді бағыттары атап көрсетіледі.

УДК. 551.435.749 + 539.215.4 (262.83)

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ
ДЕФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ДИСПЕРСНЫЙ
СОСТАВ ПЕСКОВ ВОСТОЧНОГО ПРИАРАЛЬЯ**

Канд. физ.-мат. наук О.Е.Семенов
А.П.Шапов

Описаны геоморфологические и геологические особенности песчаных массивов Приаралья, влияющие на формирование дисперсного состава песков. Дана изменчивость логарифмически нормального и нормального распределений частиц песка по размерам в регионе и на осушенном дне Арала, показано влияние на них природных процессов, выделена область с наибольшим проявлением дефляции.

Быстрое падение уровня воды в Аральском море привело к образованию больших площадей суши. На 1993 год, при уровне моря 37 м абс., эти площади составили 33 тыс. км². Площадь моря с 1966 года сократилась в два раза. Значительная часть бывшего дна моря занята отложениями легкого механического состава - песками и супесями и подвергается интенсивным процессам выветривания. Появление в этом регионе мощного очага песчано-солевых бурь оказывает и будет в дальнейшем оказывать негативное воздействие на природу и хозяйственную дея-

тельность. Отрицательное влияние на природные ландшафты Приаралья, может оказать и падение уровня грунтовых вод вследствие понижения базиса эрозии. Такое падение уровня в сочетании с поступлением на поверхность значительного количества солей приносимых ветром может привести к угнетению, а в дальнейшем и к деградации некоторых фитоценозов этого региона [5,14].

Осушающееся побережье Аральского моря не представляет собой единой однородной поверхности с одинаковыми условиями дальнейшего формирования и преобразования экосистем. Эволюция природных ландшафтов при отступлении моря зависит от взаимодействия различных факторов в системе берег-море [12]. Учитывая, что значительная часть территории Приаралья сложена в различной степени закрепленными песками, а так же то, что доминирующим рельефообразующим процессом в течение длительного геологического времени здесь является дефляция, можно ожидать усиления процессов золотой переработки поверхности не только в полосе вновь образовавшегося побережья, а и на сопредельных территориях.

Правильная оценка природных процессов, происходящих в этом районе, и их направленности позволит выработать мероприятия, максимально смягчающие отрицательные последствия выноса частиц твердой фазы, а так же приступить к хозяйственному освоению осушившейся части моря.

Успехи последнего десятилетия в изучении песчаных бурь Приаралья позволяют оценить объемы песка, выносимого за контуры осушенной части дна Аральского моря [1,5,8,19-22]. Более точные данные об этих величинах можно получить при наличии информации о площадях, занятых песками, их мощности и дисперсном составе. Изучение дисперсного состава песков Приаралья экспедициями КазНИГМИ (ныне КазНИИМОСК) было начато в 1980 году. Результаты исследований, выполненных до 1986 года, обобщены в монографии [5]. Для осушенной

части дна моря к этому времени была получена информация, главным образом, о песках восточной окраины вновь образовавшейся суши, что не позволило получить пространственные характеристики дисперсного состава песков. В дальнейшем эти работы были продолжены. В 1989 и 1990 годах было выполнено два вертолетных маршрута над осушившейся частью дна моря по направлению метеостанция Уялы - г.Аральск и четыре автомобильных маршрута в районе, прилегающем к бывшему острову Каскакулан, с отборами проб в различных пунктах этих маршрутов. Кроме того, производился отбор проб в пунктах проведения экспедиционных исследований песчано-солевых бурь. Накопленный материал дает возможность оценить пространственное изменение дисперсного состава песков и потенциал развития дефляционных процессов в этом регионе. Большой фактический материал о дисперсном составе песков помещен в фундаментальной монографии В.М.Боровского и М.А.Погребинского [3]. Однако, существенные различия в методике дисперсного анализа не позволили нам, к сожалению, использовать эти данные.

Геоморфологическая и геологическая характеристика песков региона

Процессы эоловой переработки поверхности в той или иной степени характерны практически для всей территории Восточного Приаралья. Основные источники почвенного аэрозоля приурочены здесь к пескам Приаральские Каракумы и Кызылкумы, дельтовой области р.Сырдарьи и осушенной части дна.

Приаральские Каракумы относятся к области Приаральского северо-пустынного останцового плато [7] и занимают его юго-восточную часть. Современный рельеф региона образовался в результате процессов денудации среднеплиоценовой равнины. Песчаные массивы приурочены; главным образом, к

долинообразным понижениям, выработанным в палеогеновых глинах на месте синклинальных опусканий пластовой равнины и вытянутым в близком к меридиальному направлению. Рельеф песков полого-волнистый, бугристый, бугристо-грядовый. Относительная высота золотых форм рельефа изменяется от 2 до 20 м. Пески в значительной степени закреплены растительностью. Характерной чертой рельефа района являются цепи столовых останцовых возвышенностей и плосковерхих гор, часто бронированных сверху песчаником. Останцы приурочены к антиклинальным поднятиям среднеплиоценовой равнины и так же вытянуты в меридиальном направлении. Для этих цепей типичны более высокие, чем в долинах, песчаные холмы, образовавшиеся в межостанцовых понижениях в условиях ветровой тени при господствующих здесь ветрах северных направлений. Генетически с этими формами рельефа связаны довольно мощные песчаные отложения на южных подветренных склонах останцов. Относительно происхождения песчаных массивов нет единого мнения. Сравнение их минералогического состава с составом коренных песков показало, что они образовались за счет развевания меловых и палеогеновых толщ пластовой равнины. С другой стороны отмечается существование здесь в плиоцене двух рек, которые приносили свои воды с Урала [16]. Не вызывает сомнения, что эти реки транспортировали песчаный материал в регион Приаральских Каракумов. Большое значение в формировании песчаного покрова также имеют процессы золотого переноса.

Песчаная пустыня Кызылкум к Аральскому морю непосредственно не примыкает. В пределах Казахстана находится незначительная ее часть, расположенная между южной границей республики и староречьем Жанадарья. В казахстанской части - это полузаросшая песчаная пустыня, полого наклоненная к северу. Рельеф грядовый, усложненный бугристыми, ячеистыми и барханскими песками. Высота песчаных гряд по северному краю Кызылкумов не превышает

7-14 м, к югу она увеличивается, достигая в центральной части 60 м. Они имеют близкое к меридиальному направление. Понижения между грядами достигают ширины 2-3 км и длины 5-6 км [3]. Пески Кызылкумов имеют аналогичный минералогический состав с подстилающими неогеновыми, а также более древними палеогеновыми и меловыми отложениями. По направлению к югу от Жанадарьинской равнины заметен пологий подъем поверхности на высоту в 20-30 м; желто-серые аллювиальные пески здесь постепенно приобретают красный оттенок и переходят в буро-красные пески, характерные для пустыни Кызылкум. Такой постепенный переход песков дельты в кызылкумские объясняется заносом аллювиальных песков из районов дельты на северный край Кызылкумского плато господствующими северными ветрами, препятствующими движению песка из пустыни в дельту [3].

Дельтовая равнина р.Сырдарьи занимает западную часть Нижне-Сырдарьинской среднепустынной низменности и северную часть Приаральско-Кызылкумской среднепустынной песчаной равнины [7]. В пределах рассматриваемой территории можно выделить две отличающиеся по природным условиям части. Современная (Казалинская) дельта, граница которой проходит на севере по руслу р.Сырдарьи от устья до г.Казалинска, на западе - по старому берегу моря, на юге - по линии Казалинск - зал.Бозколь. Древняя дельта, ограниченная на севере поймой р.Сырдарьи и современной дельтой, на юге - староречьем Жанадарьи.

Дельтовая область представляет собой обширную аллювиальную равнину с общим уклоном поверхности на запад, равным 0,00022 [3]. По этой равнине к Аральскому морю протягивается сложная система многочисленных староречий. Наиболее крупные из них Жанадарья и Кувандарья. Вдоль многочисленных русел современных и древних дельтовых потоков протягиваются мощные прирусловые валы. До самого устья река течет в собственных отложениях

и ее русла расположены на более высоких отметках, чем окружающее пространство. В настоящее время, в связи с понижением базиса эрозии и зарегулированием стока, аккумуляции аллювия на прирусловых валах практически не наблюдается и русловые процессы носят эрозионный характер. В геологическом отношении дельтовая область Сырдарьи относится к обширной плоской депрессии, сформированной еще в верхнем палеозое и известной в литературе под названием Сырдарьинской впадины [16]. В дальнейшем впадина была выполнена последовательно меловыми, палеогеновыми и четвертичными морскими и континентальными отложениями. Поверхность впадины в третично-меловых отложениях представляет собой широкое долинообразное понижение с незначительным уклоном в сторону моря. В направлении Хорхут-Карак-Аккыр-Куркуттау плоское антиклиналеобразное поднятие разделяет впадину на две котловины - Кзыл-Ординскую и Аральскую.

Четвертичные отложения представлены тремя слоями. Нижний - маломощная пачка неоген-нижнечетвертичных мало сортированных песков с галькой и катунами глины. Мощность их редко превышает 2-7 м. Средний - мощная пачка мелко- и разнозернистых в верхней части перевеянных кварцево-полевошпатовых средне- и верхнечетвертичных (кельтеминарская свита [3]) песков с отдельными небольшими линзами глин и суглинков. Мощность их в пределах Аральской котловины максимальна в междуречье Жанадарьи и Кувандарьи и составляет 30-45 м, к северу и западу она постепенно уменьшается. Вдоль побережья и в пределах Казалинской дельты четвертичные отложения местами отсутствуют и на поверхность выходят третичные. Верхний слой - пачка перемежающихся линзовых прослоев глин, суглинков, супесей и песков. Возраст отложений голоценовый (яксартская свита [3]). Пески тонкие мелкозернистые, пылеватые и содержат много слюды. Мощность их колеблется от 1 до 6 м. Они не перекрывают полностью нижележащих песков - спорадически

наиболее крупные гряды кельтеминарских песков выходят на поверхность, образуя песчаные острова, уходящие своим основанием под яксартский аллювий.

Пески в пределах дельты р. Сырдарьи занимают громадные площади и встречаются как в виде разбросанных по поверхности равнины отдельных барханов и небольших участков кучевых и бугристо-грядовых песков, так и обширных территорий, на которых песок образует сплошной покров. Наиболее крупный массив перевеянных бугристо-грядовых песков занимает междуречье Жанадарьи и Кувандарьи. Эти пески часто относят к Кызылкумам [23], однако генетически они представляют собой дельтовые аллювиальные пески и отличаются от кызылкумских. Между песчаными грядами наблюдается система лентовидных такырных понижений вытянутых в направлении с северо-северо-востока на юго-юго-запад. Гряды иногда имеют длину до десятков километров, с шириной от нескольких сотен до 1-2,5 км. Их высота составляет 12-15 м [3]. В юго-западной части равнины в пределы Казахстана заходит часть высокогрядовых песков Бозшаки с редкими пятнами такыров в межгрядовых понижениях. С юга к вершине Казалинской дельты примыкает обширный массив бугристых песков Жуванкум с небольшими пятнами такыровидных почв и солончаков.

Для всей территории дельтовой равнины характерны выходы на дневную поверхность третичных отложений чаще всего в виде останцев. Изредка на равнине встречаются отдельно стоящие высокие бугры, сложенные третичными и меловыми породами (Аккыр, Карак, Коксенгир и др.). Они возвышаются над равнинной поверхностью дельты на 60-80 м и являются останцами третично-мелового плато, однако в настоящее время есть данные, говорящие об их участии в тектонических движениях [3]. В западной, прибрежной части современной и древней дельты мощность аллювия уменьшается. Здесь часты выходы на поверхность третичных глин.

Наиболее интенсивные песчаные бури в Приа-

ралье наблюдаются на осушившейся части дна вдоль восточного побережья моря. Ее территория представляет собой равнину, ограниченную современным и коренным берегом. Ширина равнины меняется от 70 км в районе, примыкающем к заливу Бозколь, до 30 км в районе Казалинской дельты. В пределах Малого моря, севернее пос. Бугунь, ширина ее минимальна и составляет около 5 км. В морфологическом отношении на этой новой равнине можно выделить три основных типа поверхности, сформировавшихся в морских условиях. В пределах Малого моря, севернее современного устья Сырдарьи, сформировалось аккумулятивно-эрозионное побережье со сравнительно узким пляжем, крутым откосом (с уклоном до 0,003) и пологой прибрежной зоной. Характерной чертой рельефа побережья являются прежние небольшие мелководные и узкие заливы - култуки. Пляжи, береговая отмель и откос сложены, главным образом, песком, ближе к современному берегу моря - супесями и иловатыми глинами. Подчиненное значение здесь имеет лагунный тип побережья. Второй тип поверхности - это старое преддельтовое взморье. Его рельеф и состав грунтов обусловлены, в первую очередь, выносом Сырдарьей большого количества аллювия и характеризуется отмельными подводными склонами, сложенными светлыми песками, у главного устья на отметке 2 м они сменяются илами. Южнее ширина полосы, занятой песками, увеличивается. Практически вдоль всего пляжа дельты протянулась мощная дюна, сложенная крупным песком, которая образовалась на месте бывшего островного бара. Наконец, на юг от бывшего мыса Карашокат вдоль бывшего коренного берега сформировалась равнина, генетически представляющая собой лагуну. Ее территория на востоке ограничена коренным берегом, а на западе - системой островных баров, кос и мелей. Длина этих островов, по данным В.И. Лымарева [11], составляла обычно сотни метров или несколько километров, высота - всего 1- 1,5 м. Территория лагуны практически плоская. Западные

склоны островных баров имеют крутизну 0,004 - 0,0025, дальше на запад рельеф снова вы-
полаживается и уклоны заостровной равнины состав-
ляют 0,0002 - 0,0003. Равнина сложена песками в
среднем до изобаты 10 м. на запад от островов и на
несколько километров вглубь лагуны на востоке.
Ширина полосы песчаных отложений различна и сос-
тавляет в районе мыса Карашокат 20 км, в районе
45-ой параллели она увеличивается до 60 км [23].
Ближе к коренному берегу пески сменяются супе-
сями, суглинками и глинами. В сторону современно-
го берега - иловатыми песками и илами.

Процессы дефляции в настоящее время широко
распространены на всей территории осушки. Золовая
переработка поверхности охватывает в пределах
бывшей береговой области Аральского моря практи-
чески все площади, занятые песчаными отложениями.
Наиболее активны эти процессы в пределах лагун и
сублиторали на всем протяжении восточного побе-
режья Большого моря - от Казалинской дельты Сыр-
дарьи до дельты Амударьи. На участке, протянув-
шемся от поселка Каратерень до бывшего острова
Узункаир, сформировались высокоподвижные бархан-
ные и барханно-грядовые пески с высотой барханов
и гряд 1 - 2 м. Начало их образования относится к
1980 году. Массив ограничен с востока и юга узкой
цепью бугристых в значительной степени закреплен-
ных древесной и кустарниковой растительностью
песков, высота которых составляет 4 - 6, а иногда
и больше метров. В направлении на запад, в заост-
ровной части, наблюдается постепенное насыщение
песков алевритовыми частицам и уменьшение интен-
сивности процессов дефляции. Южнее Каскакулана
обширнейший массив песчаных отложений охвачен
дефляцией в начальной стадии. Для поверхности ха-
рактерен мелкобарханный рельеф и участки с пер-
вичной золовой рябью на плоской поверхности. По
данным Н.М. Богдановой [12] золовые процессы ши-
роко развиты и южнее прежнего острова Уялы, в
особенности в районе Акпеткинского архипелага. За

10 - 12 лет барханные цепи там достигли высоты 5 - 6 м.

В меньшей степени процессы дефляции охватывают побережье Малого моря, где полоса осушки значительно уже. Здесь формирование барханного рельефа и эоловой ряби приурочено, главным образом, к бывшим заливам и области литорали. В настоящее время развитие процессов дефляции здесь несколько ослаблено благодаря тому, что сток р. Сырдарьи направлен в Малое море и уровень воды в нем на 3 - 4 м выше, чем в Большом. На осушенной части авандельты Сырдарьи наблюдается наступление образовавшихся в пределах бывшей литорали барханных песков на авандюну. Барханы, достигнув дюны аккумулируются на ней, увеличивая ее высоту. В целом для территории осушки по мере отступления моря характерно формирование переходных ландшафтов, обусловленных заменой морских условий континентальными со своими специфическими закономерностями развития и смены друг друга [4,15]. Развитие природных комплексов этого региона в основном идет по направлению образования устойчивых пустынных ландшафтов.

По данным исследований ряда авторов [13,15] формирование и изменение ландшафтов и почвенного покрова происходят по трем путям, определенным литологией донных отложений. При легком литологическом составе грунтов процессы дефляции ведут к образованию эоловых форм рельефа. Процессы почвообразования здесь сильно затруднены и могут растянуться на большой промежуток времени. Для донных осадков тяжелой литологии на первое место выступает формирование такыровидных либо более зрелых пустынных почв. Наконец, в условиях замкнутых недренлируемых котловин будут преобладать галогеохимические процессы, ведущие к образованию сорочых солончаков.

Основными факторами, определяющими развитие эоловых процессов, являются ветровой режим территории, механический состав подстилающей поверх-

ности, степень закрепленности ее растительностью, а также водный и солевой режим. Толща осадков, накопленных в пределах осушившегося дна моря, имеет, как правило, пестрый состав и сложную структуру. Для почвенных разрезов, выполненных во время экспедиционных исследований на осушенной территории между мысом Карашокат и о.Каскакулан характерны различные сочетания разных по мощности слоев песка, суглинков и глин. Состав отложений на расстоянии сотни метров может измениться от песков до глин. Характерной чертой отложений является наличие на различных глубинах тонких прослоев раковин моллюсков, встречаются также слои песка с большим содержанием ракушек [5].

Такая сложная литология обусловлена, в первую очередь, унаследованностью предыдущих условий осадконакоплений и может оказывать существенное влияние на все факторы ландшафтообразования, в том числе и на золы.

Дисперсный состав песков и особенности его формирования

Взаимодействие ветрового потока с подстилающей поверхностью в значительной степени определяется размерами слагающих частиц и характером их распределения по размерам. Проведенные исследования большинства песчаных массивов Казахстана показали [5,18], что в подавляющем числе случаев распределение частиц по размерам у подвижных и полужакрепленных песков хорошо аппроксимируется логарифмически нормальным распределением с плотностью:

$$f(x) = \frac{0,43429}{b_{\lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[- \frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2b_{\lg x}^2} \right], (1)$$

где x - размер песчинок, мкм; x_0 - средний геометрический размер частиц, мкм; b_{lgx} - среднее квадратическое отклонение (стандартное геометрическое отклонение) логарифмов размеров частиц.

Это распределение полностью описывается двумя параметрами X_0 и b_{lgx} , легко определяемыми по результатам ситового анализа размеров частиц песка [18]. Средний геометрический размер частиц X_0 равен размеру частиц песка 50 % накопленной вероятности, т.е. значению $X_{50\%}$.

Стандартное геометрическое отклонение b_{lgx} может быть рассчитано по формуле:

$$b_{lgx} = 0,304 \lg \frac{X_{95\%}}{X_{5\%}} \quad (2)$$

Здесь $X_{95\%}$ и $X_{5\%}$ - размер частиц, накопленная доля которых в пробе равна 5 % и 95 %, мкм.

Сравнительно редко встречаются пески с повышенным содержанием кварца, что свидетельствует об очень длительных процессах дефляции. Распределение частиц по размерам этих песков аппроксимируется нормальным распределением с плотностью вероятности

$$f(x) = \frac{1}{b_x \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\bar{X} - x)^2}{2b_x^2} \right] \quad (3)$$

где \bar{X} - средний размер частиц, мкм; b_x - среднее квадратическое отклонение размеров частиц песка, мкм. Как известно, распределение этого типа полностью определяется значениями \bar{X} и b_x .

В процессе естественной переработки песка возможны селективный вынос или накопление частиц. В таких случаях распределение частиц по размерам становится асимметричным. При смещении пика расп-

ределения в сторону грубых фракций скошенность кривой будет отрицательна, при преобладании мелких песчинок - положительна. В частности, логарифмически нормальное распределение без логарифмического преобразования переменной является распределением с положительной асимметрией. Знание функции распределения, ее параметров и закономерностей их изменения позволяет оценить стадию развития и генезис песчаных отложений. Так, в работах [5,18] эволюция распределения частиц песка и почвы по размерам вследствие дефляции представляется следующим образом. В качестве исходного считается одномодальное распределение с большой положительной асимметрией за счет агрегатов и частиц размером больше 1 мм. При интенсивном выветривании уже в зоне уравновешенной дефляции оно преобразуется в логарифмически нормальное или близкое к нему. Продолжительная переработка песчаной поверхности ветром приводит к уменьшению дисперсии частиц, и при $b_{lgx} < 0,1$, логарифмически нормальное распределение мало отличается от нормального. Наконец, при очень длительном переносе, изменение частиц по размерам описывается нормальным законом распределения.

Влияние процессов транспортировки и условий осадкообразования на сортировку и асимметрию рассмотрены и в работе М.Р.Лидера [10]. Он так же считает, что продолжительная золовая переработка приводит к уменьшению дисперсии, а асимметрия довольно четко отражает характер обстановки осадкообразования. Так, свойственная аллювиальным пескам положительная асимметрия объясняется обогащением тонкими алевритовыми частицами, отрицательная асимметрия пляжевых песков является следствием избирательного вымывания мелких частиц постоянным действием волн, а золовых песков обусловлена малой эффективностью ветра при транспортировке грубых частиц. Оставаясь обычно на месте, они представляют собой остаточные отложения. Следует отметить, что идентификация отложений по

параметрам функций распределения применима не во всех случаях [17]. Она может быть затруднена унаследованностью предыдущих условий осадкообразования и чередованием различных физических процессов транспортировки и переработки твердого материала.

Размеры частиц, слагающих поверхность, являются определяющими для процессов дефляции во время песчаных бурь. Так, согласно исследованиям Багнольда [24], дефляция частиц с модальным размером 100 ± 20 мкм начинается при меньших скоростях ветра, чем в других случаях. Этот вывод подтвержден также Семеновым [19] для поверхностей, сложенных песком с логарифмически нормальной функцией распределения.

Средний геометрический размер частиц влияет на величину твердого расхода песка во время песчаных бурь. В свою очередь, твердый расход песка и критическая скорость начала процесса дефляции характеризуют устойчивость поверхности к дефляции и интенсивность последней [5,19]. Дисперсный состав образцов песка, отобранных во время экспедиционных работ, определялся ситовым анализом, методика которого опубликована в работах Семенова [18] и Коузова [9]. На основе полученных данных, была составлена карта дисперсного состава песков осушенной части дна Аральского моря и прилегающих районов Восточного Приаралья, представленная на рисунке.

Анализ параметров распределения обнаруживает определенные закономерности пространственной изменчивости размеров частиц песка и их дисперсии в рассматриваемом регионе. Подвижные пески здесь встречаются с двумя видами функций распределений - логарифмически нормальной и нормальной. Закрепленные пески и перевезаемые непродолжительное время донные отложения имеют чаще всего асимметричное логарифмически нормальное распределение.

Континентальные пески Восточного Приаралья отличаются значительной пространственной неодно-

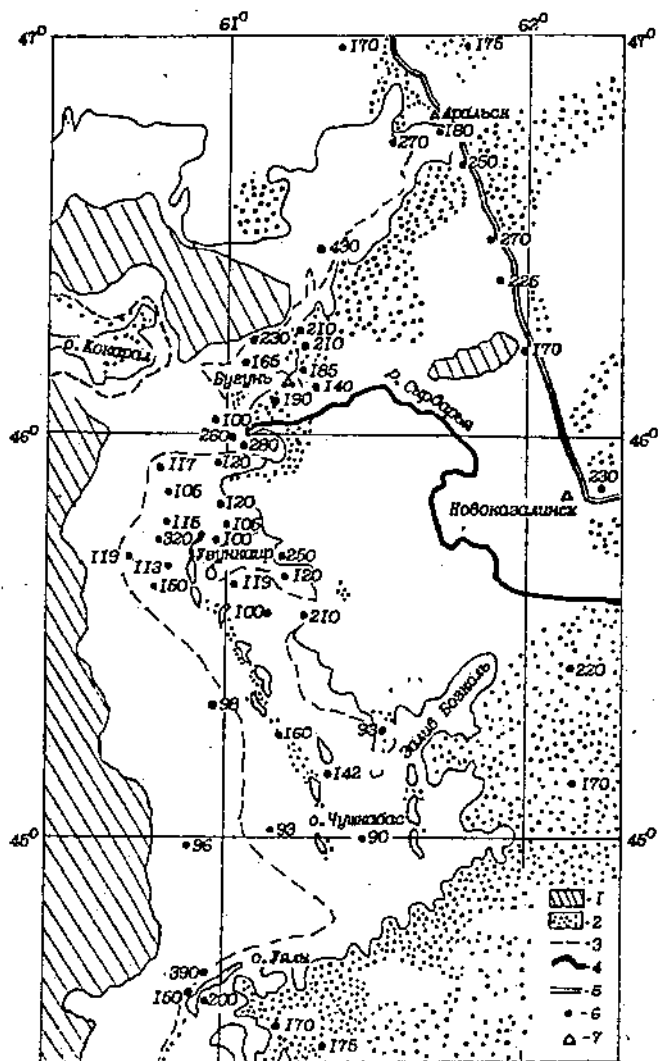


Рис. Дисперсный состав песков
Восточного Приаралья.

1- водная поверхность, 2- песчаные массивы, 3 - граница песчаных отложений осушенной части дна моря, 4 - река, 5 - автомобильная дорога, 6 - пункты отбора проб, 7- населенные пункты.

родностью как по размерам частиц, так и по виду функции распределения. Однако, в пределах отдельных массивов можно выявить определенные и довольно закономерные изменения параметров распределения частиц по размерам.

Так для южной окраины массива бугристо-ячеистых песков, расположенных севернее г.Аральска, характерно логарифмически нормальное распределение. Средний геометрический размер частиц X_0 здесь равен 170 - 180 мкм при сравнительно хорошей сортировке (b_{lgx} около 0,15). Такой же дисперсный состав имеют пески в районе г.Аральска.

Южнее, вдоль дороги Аральск-Новоказалинск, протянулась полоса песков юго-западной окраины Приаральских Каракумов с нормальной функцией распределения частиц по размерам. Средний размер песчинок изменяется от 270 до 225 мкм. Пески с таким распределением по Лидеру [10] представляют собой остаточные отложения. На южной окраине этой полосы, в районе станции Камышлыбаш, распределение становится логарифмически нормальным с X_0 равным 170 мкм. Возможно недостаток песка мелкой фракции в северной части этой полосы обусловлен наличием хребта Жаксыкылыш, являющегося орографической преградой на пути северных ветров и отворачивающего ветропесчаный поток к западу, направляя его вдоль восточного побережья залива Сарышиганак. К сожалению, из-за отсутствия образцов с восточного побережья этого залива, дисперсный состав здесь не определен.

Подвижные пески восточнее Новоказалинска имеют средний геометрический размер частиц 230 мкм. К югу от Новоказалинска, в пределах песков Джуванкум, так же наблюдается уменьшение размеров частиц песка в южном направлении. В северной части массива, функция распределения нормальная ($\bar{X} = 220$ мкм). Дальше к югу размер частиц умень-

шается до $X_0 = 170$ мкм и функция распределения становится логнормальной. Такие же характеристики имеют пески восточнее острова Уялы.

В целом, для континентальной части Восточного Приаралья, в зоне уравновешенного баланса выноса и отложений песчаного материала, наиболее характерными являются пески со средним геометрическим размером частиц равным 170-180 мкм и лог-нормальной функцией распределения.

Очень большая пространственная изменчивость механического состава песков отмечается в прибрежной зоне. Объясняется это, по-видимому, селективной переработкой поверхности при западных и восточных бризовых ветрах. При ветрах, со скоростью выше критической, дующих с суши на море, ветропесчаный поток несет в сторону берега как крупный, так и мелкий песок, при этом большая часть мелкого песка, как более подвижного, выносятся за пределы массива и выпадает на водную поверхность. Ветры дующие с моря на сушу и не несущие твердого материала, набегаая на песчаный массив поднимают и уносят в первую очередь мелкий материал, оставляя на месте крупные частицы. Многократное повторение этого процесса приводит к пространственной дифференциации частиц песка по размерам: прибрежные барханы и авантюны содержат более крупный материал, в глубь массивов средний размер частиц закономерно уменьшается.

Дюны и барханы, вблизи населенных пунктов, подвергающиеся интенсивному длительному эоловому и антропогенному воздействию, теряют мелкий материал и приобретают нормальную функцию распределения по размерам. Процессы потери мелких частиц наблюдаются и у отдельно стоящих барханов и гряд, окруженных недефлируемой поверхностью. Так очень крупный песок с логарифмически нормальной функцией распределения обнаружен в узкой полосе на бывшем побережье моря в районе поселков Бугунь и Старый Бугунь ($X_0 = 210 - 290$ мкм). В восточном направлении размер частиц уменьшается ($X_0 = 180 - 185$ мкм). К югу от Бугуня в районе поселка Карачалак, в прибрежной зоне размер песка составляет 190 мкм. Однако, и здесь наблюдается уменьше-

ние размеров песка до 140 мкм в 6 км восточнее поселка. Очень крупный песок слагает поверхность авантюны в районе пос. Каратерень. Образец, отобранный у ст. Баян, имеет $X_0 = 260$ мкм. Песок с нормальной функцией распределения обнаружен у дна с активным антропогенным воздействием в пос. Каратерень ($X_0 = 280$ мкм), Бугунь ($X_0 = 220$ мкм) и у отдельно стоящей гряды в районе бывшего рыбпромысла Жангельтюбе ($X_0 = 250$ мкм).

Большое разнообразие в дисперсном составе песков наблюдается на осушенной части дна моря. Формирование толщ морских отложений происходило здесь под действием морских течений, сгонно-нагонных явлений, сейш и ветровых волн. Осадочный материал в пределы моря поступал в виде взвешенных и донных наносов р. Амударьи и р. Сырдарьи или заносился ветром с сопредельных территорий. В пределах территории можно выделить два, коренным образом отличающихся, типа поверхности и два района с разными условиями осадкообразования.

Первый тип поверхности сформировался на узкой береговой полосе в активной зоне пляжа и в пределах островных баров, кос и мелей. Генезис этих типов поверхностей рассмотрен в работе Лымарева [11]. Отличительной особенностью этих осадков является то, что их отложение происходило при воздействии активных волновых процессов, при этом осуществлялась интенсивная селекция частиц. Более мелкие частицы вымывались из зоны влияния волн в более глубокие или защищенные от волн участки водоема, крупные частицы, наоборот, намывались на отмели, образуя устойчивые к волновой абразии участки. Некоторую роль в формировании островов играли и эоловые процессы. Большое разнообразие условий волновых воздействий предопределило существенную пространственную неоднородность распределения частиц по размерам. Даже на небольших расстояниях средние размеры частиц могут отличаться в несколько раз. Как правило, наиболее крупные пески отмечаются на бывших отмелях

островных баров. Все эти пески, за исключением образца, отобранного с мыса Каратуп в проливе Берга, имеют логнормальное распределение с хорошей сортировкой (b_{lgx} равно 0,15 - 0,17). Средний геометрический размер песка на них достигает 200 - 390 мкм. Так на севере, в районе поселка Бугунь, бывшие острова имеют средний геометрический размер частиц, равный 210 мкм. Для береговой отмели о.Узункаир $X_0 = 320$, а в районе острова Уялы $X_0 = 390$ мкм. Самый крупный песок с нормальной функцией распределения и средним размером $X = 430$ мкм отмечен на мысе Каратуп. Спорадически в пределах всей островной цепи, встречаются небольшие участки с очень крупными частицами, размер их может достигать 5 мм. Пляжевые пески побережья имеют логнормальное распределение, средний геометрический размер их меняется в пределах 200 - 270 мкм. У северного берега, в районе Аральска, X_0 составляет 270 мкм, южнее, в районе пос.Бугунь, $X_0 = 210$ мкм. Дальше на юг, в пределах лагунного побережья воздействие волн в зоне пляжа уменьшалось и участки с крупным песком встречаются эпизодически, здесь X_0 составляет 200 - 210 мкм.

Второй тип поверхности - это отложения более глубоких участков литорали и сублиторали, где влияние волновых процессов было минимальным и сортировка частиц волнами была незначительной. В пределах Малого моря песчаные поверхности формировались за счет поступления материала с сопредельных территорий и размыва аккумулятивной террасы. Ширина полосы песчаных отложений незначительна. Средний геометрический размер частиц донных песчаных отложений у Аральска составляет 180 мкм. В районе пос.Бугунь $X_0 = 165$ мкм. Однако, встречается и более мелкий песок. У восточного побережья Большого моря донные песчаные отложения формировались, главным образом, из речных наносов Сырдарьи. Под действием морских течений, имеющих южное направление [5], твердый материал

переносился вдоль берега к югу. Здесь наблюдается четкая пространственная дифференциация частиц по размерам. На севере, между устьем р. Сырдарьи и мысом Карашокат X_0 составляет 100 - 115 мкм. Дальше на юг отложения обогащаются алевритовыми частицами и средний геометрический размер отложений становится меньше 100 мкм.

Анализ представленных данных показывает на существование различия в дисперсном составе песчаных массивов континентальных регионов Восточного Приаралья и осушенной части дна Аральского моря. Континентальные пески имеют средний геометрический размер 170 - 180 мкм. Для районов остаточных песчаных отложений, в которые поступает мало мелкого песка с сопредельных территорий характерно нормальное распределение со средним размером частиц 200 - 270 мкм. Пески осушенной части дна моря значительно мельче. Средний геометрический размер для песков Малого моря равен 160 - 180 мкм. В пределах Большого моря значительные площади заняты песчаными отложениями со средним геометрическим размером около 100 мкм. В пределах территории осушки выделяются узкие и протяженные участки песков с очень крупным песком, где X_0 варьирует в пределах 200 - 370 мкм, они приурочены к зоне пляжей и цепочке островных баров.

Таким образом, наиболее опасным районом развития песчаных бурь является обширный массив песков от устья Сырдарьи до урочища Уялы. Размер частиц массива обеспечивает начало процесса переноса при минимальных скоростях ветра и его максимальную интенсивность. Выполненные исследования показывают на принципиальную возможность районирования таких крупных, имеющих существенные различия в литологии, регионов по дисперсному составу песков. Данные могут быть использованы для оценки и прогноза дефляционных процессов в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азыдова Р.Н., Семенов О.Е. Оценка объемов ветрового переноса песка в районе Аральского моря по наблюдениям метеорологических станций // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1985. - Вып. 85. - С. 13-19.
2. Богданова Н.М. Геоморфологические особенности осушившегося дна Аральского моря // Геоморфология. - 1984. - № 3. - С. 44 - 50.
3. Боровский В.М., Погребинский М.А. Древняя дельта Сыр-Дарьи и Северные Кызыл-Кумы. Т.1. - Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1958. - 514 с.
4. Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. Ландшафты казахстанской части Приаралья // Арал сегодня и завтра. - Алма-Ата: Кайнар, 1990. - С. 144-182.
5. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н.Чичасова. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - 277 с.
6. Жданко С.М. Течения в Аральском море // Метеорология и гидрология. - 1940. - № 1-2. - С. 78-83.
7. Казахстан / Под ред. И.П.Герасимова. - М.: Наука, 1969. - 482 с.
8. Кондратьев К.Я., Жвалев В.Ф., Каипов И.В. Исследования воздействия процессов опустынивания на атмосферу // Проблемы освоения пустынь. - 1987. - № 1. - С. 3-9.
9. Коузов П.А. Основы дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. - Л.: Химия, 1987. - 264 с.
10. Лидер М. Седиментология. Процессы и продукты / Пер. с англ. Н.П.Григорьева и др. - М.: Мир. - 1986. - 439 с.
11. Лымарев В.И. Берега Аральского моря - внутреннего водоема аридной зоны. - Л.: Наука, 1967. - 252 с.
12. Можайцева Н.Ф. Эволюция ландшафтов при обсыхании восточного побережья Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. - 1979. - № 3. - С. 19-24.
13. Проблема Аральского моря и антропогенного

- опустынивания Приаралья / И.П.Герасимов, Н.Т.Кузнецов, А.С.Кесь, М.А.Городецкая // Проблемы освоения пустынь. - 1983. - № 6. - С.22-33.
14. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия / В.А.Духовный, Р.М.Разаков, И.Б.Рузиев, К.А.Косназаров // Проблемы освоения пустынь. - 1984. - № 6. - С. 3-15.
 15. Прогноз формирования почвенного покрова обсыхающего дна Аральского моря / М.Е.Бельгибаев, Т.Ф.Некрасова, Р.Х.Киевская, Н.Ф.Можайцева / Природопользование Северного Казахстана. - Алма-Ата, 1983. - С. 63-86.
 16. Сваричевская Э.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. - Л.: Изд-во Ленинградского гос. ун-та, 1965. - 296 с.
 17. Селли Р. Введение в седиментологию: Пер. с англ. С.С.Чекина. - М.: Недра, 1981. - 370 с.
 18. Семенов О.Е. О распределении почвенных частиц по размерам на юге Казахстана вследствие эоловых процессов // Тр. КазНИГМИ. - 1970. - Вып.36. - С. 153-165.
 19. Семенов О.Е. Общий расход песка при пыльных бурях как функция динамической скорости потока // Тр.КазНИИ Госкомгидромета. - 1980. - Вып.66. - С. 61-66.
 20. Семенов О.Е. Оценка ветрового выноса песка и солей с осушенной части дна Аральского моря // Тр.КазНИИ Госкомгидромета. - 1988. - Вып.102. - С. 39-54.
 21. Семенов О.Е., Шапов А.П. Оценка объемов переноса песка при пыльных бурях в районе Аральского моря // Тр.КазНИИ Госкомгидромета. - 1984. - Вып.82. - С. 21-29.
 22. Семенов О.Е., Шапов А.П. Ветровой перенос солей в приземном слое атмосферы во время песчано-солевых бурь на побережье Арала // Тр. КазНИГМИ. - 1990. - Вып.105. - С. 3-13.
 23. Экологическая карта Приаралья / Под ред. Г.В.Хворова / КАЦЭ "Байконур". - Ленинск, 1992.

24. Bagnold R.A. The physics of blown sand and desert dunes. - London : Methuen, 1954. - 265 p.

Казахский научно - исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

**ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ДАМУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ
ШЫҒЫС АРАЛ БОЙЫ ҚҰМЫНЫҢ ДЕФЛЯЦИЯЛЫҚ
ПРОЦЕССТЕРІ МЕН ДИСПЕРСТІ ҚҰРАМЫ**

Физ.-мат. ғ. канд. О.Е. СЕМЕНОВ
А.П. ШАПОВ

Арал бойы құм қойнауының геоморфологиялық және геологиялық ерекшелігі, құмның дисперсті құрамының қалыптасуына ықпалдылығы сипатталады. Аралдағы қалыпты және қалыптан тыс құм басу жағдайы қарастырылады, табиғи ауытқулардың әсері талданады, апатты аймақтар айрықша аталып көрсетіледі.

УДК 631.3

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВОСТОЧНОГО
ПРИАРАЛЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОПУСТЫНИВАНИЯ**

Доктор геогр. наук М.Е.Бельгибаев
Канд. с.-х. наук Т.Ф.Некрасова

Рассматриваются критерии оценки экологических факторов при опустынивании почв дельтово-аллювиальных равнин низовий Сырдарьи и на осушенном дне Аральского моря. Дана характеристика масштабов опустынивания высокопродуктивных гидроморфных почв, их деградация под влиянием аридизации. Этапность опустынивания определена степенью увлажнения по стадиям: обсыхающих, обсохших, опустынивающихся и опустыненных почв.

За последние 35 лет (1960-1995 гг.) уровень Аральского моря опустился на 16 м. Площадь осушенного дна водоема в пределах Казахстана составляет более 1,5 млн.га, наибольшая площадь осушки расположена у пологого восточного побережья. Одним из негативных последствий регрессии моря является опустынивание ландшафтов на осушенной территории моря и прилегающей дельтовой и континентальной части Приаралья.

По поводу опустынивания А.Г.Бабаев [1] отмечает: "Процессы опустынивания сегодня в той или иной мере угрожают огромным регионам. Согласно Всемирной карте опустынивания, принятой конференцией в Найроби в качестве одного из документов, наступление пустыни, если ему не противодействовать, могло бы захватить 45 млн км², т.е. треть всей суши земного шара, территорию, где проживают около 14 % населения планеты. Уже одни эти цифры подтверждают, что изучение и освоение пустынь, детальное изучение процессов опустынивания и разработка эффективных средств противодействия есть

проблемы глобальных, общечеловеческих масштабов".

А.С.Кесь [14] описывает естественную историю Аральского моря и Приаралья. По ее данным Аральская впадина имеет позднеплейстоценовоголоценовый возраст, а озеро имеет абсолютный возраст 139 ± 12 тыс. лет и первоначально питалось только водами Сырдарьи. Амурдарья начала впадать в Арал не раньше чем 22 тыс. лет назад. Однако в истории Аральского моря за многие тысячи лет не было обмеления и регрессии подобной настоящему периоду, приведшего к полной экологической катастрофе.

Опустыниванию подвергаются не только земли аридной зоны, но и семиаридной, в частности сухостепная зона Северного Казахстана [6,8]. Относительно опустынивания семиаридной зоны профессор Дж.А.Маббут из Австралии высказал следующее мнение: "Самыми опасными районами, с точки зрения зарождения и развития опустынивания, являются семиаридные зоны" [19]. Г.Е.Дренге [12] из Международного центра изучения аридных и семиаридных земель США подчеркивает остроту и масштабность проблемы опустынивания следующими данными: "В результате резкого ухудшения почв, происходящего в настоящее время и имевшее место в прошлом, около 3,3 млрд. га или 80 % от общей площади сельскохозяйственных земель в аридных и полуаридных районах подвержены опустыниванию. Около 21 % орошаемых земель, 77 % богарных земель и 82 % пастбищных угодий подвержены средней степени опустынивания".

Вопросам аридизации Приаралья, особенно Южного, посвящена монография С.К.Кабулова [13]. В настоящее время предложено новое определение понятия "опустынивание". Опустынивание означает деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека [17].

Этот широкомасштабный и длительный процесс опустынивания во многих публикациях сужается до более узких размеров - засоления почв, например, или деградации пустынных пастбищ в процессе выпаса. Наиболее полный набор индикаторов и критериев оценки опустынивания представлен в работах Н.Т.Нечаевой [21] и Т.Г.Бояджиева [10].

Длительный период исследований катастрофических по масштабам процессов опустынивания в областях Восточного Приаралья позволяет авторам прийти к выводу, что в условиях пустынного климата при дефиците водных ресурсов, после зарегулирования стока рек, под опустыниванием в первую очередь следует понимать деградацию почвенного покрова высокопродуктивных гидроморфных почв под влиянием аридизации и приближение их к зональным условиям пустыни после завершения многочисленных стадий аридизации. Аридизация почв в значительной степени связана с негативными процессами вновь созданных условий почвообразования. В низовьях Сырдарьи - области конечного стока и соленакопления, при естественных условиях гидрологического режима после интенсивных паводковых затоплений соли концентрировались в поверхностных слоях почв и по периферии дельт. После зарегулирования стока при отсутствии паводковых затоплений практически во всех гидроморфных почвах отмечалось повышение интенсивности засоления на первых стадиях аридизации почв - обсыхающих и обсохших вследствие интенсивного выпота солей на поверхность почвогрунтов. В последующие стадии опустынивающихся и опустыненных почв понижение уровня грунтовых вод глубже 5 м способствует внутрпочвенному испарению влаги, в верхних горизонтах увеличения засоления не происходит, в отдельных случаях засоление даже снижается, но деградация почв проявляется в снижении плодородия и их биологической продуктивности (в изменении состава поглощенных ос-

нований, снижение содержания и состава гумуса, уменьшении элементов плодородия) [15,16,20].

Впервые процесс опустынивания дельтово-аллювиальных луговых и болотных почв в низовьях Сырдарьи был отмечен В.М.Боровским в начале 60 годов, когда не было еще сформированной полосы осушки на дне Аральского моря. Им были предварительно выделены 4 стадии аридизации (опустынивания): обсыхающих, обсохших, опустынивающихся и опустыненных почв [9]. Авторы статьи впервые делают попытку раскрыть содержание, показатели и характеристики отмеченных стадий аридизации, подтверждая тем самым плодотворность высказанных ранее идей В.М.Боровского.

Пути образования пустынных природных комплексов дельтово-аллювиальных равнин на обсохшем дне Аральского моря очень сложны и многообразны в зависимости от климатических факторов, почвенно-гидрологических и геоморфологических условий, литологии почв.

При состоянии избыточного увлажнения или увлажнения с некоторым избытком, которое в настоящее время встречается редко и чаще всего отмечалось до зарегулирования стока в современной дельте Сырдарьи при интенсивных паводках и уровне залегания грунтовых вод от 0 до 2 м, формировались болотные почвы различные по продуктивности. При засолении верхнего слоя почв до 1%, минерализации грунтовых вод до 3 г/л продуктивность тростника изменялась в пределах 25-50 ц/га, при увеличении засоления почв до 3% и более, минерализации грунтовых вод от 5 до 50 г/л продуктивность доминирующих солянково-тростниковых ассоциаций снижается до 8-25 ц/га.

На стадии оптимального увлажнения с периодически нерегулярным затоплением, пути эволюции дельтовых почв крайне разнообразны на прирусловых валах, на водораздельных повышениях и в междурусловых понижениях (в почвах болотного и лугового ряда). При аналогичных условиях почвообразования

экологически оптимальны почвы лугового ряда. На стадии оптимального увлажнения при уровне залегания грунтовых вод от 2 до 3 м, их минерализации до 5 г/л, продуктивность разнотравнозлаковых сообществ на этих почвах составляет 15-25 ц/га. При более высокой минерализации грунтовых вод и засолении луговых почв продуктивность солянково-разнотравных растительных сообществ резко падает (до 2-5 ц/га).

На начальном этапе аридизации (на третий год после прекращения поверхностного затопления) гидроморфные луговые и болотные почвы переходят в стадию *обсыхания* при уровне залегания грунтовых вод от 3 до 4 м и различном их засолении. В отдельных случаях (в почвах болотного ряда) на этой стадии отмечаются временные положительные изменения: увеличение содержания гумуса, улучшение его качественного состава, увеличение кальция в составе поглощенных оснований. Стадия обсыхания гидроморфных почв характеризуется интенсивным выпотным водно-солевым режимом. Засоление почв в верхнем метровом слое варьирует в широких пределах (от 0,3 до 3%), в составе растительного покрова на этой стадии преобладают разнотравно-тростниковые группировки на луговых и болотных почвах, на аллювиально-луговых тугайных почвах преобладает мезогалоксерофильное разнотравие с различными видами солянок. Продуктивность природных комплексов на слабо засоленных почвах 12-15 ц/га, на более засоленных 3-5 ц/га.

При дальнейшем процессе аридизации гидроморфных почв и уровне залегания грунтовых вод от 4 до 5 м наступает стадия *осохших* почв. При интенсивном засолении почв из луговых и болотных почв формируются солончаки под типичной галоксерофильной растительностью. На стадии интенсивного выпота солей в почвах болотного ряда тяжелого механического состава повышается содержание поглощенного магния. На этой стадии аридизации начинаются существенные негативные изменения физико-химических свойств почв - распад и

снижение содержания гумуса, элементов питания и продуктивности природных комплексов (до 2-5 ц/га).

Одним из внешних морфологических признаков (индикаторов) обсохших почв являются отмершие растения (тростники) луговых и болотных ландшафтов былой гидроморфной стадии (купаки). Последние могут сохраняться и в последующие стадии опустынивания, пока не произойдет их распад и минерализация [3].

На 6-10 год после прекращения затоплений дельтовых почв и понижения уровня грунтовых вод до 5-10 м наступает стадия опустынивающих гидроморфных почв, сопровождающаяся последующими негативными изменениями физико-химических свойств почв. Почвенный покров формируется при минерализации грунтовых вод от 3 до 50 г/л. В составе растительного покрова преобладает гало-серофильное сорнотравие с эфемерами, кустарниками - чингиллом, тамариксом. Продуктивность этих сообществ не превышает обычно 2-5 ц/га, на отақыривающихся солончаках с очень редкими галофитами менее 2 ц/га. На этой стадии опустынивания стабилизируется засоление почв, горизонт капиллярного насыщения понижается на значительную глубину.

На 16-20 год после прекращения затопления наступает стадия опустыненных гидроморфных почв. На грунтах тяжелой литологии процесс отақыривания усиливается и на конечном этапе опустынивания образуются такыры с менее засоленной поверхностной корочкой, на легких дельтово-аллювиальных отложениях - супесчаные или песчаные пустынные. Грунтовые воды на конечном этапе опустынивания находятся на глубине более 10 м, преимущественно сильно минерализованы, имеют минерализацию от 5 до 50 г/л и более.

При завершении стадий опустынивания на прирусловых валах из аллювиально-луговых почв образуются такыровидные почвы под терескеново-попынно-итсегековой растительностью или эфемерово-попынно-кустарниковой на песках с продуктивностью

2-5 ц/га или саксаулово-итсегеково-полынные природные комплексы с продуктивностью 1,5-2 ц/га.

На водоразделах и склонах прирусловых валов продуктивность также крайне низкая, растительный покров более редкий, в его составе галоксерофильное сорнотравие, редкая полынь, итсегек, саксаул. Во впадинах формируются такыровидные почвы под разреженной биургуновой растительностью с полусухими однолетними солянками продуктивностью 0,5-1,5 ц/га.

Схематически эколого-генетические ряды изменения почвенного покрова в процессе опустынивания по элементам рельефа дельтово-аллювиальных равнин можно представить следующим образом.

На прирусловых валах:

Ал → Ал^{об} → Ал^{обс} → Ал^о → Ал^{оп} → Тв(Пс) → Тк(Пс^п).

На склонах прирусловых валов и водоразделах:

Лб → Лб^{об} → Лб^{обс} → Лб^о → Лб^{оп} → Тв → Тк.

В междурусловых понижениях:

Б → Б^{об} → Б^{обс} → Б^о → Б^{оп} → Тв → Тк;

Бл → Бл^{об} → Бл^{обс} → Бл^о → Бл^{оп} → Тв → Тк;

Бл → Лб^{об} → Лб^{обс} → Лб^о → Лб^{оп} → Тв → Тк.

Здесь и далее приняты следующие обозначения почв: Ал-аллювиально-луговые; Лб-болотно-луговые; Бл-лугово-болотные; Б-болотные; Ск-солончаки; Тв-такыровидные; Тк-такыры; Пм-приморские; Пс-пески. Обозначения сверху индексов: об-обсыхающие; обс-обсохшие; о-опустынивающиеся; оп-опустыненные; ск-солончаковые; л-луговые; к-п - корково-пухлые; от - отакыривающиеся; тв - такыровидные; сн-ск - солонцевато-солончаковатые; м - маршевые; пм-приморские; Пм + п- приморские с навея-

ным песчаным чехлом; п - пустынные; с - соровые.

В междуречных понижениях дельтово-аллювиальных равнин с наиболее благоприятными гидрологическими условиями, при наличии проточности грунтовых вод, эволюция болотных почв проходит через луговую стадию, как показано выше. В нижней области стока при застойных грунтовых водах обычно луговая стадия при опустынивании болотных почв не наблюдалась.

Как отмечалось в ранее опубликованных работах [18] луговая стадия при опустынивании болотных почв проявляется лишь в головной области дельты. Но в настоящее время в современной дельте Сырдарьи даже в самой нижней области стока широкое развитие получили болотно-луговые солончаковые почвы. Очевидно, периодические искусственные затопления водами Сырдарьи и работа насосных станций по откачке дренажных вод с орошаемых массивов положительно влияет на образование луговых свойств почв, особенно при легком механическом составе аллювиальных отложений. Схематически этот ряд опустынивания почв можно представить в следующем виде:

Бл → Лб → Лб^{об} ск → Лб^{обс} ск → Лб^о ск → Лб^{оп} ск →
Тв^{ск} → Тк.

При наиболее тяжелых мелиоративных условиях в приморской равнине и на склонах прирусловых валов опустынивание проходит через последовательные стадии смен солончаков по схеме:

Ал

Лб

Бл → Ск^л → Ск^{к-п} → Ск^{ог} → Ск^{тв} → Тв^{ск} → Тк^{ск}.

Б

Таким образом, переход гидроморфных почв в автоморфные зависит от локальных гидромелиоративных условий, сопровождается существенным изменением их физико-химических свойств. Как подчерки-

валось выше, на начальном этапе аридизации в лугово-болотных и болотно-луговых почвах наблюдается тенденция увеличения кальция в поглощающем почвенном комплексе и гумуса. На стадии обсохших почв и более интенсивного выпота солей в почвах тяжелого механического состава увеличивается поглощенный магний, снижается содержание кальция в составе поглощенных оснований. На конечном этапе опустынивания, когда с пленочными токами влаги поступает только легкоподвижный натрий, повышается содержание поглощенного натрия [15].

Процентное увеличение доли поглощенного магния в составе поглощенных оснований отмечается не только в обсохших и опустынивающихся почвах гидроморфного ряда, но и на орошаемых и залежных угодьях, где его содержание возросло в абсолютном и относительном выражении почти в два раза. Повышение доли магния в поглощающем комплексе почв объясняется совокупностью ряда факторов: уменьшением дисперсности наносов речных и оросительных вод; повышением в них содержания монтмориллонита и вермикулита, сменой растительного покрова, выпадением злаковых и произрастанием солянковой и древесно-кустарниковой растительности, в опаде которой содержится много магния. Наблюдения на створах обсохшего дна Аральского моря также показали, что в процессе опустынивания приморских солончаков на стадии интенсивного выпота солей, в верхних слоях тяжелой литологии значительно увеличивается содержание поглощенного магния, главным образом за счет магниевых солей остаточно-морских грунтовых вод.

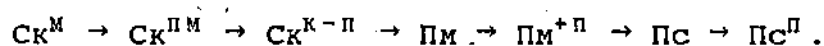
На обсохшем дне Аральского моря процессы опустынивания обусловлены главными действующими факторами: зональными климатическими условиями, остаточно-морскими грунтовыми водами, типами побережья и литологии грунтов [5].

С момента обсыхания донных осадков до заключительного этапа опустынивания прослеживается ряд стадий в развитии почвогрунтов. На начальных этапах, в первые годы после осушки, на протяжении

трех лет формируются маршевые и приморские солончаки. Вследствие выпота на поверхность солей из близкозалегающих грунтовых вод происходит интенсивное засоление, верхнего горизонта почв, но образовавшаяся на поверхности отслаивающаяся солевая корочка является также источником выноса солей в атмосферу. При значительном проективном покрытии солончаков приморских растительным покровом однолетних солянок - сведой и солеросом вынос солей более низкий. Следует отметить, что в первые два десятилетия снижения уровня моря зарастание почвогрунтов у уреза воды было более интенсивным, в последние годы зарастание стало более разреженным или отсутствует совсем.

Через два - три года после осушки эволюция почв определяется литологией донных осадков, типом побережья и рельефом обсохшего дна. На легких по литологии грунтах происходит формирование дефляционно-аккумулятивных форм рельефа, представленных в основном барханными цепями. Барханные гряды на осушенной территории Восточного Приаралья еще полностью не сформировались [4,7].

Процессы засоления на переходном этапе опустынивания перемежаются с периодами рассоления. На заключительном этапе аридизации образуются пустынные песчаные почвы. Схематически этот экологогенетический ряд эволюции почв можно представить в виде:



Формирование дефляционно-аккумулятивных форм рельефа на почвогрунтах легкой литологии способствует продолжению выноса солей и рассолению верхних горизонтов, постепенно хлоридно-сульфатный тип химизма почв преобразуется в сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный на завершающей стадии аридизации в песчаных почвах [4,7].

По данным О.Е.Семенова, А.П.Чайкиной и Г.Н.Чичасова [25] общий ежегодный вынос песчано-солевого аэрозоля с территории Восточного При-

аралья в среднем многолетнем с обеспеченностью 50 % достигает 1,1 млн. т.

По нашим наблюдениям на основании изучения динамики ландшафта и опытных данных по оценке пылесолевого выноса в начальные периоды аридизации при дефляции осушенных грунтов преобладает вынос сульфатов (CaSO_4 , MgSO_4 , Na_2SO_4) относительно других солей. Данный "выборочный" селективный процесс выноса солей с пояса хлоридносульфатного соленакопления приморских солончаков и с полосы комплексного почвенного покрова с перемежающимися процессами засоления и рассоления почв был назван по М.Е.Бельгибаеву [2] д е с у л ь ф а р и з а - ц и е й. Это один из новых этапов и путей эолового геохимического перераспределения элементов и солей в Приаралье. Процесс десульфаризации является характерным признаком опустынивания данного региона [2,3].

Режимными наблюдениями на створах-трансектах юго-восточного побережья обсыхающей полосы Аральского моря также подтверждается этапность проявления десульфаризации при опустынивании в процессе дефляции легких по механическому составу почвогрунтов. Как и прогнозировалось ранее [3,19] в процессе дефляции и опустынивания происходит смена типов водно-солевого режима почв. Постепенно хлоридно-сульфатный тип засоления преобразуется в сульфатный и гидрокарбонатно-сульфатный. Наглядно этот процесс показан в таблице по данным различных сроков отбора образцов почв с начала аридизации до завершающей стадии. В связи с преобладающим выносом сульфатов во время пылесолевых бурь (более 30 суток в году) и дефляции почвогрунтов отмечается значительное снижение содержания сульфатов (SO_4) наряду с хлоридами при десульфаризации. В верхнем 10-сантиметровом слое за 12 лет количество сульфатов снизилось в 2-3 раза (таблица).

В дальнейшем, с усилением эоловых процессов, в многолетнем плане рассоление усиливается. Для данного периода опустынивания характерно поселе-

Динамика содержания воднорастворимых солей и типов засоления почв Босайского створа Приаралья с 1977 по 1989 гг.

| Глубина отбора образцов, см | Сумма солей, % | Содержание ионов | | | | | | Тип засоления |
|---------------------------------------|----------------|------------------|-------|-----------------|-------|-------|-------|---------------|
| | | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | Na+K | |
| Приморская солончаковая | | | | | | | | |
| Отбор образцов почв в 1977 г. | | | | | | | | |
| 0-3 | 0,808 | 0,150 | 0,029 | 0,527 | 0,196 | 0,012 | 0,029 | с/к |
| 3-5 | 1,681 | 0,037 | 0,255 | 0,871 | 0,204 | 0,054 | 0,260 | х-с/к-н |
| 5-15 | 0,761 | 0,015 | 0,247 | 0,245 | 0,046 | 0,025 | 0,183 | с-х/к-н |
| 15-38 | 0,617 | 0,012 | 0,197 | 0,203 | 0,033 | 0,022 | 0,150 | х-с/н-к |
| 38-71 | 1,560 | 0,012 | 0,235 | 0,831 | 0,252 | 0,040 | 0,190 | х-с/н-к |
| 71-85 | 1,767 | 0,012 | 0,342 | 0,854 | 0,250 | 0,044 | 0,265 | х-с/н-к |
| 85-100 | 1,214 | 0,012 | 0,192 | 0,633 | 0,180 | 0,032 | 0,165 | х-с/н-к |
| Приморская с навейным песчаным чехлом | | | | | | | | |
| Отбор образцов почв в 1981 г. | | | | | | | | |
| 0-10 | 0,429 | 0,012 | 0,011 | 0,280 | 0,107 | 0,006 | 0,013 | г-с/к |
| 10-30 | 0,174 | 0,017 | 0,004 | 0,103 | 0,042 | 0,003 | 0,005 | г-с/к |
| 30-50 | 0,172 | 0,017 | 0,014 | 0,089 | 0,034 | 0,003 | 0,015 | х-с/к |
| 50-100 | 0,991 | 0,010 | 0,213 | 0,457 | 0,134 | 0,038 | 0,142 | х-с/н-к |

Продолжение таблицы

| Глубина отбора образцов, см | Сумма солей, % | Содержание ионов | | | | | | Тип засоления |
|-------------------------------|----------------|------------------|-------|-----------------|-------|-------|-------|---------------|
| | | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | Na+K | |
| Песчаная пустынная. | | | | | | | | |
| Отбор образцов почв в 1989 г. | | | | | | | | |
| 0-10 | 0,356 | 0,012 | 0,007 | 0,233 | 0,089 | 0,005 | 0,008 | с/к |
| 10-30 | 0,077 | 0,014 | 0,001 | 0,040 | 0,017 | 0,001 | 0,003 | г-с/к |
| 30-50 | 0,191 | 0,014 | 0,004 | 0,117 | 0,443 | 0,003 | 0,007 | г-с/к |
| 50-100 | 0,746 | 0,010 | 0,064 | 0,441 | 0,095 | 0,020 | 0,101 | с/н-к |
| 100-150 | 0,721 | 0,010 | 0,116 | 0,366 | 0,066 | 0,024 | 0,125 | х-с/к-н |

Типы засоления почв: х-хлоридный, с-сульфатный, г-гидрокарбонатный, к-кальциевый, н-натриевый.

ние многолетних галофитов (карабарака, поташника, сарсазана), псаммофитов (саксаула, жузгуна), а в условиях воздействия речного стока и подпитывания грунтовых вод также и представителей лугово-тугайной растительности (тамарикса, тростника, дерезы).

При большой подвижности субстрата и недостатке семенного фонда растительный покров на данном этапе развития отсутствует совсем: ландшафт представляет собой песчаную равнину, всхолмленную барханами и барханскими цепями. Заключительный этап аридизации на легких грунтах завершается формированием песчаных почв зонального типа.

Для грунтов тяжелой литологии характерно другое направление в опустынивании. Переходные стадии не отличаются таким многообразием форм и типов водносолевого режима как при легкой литологии грунтов. На протяжении всего переходного периода преобладает сезонно-обратимый тип солевого режима с перемежающимися процессами засоления и рассоления в многолетнем плане. В отличие от грунтов легкой литологии процесс рассоления почв тяжелого механического состава проходит крайне медленно. Незначительные промывки почв атмосферными осадками не способствуют рассолению верхних горизонтов, на почвах поселяется лишь угнетенная галофильная растительность, часто растительный покров отсутствует. Золотый вынос солей незначителен. Почвенный покров из маршевых и приморских солончаков постепенно преобразуется в пухлые и корково-пухлые солончаки, которые в дальнейшем переходят в отақыривающиеся.

Схематически этот эколого-генетический ряд можно представить следующим образом:

$$Ск^M \rightarrow Ск^{ПМ} \rightarrow Ск^{К-П} \rightarrow Ск^{ОТ} \rightarrow Ск^{ТВ} \rightarrow Тв^{СН-СК} \rightarrow Тк^{СК}$$

Кроме этих двух направлений существует еще третий путь развития почв на обсохшем дне - переход маршевых солончаков в соровые или лагунные, существующие длительный период в замкнутых недренированных впадинах отчленившихся лагун. Очень часто на побережье обсыхающих лагун формируются на определенном расстоянии от лагуны и между собой "кольца" из тамарикса, сарсазанника и других

кустарников. По мере усыхания лагуны эти зеленые кольца "продвигаются" к центру. Кольца, как правило, составляют 3-4 ряда вокруг лагун и соров в аридной зоне. Ритмичное повторение колец прибрежно-водной растительности у лагун реже встречается также в Северном и Центральном Казахстане. Такие кольца растений, опоясывающие несколькими рядами усыхающие лагуны, один из авторов назвал "периферийно-кольцевыми фациями (ПКФ) аридных и семиаридных галогенных ландшафтов" [3]. По мере перемещения к центру сора или лагуны зеленых колец внешние из них выпадают, отмирают из-за изменившихся условий обитания. Периферийно-кольцевые фации относятся к фито-физиономическому и орофито-физиономическому ландшафтному ряду. Они хорошо видны на аэрофотоснимках. А.В.Садов [24] называет ПКФ бугристым сарзанником вокруг усыхающего соленого озера. Таким образом, ПКФ являются одним из основных индикаторов усыхания лагун и соленых водоемов, а также характерным признаком аридизации суши данного региона.

Рассмотренные выше эколого-генетические ряды опустынивания почв свидетельствуют о большой сложности этого процесса. Интенсивность действия главных факторов влияет на продолжительность развития отдельных стадий опустынивания.

Как показали наблюдения, в полосе осушки моря 1960-1975 гг., т.е. у коренного берега, стадии аридизации по времени были аналогичными дельтовым почвам: через три года после выхода почвогрунтов на дневную поверхность происходило обсыхание почв, на 6-7 год легкие грунты подвергались дефляционным процессам, тяжелые отакыривались. На 14-16 год аридизации формировались пустынные почвы близкие по свойствам к зональным автоморфным - песчаные и такыровидные почвы. На легких грунтах осушенной полосы моря при аридизации по отдельным признакам отмечались характерные черты, не свойственные гидроморфным почвам дельтовых территорий. Так, например, если на луговых почвах легкого механического состава в дельтовых областях при об-

сыхании уровень грунтовых вод понижался до 3-5 м, а при опустынивании ниже 5 м, то на опустыненных песчаных почвах в зоне осушки уровень грунтовых вод отмечался на глубине около 2 м. Но даже при близком залегании грунтовых вод создавался непромывной тип водного режима, капиллярная кайма находилась на различной глубине почвенного профиля, в поверхностных слоях формировались горизонты биологического и физического иссушения.

В условиях лагунного побережья этапность опустынивания может быть более длительной, стадия аридизации корково-пухлых солончаков может продолжаться до 15 лет и более.

Рассмотренные стадии опустынивания (обсыхающие, обсохшие, опустынивающиеся и опустыненные) по своим значениям и параметрам близки к четырем ступеням опустынивания Т.Г.Бояджиева [10]: слабая; умеренная, сильная и очень сильная.

В процессе формирования ландшафтов и их компонентов, особенно почв, рельефа, растительности, гидрогеологических условий и других, ведущая роль принадлежит галогеохимическим и эоловым процессам на фоне жаркого пустынного климата. Говоря о развитии рельефообразующих процессов в Приаралье следует отметить не только о преобладающем эоловом факторе развития рельефа. В связи со снижением уровня Аральского моря в дельтах Амурдарьи и Сырдарьи отмечаются размыв и врезание протоков этих рек, связанные с изменением (падением) базиса эрозии (в данном случае Аральского моря). Впервые на это явление в дельтах двух среднеазиатских рек обратил внимание Б.А.Федорович: "следовательно, если такое снижение Арала произойдет, оно скажется на всех аллювиальных землях низовьев Сырдарьи и особенно Амурдарьи. Эти плоские теперь равнины окажутся прорезанными глубокими протоками, а орошение земель приведет к такой ирригационной эрозии, которая начнет быстро сгущать глубокую эрозионную сеть". [26]. Врезание протоков в нижней части дельты происходит сильнее на Амурдарье. В связи с тем, что Сырдарья почти не доно-

сит свои воды до Арала, здесь отмечается незначительное врезание протоков и линейный размыв дельты и осушенного побережья.

Предварительный прогноз авторов по формированию и эволюции почвенного покрова Восточного Приаралья в целом оправдался в пространственном и временном аспектах [22].

Приведенные данные по аридизации почв Приаралья и развития негативных природных комплексов свидетельствуют о большом экологическом ущербе и кризисе [11]. Поэтому вопрос о дальнейшем использовании земельных ресурсов этого региона должен рассматриваться с позиции оценки экологического потенциала почв, рационального использования водных ресурсов, с позиций общebasейного подхода к этой проблеме. Авторами статьи при участии В.М. Стародубцева составлена карта опустынивания почв и ландшафтов Восточного Приаралья в масштабе 1:300000.

В полосе осушенного дна Аральского моря целесообразно уделить внимание закреплению песчаных донных отложений для уменьшения дефляции почвогрунтов и эолового выноса солей в прилегающие регионы. Кроме того очень важной проблемой для Приаралья является организация и проведение мониторинга процессов аридизации и опустынивания [8,23], которая, к сожалению, до сих пор не решена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаев А.Г. Пустыня как она есть. - М.: Молодая гвардия, 1983. - 206 с.
2. Бельгибаев М.Е. О геохимической (эоловой) миграции веществ на осушенном побережье Аральского моря // Биогеохимический круговорот веществ. - М, Наука, 1982. - С. 49-51.
3. Бельгибаев М.Е. Индикация динамики природных процессов осушенной территории Восточного Приаралья // Тезисы докладов Всесоюзного научного

- совещания "Ландшафтная индикация для рационального использования природных ресурсов". - М., Изд-во Моск. ун-та, 1986. - С. 171-173.
4. Бельгибаев М.Е. Интенсивность эоловых рельефообразующих процессов в Приаралье // Плодородие почв Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1986. - Вып.2. - С. 110-115.
 5. Бельгибаев М.Е. Современное состояние береговой зоны осушенного побережья Восточного Приаралья // Географические и экономические проблемы изучения и освоения южных морей СССР. Тезисы докл. III Всесоюз. конфер. по географии и картографированию океана. - Л., 1987. - С. 95-96.
 6. Бельгибаев М.Е. Признаки аридизации суши семиаридной зоны Казахстана // Вопросы рационального природопользования. - Алма-Ата: Кайнар, 1990. - С. 121-138.
 7. Бельгибаев М.Е. Эоловые формы рельефа на осушенной территории Восточного Приаралья // Проблемы освоения пустынь. - 1991. - N 1. - С. 28-34.
 8. Бельгибаев М.Е. Диагностические показатели аридизации и опустынивания семиаридной зоны Казахстана // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 2. - С. 175-201.
 9. Боровский В.М. Усыхание Аральского моря и опустынивание в Приаралье. - Алма-Ата; Наука, 1981. - С. 24-40.
 10. Бояджиев Т.Г. Оценка и картографирование процессов опустынивания // Проблемы освоения пустынь. - 1982. - N 3. - С. 3-13.
 11. Глазовский Н.Ф. Аральский кризис. (Причины возникновения и пути выхода). - М.: Наука, 1990. - 136 с.
 12. Дренге Г.Е. Масштабы и характеристики опустынивания в аридных районах мира // Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Междунар. симпозиум. Тезисы докладов. - Ташкент, 1981. - С. 19-20.
 13. Кабулов С.К. Изменение фитоценозов пустынь при

- аридизации (на примере Приаралья). - Ташкент: ФАН, 1990. - 240 с.
14. Кесь А.С. Естественная история Аральского моря и Приаралья // Изв. АН СССР, сер. географ. - 1991. - N 4. - С. 36-46.
 15. Киевская Р.Х., Некрасова Т.Ф., Можайцева Н.Ф. Влияние аридизации на галогеохимические процессы низовьев Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь. - 1980. - N 6. - С. 23-28.
 16. Киевская Р.Х. Изменение почвенного покрова современной дельты реки Сырдарьи при аридизации. Автореферат канд.дис. - Алма-Ата. - 1983. - 20 с.
 17. Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием. - Париж: 1994. - 64 с.
 18. Корниенко В.А., Киевская Р.Х. Научные основы экологического прогноза опустынивания гидроморфных ландшафтов // Проблемы освоения пустынь. - 1983. - N 2. - С. 13-21.
 19. Маббут Дж.А. Цикличность климата и изменчивость ландшафтов как факторы окружающей среды в развитии опустынивания // Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Междунар. симпозиум. Тезисы докладов. - Ташкент, - 1981. - С. 20-22.
 20. Некрасова Т.Ф. Влияние аридизации на изменение органического вещества и элементов плодородия почв низовьев Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь. - 1979. - N 2. - С. 70-76.
 21. Нечаева Н.Т. Проблема разработки индикаторов опустынивания // Проблемы освоения пустынь. 1978. - N 4. - С. 18-24.
 22. Прогноз формирования почвенного покрова обсыхающего дна Аральского моря / Бельгибаев М.Е., Некрасова Т.Ф., Киевская Р.Х., Можайцева Н.Ф. // Природопользование Северного Казахстана. - Алма-Ата, Кайнар, 1983. - С. 63-83.
 23. Розанов Б.Г., Зонн И.С. Опыт СССР в области выявления, диагностики и оценки процессов опустынивания // Проблемы опустынивания. Центр междунар. проектов ГКНТ, М., 1986. - С. 23-34.

24. Садов А.В. Изучение экзогенных процессов аэро-ландшафтным методом. - М.: Недра. - 1978. - 152 с.
25. Семенов О.Е., Чайкина А.П., Чичасов Г.Н. О современном состоянии Аральского моря и окружающих его территорий // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 1. - С. 131-141.
26. Федорович Б.А. Проблемы охраны Арала и землепользование // Проблемы освоения пустынь - 1978. - N 4. - С. 33-40.

Алматинский Государственный
Университет им. Абая.

Институт почвоведения НАН РК.

ШӨЛГЕ АЙНАЛУ ЭСЕРІНЕН АРАЛ БОЙЫ ҚҰНАРЛЫ ҚАБАТЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

Геогр. г. докт. М.Е. БЕЛГІБАЕВ
Ауыл-ш. ғ. канд. Т.Ф. НЕКРАСОВА

Сырдарияның атыраулы алаптары және тартылған Арал теңізі құнарының құмға бөгуінің экологиялық себептері қарастырылады. Құмға айналған аумақтардың сипаттамасы, құнарлы өлкенің қуанданып, шөлденуінің салдары талданады. Шөлдену кезеңдері ылғалсызданудың: құрғау, кебу, кенезу және құмға бөгу сатыларымен анықталады.

УДК 504.064

**КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Академик НАН РК, доктор биол. наук И.О. Байтулин

Канд. биол. наук С.В. Чекалин

Разработана принципиально новая концепция экологического районирования территорий, в основу которой положены системно-иерархический подход к пониманию экологической ситуации, использование комбинаторики состояния элементов систем при формировании оценочных решений, использование оценочного метода для установления качества состояния критерия районирования или действующего на него фактора.

В настоящее время территория Казахстана характеризуется неблагоприятной, а в ряде случаев существенно дестабилизированной экологической обстановкой. Такая ситуация сформировалась за длительный период преимущественно ресурсопотребляющей хозяйственной деятельности. В следствии недостаточно продуманной стратегии природопользования, экстенсивного развития хозяйства, игнорирования необходимости и возможности научного регулирования антропогенных нагрузок продолжается все более угрожающая деградация природной среды Казахстана. Ухудшение экологической ситуации в Республике резко негативно сказывается на состоянии здоровья населения.

На период стабилизации экономики при отсутствии достаточных государственных инвестиций и до восстановления экономической жизнеспособности предприятий важно не допустить дальнейшего ухудшения экологической обстановки. В этих условиях одной из важнейших тактических задач экологичес-

кой политики является оценка состояния природной среды и экологическое районирование территории Республики.

В соответствии с Постановлением Кабинета Министров Республики Казахстан N 548 от 29 июля 1993 г. "О неотложных мерах по упорядочению экологического районирования Республики Казахстан" экологическое районирование должно быть направлено на определение границ регионов республики с неблагоприятной для жизнедеятельности окружающей средой, на выработку государственных мероприятий по восстановлению природных ресурсов в районах с напряженной экологической ситуацией и осуществление защитно-реабилитационных мероприятий для населения этих регионов.

Поставленные перед экологическим районированием задачи определяют его направленность на выделение на территории Республики кризисных в экологическом аспекте регионов с целью научного обоснования правовых, хозяйственных и административных решений, направленных на стабилизацию и восстановление состояния здоровья людей и окружающей среды. Вместе с тем экологическое районирование должно обеспечить формирование банка данных о факториальных составляющих окружающей среды (почва, вода, атмосфера, растительность, животный мир и др.), дать комплексную оценку качества окружающей среды территорий Республики, определить районы, нуждающиеся в специальных режимах охраны и эксплуатации, территории по категориям риска для здоровья людей, проблемы и очередность мониторинговых исследований.

До настоящего времени методические подходы к комплексному решению выше перечисленных задач не были разработаны. Отсутствовала концептуальная основа таких разработок. Поэтому перед творческим коллективом, созданным Казахским отделением международной Академии "Экологической реконструкции" по заданию Министерства экологии и биоресурсов Республики Казахстан, в работе которого кроме авторов настоящей статьи участвовали

д.г.н. М.Ш.Ишамкулов, д.б.н. Л.Я.Курочкина,
к.э.н. К.Т.Елеулова, к.б.н. Н.П.Огарь, прежде
всего встал вопрос о формировании концепции эко-
логического районирования Республики Казахстан. В
рамках этого вопроса было необходимо определиться
с путями решения трех основных проблем:

- классификация экологических состояний тер-
риторий, принимаемая при районировании;
- принципы формирования оценочных решений;
- критерии и методы оценки экологического
состояния территорий

Предложено несколько классификаций экстре-
мальных экологических ситуаций. Согласно одной из
них [10] выделяются:

- территории катаклизмов;
- территории с катастрофической экологической си-
туацией;
- территории с предкатастрофической экологической
ситуацией;
- территории с критической экологической ситуаци-
ей.

Более поздними разработками число категорий чрез-
вычайных экологических ситуаций ограничивается
двумя: зоны экологического бедствия и территории
с неблагоприятной экологической обстановкой [2],
или зоны экологического бедствия и зоны чрезвы-
чайной экологической ситуации [9]. Все прочие
состояния территорий характеризуются нормальной
экологической обстановкой.

Последний подход к классификации экологичес-
ких состояний территорий основывается на правовых
нормативах, установленных как в Казахстане, так и
в России. "Законам об охране природной среды в
Казахской ССР", ныне действующим на территории
Республики Казахстан, предусматриваются две кате-
гории кризисности экологического состояния терри-
торий - "зоны чрезвычайной экологической ситуации"
(статья 48) и "зоны экологического бедствия"
(статья 49). Зонами чрезвычайной экологической
ситуации объявляется участки территории, где в
результате хозяйственной или иной деятельности

происходят устойчивые изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных.

Зонами экологического бедствия (кризиса) объявляются участки территорий, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли необратимые изменения окружающей среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение равновесия, разрушение естественных природных экологических систем, деградацию флоры и фауны.

Аналогичные представления содержит и "Закон об охране окружающей среды РСФСР". Согласно статье 58 этого Закона "... участки территории, где в результате хозяйственной или иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных" объявляются зонами чрезвычайной экологической ситуации.

Зонами экологического бедствия (кризиса) объявляются "участки территорий...", где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны (статья 59).

Из приведенных характеристик следует, что территории с чрезвычайными экологическими ситуациями выделяются по совокупности признаков ухудшения здоровья людей и разрушение природных экологических систем. Теоретически спектр характеристик может быть шире [9,11]..

Ландшафтно-экологические, описывающие биотическую и абиотическую составляющие окружающей природной среды: биологическое разнообразие на данной территории, состояние популяций животных и

растений, численность представителей отдельных видов и видовое богатство экосистем, динамика численности отдельных видов растений и животных, направления ее изменения. К этому же разделу относятся показатели, характеризующие состояние основных природных сред-воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, минеральных ресурсов. Сюда, в частности, включается характер растительного покрова, который подвержен воздействию изменений в воздушной, водной и почвенной средах и является одним из наиболее чувствительных показателей, характеризующих состояние природной среды в целом. В этот раздел включаются и другие частные и интегрирующие показатели состояния естественных экосистем.

Медико-демографические показатели, интегрирующие состояние природной среды в виде показателей состояния здоровья населения данной территории. Сюда входят такие параметры, как рождаемость и смертность, заболеваемость, распространенность отдельных болезней среди возрастных групп, антропометрические показатели и другие характеристики здоровья людей, отражающие степень комфортности условий их проживания и пригодность природной среды для жизнедеятельности человека.

В настоящее время общепризнанным является представление о том, что между состоянием здоровья и состоянием болезни нет резкой границы, а есть серия переходных состояний, которые отличаются друг от друга мерой выраженности патологических явлений [7,8]. При смене дискретных состояний здоровья в процессе перехода от состояния здоровья к состоянию болезни количественная мера здоровья будет уменьшаться, а мера риска патологических состояний будет возрастать. Поэтому в качестве меры здоровья и общего физиологического состояния людей необходимо использовать не только данные резервометрии - прямых показателей направленности и интенсивности физиолого-биохимических процессов, протекающих в организме человека, но и

рискометрии - показателей наличия патологических синдромов и заболеваемости [5].

Социально-экономические параметры. Отображают изменения ценности природных ресурсов в рамках данной системы материального производства, обладающей конкретной структурой природопользования, которые происходят при изменении их доступности, количества и качества. В отношении к человеку окружающая природная среда играет роль и среды его обитания (группа А), и среды его деятельности (группа Б). В результате взаимодействия факторов групп А и Б формируются параметры группы В - социально-экономические [11].

Описанные группы характеристик экологического состояния территории не равновесны по своей значимости. Медико-демографические показатели характеризуют степень благоприятности окружающей природной среды для человека и интегрируют в себе ландшафтно-экологические и социально-экономические параметры. Они наиболее важны при оценке конкретной территории в качестве среды обитания человека как биологического вида.

Ландшафтно-экологические характеристики определяют состояние отдельных экосистем и позволяют дать оценку состояния природной среды на конкретной территории в целом как части биосферы планеты. Социально-экономические параметры выступают в качестве фактора формирования медико-демографических и ландшафтно-экологических характеристик. Их значение может быть ограничено раскрытием причинно-следственных связей в процессах, протекающих в изучаемых экосистемах, и обуславливающих современное экологическое состояние территории.

Проведенный анализ показывает обоснованность классификации чрезвычайных экологических ситуаций по совокупности двух основных групп характеристик - медико-демографических и ландшафтно-экологических. При этом основные ресурсные характеристики экосистем (поверхностные и подземные воды, воздух, почвы) подключаются к ландшафтно-экологическим параметрам [10].

Именно на совокупности медико-демографических и ландшафтно-экологических параметрах базируются основные сформированные на сегодняшний день подходы к определению территории со статусом экологического бедствия [9,10]. Чисто ландшафтно-экологические подходы [3] оказываются в этом случае неприемлемы из-за невозможности комплексного раскрытия через них понятия природных катаклизмов и пагубной ситуации для людей. Как уже отмечалось выше, именно по совокупности оценок по этим двум группам показателей были даны юридические определения кризисных экологических ситуаций в Законах об охране природной среды в Казахстане и в РСФСР.

Вместе с тем параллельное использование для оценки кризисных экологических ситуаций двух самостоятельных категорий характеристик требует уточнения некоторых методических вопросов. В частности, достаточно ли рассматривать параллельно медико-демографические и ландшафтно-экологические характеристики без учета взаимодействия между ними для корректной оценки качества экологического кризиса? В имеющихся методических прецедентах [9] по каждой характеристике оценка ведется самостоятельно - достаточно чтобы одна характеристика имела критическое значение, чтобы состояние было охарактеризовано как кризисное. Аналогично оценивается экологическое состояние территории, если кризисное значение имеют и медико-демографические, и ландшафтно-экологические характеристики. Однако выявленные в этих случаях состояния природной среды, определяемые как равнозначные, существенно отличаются (Табл. I). Эти отличия имеют качественный характер. При этом в качественном плане возможны следующие сочетания при определении экологической обстановки: кризисная ландшафтно-экологическая - кризисная медико-демографическая (К-К), кризисная ландшафтно-экологическая - чрезвычайная медико-демографическая (К-Ч), кризисная ландшафтно-экологическая - удовлетворительная медико-демографическая

(К-У). Первое (К-К) соответствует определению экологического кризиса, второе (К-Ч) - чрезвычайной экологической ситуации, а не кризисов, так как по медико-демографическим характеристикам кризиса не наблюдается. Третье (К-У) вообще не соответствует определению чрезвычайной экологической ситуации, так как не содержит элементов медико-демографического кризиса.

Таблица 1

Схема качественной дифференциации состояний территории при их классификации по двум группам характеристик с тремя уровнями состояний каждой

| Характеристики территорий | Ландшафтно-экологические | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------|--------------------|
| | кризисное | чрезвычайное | удовлетворительное |
| Медико-демографические | | | |
| Кризисное | ++++ | +++- | ++-- |
| Чрезвычайное | +++- | ++-- | +--- |
| Удовлетворительное | ++-- | +--- | ---- |

Степени напряженности состояний:

++ - кризисное;

+ - чрезвычайное;

- - удовлетворительное.

Ситуация (К-У) может быть охарактеризована как кризис экосистемы или ландшафтно-ценотический кризис, не распространяющийся на здоровье людей, населяющих данную территорию. Соответственно ситуация (У-К) может быть охарактеризована как медико-демографический кризис - кризис здоровья населения, возможно не зависящий от экологического состояния территории, где они проживают, и опре-

деляемый социальными, экономическими, политическими, культурными или какими-либо другими факторами. Для ландшафтно-экологических показателей существует своя характеристика чрезвычайной ситуации, как и для медико-демографических.

Очевидно, что выявленная разнокачественность состояний территорий обуславливает необходимость комбинаторики состояний частных характеристик при общей оценке экологической ситуации. В качестве примера одного из возможных решений можно привести комбинаторику частных характеристик экосистемы при ее экологической оценке в ходе составления схем районной планировки [4].

Комбинаторика состояний предполагает взаимочет не только ландшафтно-ценотический и медико-демографических характеристик путем их территориального совмещения, но и дифференциацию самих составляющих этих характеристик. Для понимания этого положения рассмотрим системо-иерархическую конструкцию экологической ситуации на оцениваемой территории (табл.2.). В общей экологической ситуации ландшафтно-ценотическая и медико-демографическая ситуации могут рассматриваться как подсистемы, каждая из которых составляется определенными элементами, состояние которых зависит от определенных негативно взаимодействующих факторов. В пределах каждой из подсистем возможны качественно различные сочетания состояния элементов и факторов негативного воздействия, соответствующие различным градациям состояний:

относительно удовлетворительное - отсутствие кризисных и чрезвычайных характеристик как элементов, так и факторов;

потенциально чрезвычайное - отсутствие кризисных и чрезвычайных характеристик элементов при наличии чрезвычайных характеристик негативно воздействующих факторов;

чрезвычайное с установленной этиологией - наличие чрезвычайных характеристик элементов, совмещенное с чрезвычайными или кризисными характеристиками факторов:

Таблица 2

Системно-иерархическая конструкция экологической ситуации

| | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|---|---------------------------------|--------------------|-----------------|
| Система | Экологическая ситуация | | | | | |
| Подсистема | ландшафтно-ценотическая ситуация | | | медико-демографическая ситуация | | |
| Элементы | природные экосистемы | | природные ресурсы, включая сельское хозяйство | | здоровье населения | |
| Негативно воздействующие факторы | природные | техногенные | природные | техногенные | природные | техногенные |
| | частные факторы | частные факторы | частные факторы | частные факторы | частные факторы | частные факторы |

чрезвычайное с неустановленной этиологией - наличие чрезвычайных характеристик элементов без критических характеристик рассматриваемых факторов;

потенциально кризисное - отсутствие кризисных и чрезвычайных характеристик элементов при наличии кризисных характеристик негативно воздействующих факторов;

кризисное с установленной этиологией - наличие кризисных характеристик и элемента (элементов) и негативно действующих факторов;

кризисное с неустановленной этиологией - наличие кризисных характеристик элементов без критических характеристик рассматриваемых факторов.

В предложенной классификации характеристики элементов выступают как индикаторы состояния, а характеристики факторов - как предпосылки формирования состояния элементов. Следуя этой классификации, каждый элемент при использовании трех категорий оценок (кризисное, чрезвычайное, удовлетворительное) его самого и воздействующих на него факторов может характеризоваться семью выше описанными градациями состояний.

Указанная дифференциация категории оценок состояния территории позволяет не только выявлять районы с экологическим, ландшафтно-ценотическим или медико-демографическим неблагополучием, но и объективно судить о причинах и сферах реализации критической ситуации, а также прогнозировать ее развитие, ставить вопрос о проведении и расширении мониторинговых исследований (критические ситуации без выявленной этиологии).

Согласно разработанной Концепции экологического районирования, под показателями качества окружающей среды подразумеваются частные характеристики состояния, процессов природных и антропогенезированных экосистем, испытываемых ими техногенных нагрузок, качества здоровья населения, которые могут быть однозначно учтены и описаны количественно или качественно. Совокупность показате-

телей, каждым из которых можно охарактеризовать состояние данного элемента (или фактора) экологической ситуации, принимается за критерий районирования. В связи с особенностями той или иной территории, степенью ее мониторингового изучения, могут использоваться различные показатели данного критерия. В случаях, когда это не оговаривается специально, критическое состояние хотя бы одного показателя соответствует критическому состоянию по критерию, в число характеристик которого входит этот показатель.

Концепция предполагает обязательность оценки ситуации всякой территории по всем критериям, но не по всем показателям. В случаях, когда по одной из групп критериев (либо по индикационным, либо по факториальным) выявляется критическая ситуация, а по другой группе она не прослеживается, необходимо расширение числа анализируемых показателей второй группы с целью уточнения или исключения дестабилизации по "благополучному" критерию. Такое уточнение должно осуществляться на уровне планирования и реализации мониторинговых обследований с последующим уточнением общей оценки состояния территории.

Оценка состояния природной среды (ландшафтно-ценотическая ситуация) предполагается для неурбанизированных территорий. За оценочную единицу ландшафтно-ценотического районирования принимается ландшафт [1] с эталонизацией значения показателей, где это предусматривается, по оптимальному для ландшафтной области, к которой относится данный ландшафт. За итоговую оценочную единицу ландшафтно-ценотического районирования принимается административный район. Это должно способствовать принятию более объективных и эффективных решений на стадии разработки программ реабилитационных мер по результатам экологического районирования и их целевому выполнению на этапе реализации. Топографические материалы районирования оформляются в виде карт масштаба 1:1000 000.

При оценке состояния природной среды предусматривается использование следующих критериев:

индикационные - валово-динамические характеристики деградации природной среды; биологическое разнообразие; состояние ресурсов растительного и животного мира, почвенного покрова и поверхностного стока;

факториальные - природная экологическая опасность территорий; загрязнение воздушной среды; загрязнение почв; загрязнение поверхностных вод; техногенные воздействия на геологическую среду; механические воздействия.

Валово-динамические характеристики деградации характеризуют общие масштабы и темпы деградационных процессов в природной среде на анализируемой территории. По своему содержанию этот критерий близок к понятию "опустынивание", принятому специальными органами ЮНЕСКО [12]. Биологическое разнообразие предполагает характеристику природных экосистем по сохранности генетического и ценоотического разнообразия. Состояние ресурсов растительного и животного мира, почвенного покрова и поверхностного стока должно позволить оценить природные и антропогенезированные экологические системы по их продуктивности и степени истощенности ресурсов.

Оценка медико-демографического состояния должна производиться отдельно для городских и сельских территорий. Такой подход обусловлен как различными условиями жизни горожан и сельчан, так и различиями уровней медицинского обслуживания жителей городов и сел. Медико-демографические показатели сравниваются с оптимальными для данной ландшафтной зоны. В качестве оптимальных берутся показатели трех населенных пунктов с наилучшими медико-демографическими характеристиками. Предпочтительнее показатели, прослеженные в течении не менее 10 лет. При расчете медицинских показателей могут быть использованы данные государственной медицинской статистики, специальных ин-

формационных систем, регистров по отдельным заболеваниям или когортные исследования.

Сказанное выше относится к показателям состояния здоровья людей - индикационными характеристиками. Факториальными характеристиками медико-демографического анализа территорий являются загрязнение воздуха, загрязнение питьевой воды и ее источников, загрязнение почв селитебных территорий и радиационное загрязнение.

За оценочную и итоговую единицу медико-демографического районирования в сельской местности принимается административный район. Топографические материалы районирования оформляются в виде масштаба 1:1000 000.

При оценке медико-демографического состояния урбанизированных территорий первоначально оценка по городу в целом. Если она оказывается удовлетворительной как по медицинским, так и по факториальным критериям, дальнейший анализ не производится. Если же медико-демографическая ситуация оказывается неудовлетворительной по характеристикам здоровья населения или по параметрам окружающей среды, то территория города подлежит более детальному обследованию на основе анализа данных по зонам действия поликлинических учреждений, а при необходимости - амбулаторно-лечебных участков. Картографические материалы уточняющих медико-демографических обследований городских территорий выполняются в масштабе 1:25000.

Сбор данных по выше перечисленным критериям экологического районирования позволяет производить комплексную оценку качества окружающей среды территорий, категорий их риска для здоровья людей, выделять территории с кризисными и чрезвычайными экологическими ситуациями. Обобщающие оценки осуществляются на основе пространственного совмещения индикационных и факториальных оценок, характеристик состояния природной среды (ландшафтно-ценотическое состояние) и здоровья человека (медико-демографическое состояние).

Комплексная оценка качества среды основывается на комбинаторике состояний индикационных и факториальных критериев данной территории. Валово-динамические характеристики индицируют степень процессов деградации экосистем. Кризисному состоянию валово-динамического критерия соответствует острый, чрезвычайному - без дополнительных определений, удовлетворительному - локальный ландшафтно-ценотический кризис (чрезвычайная ситуация) при наличии кризисных (чрезвычайных) уровней индикационных критериев. Критерий "Биологическое разнообразие" своими критическими значениями свидетельствует о кризисе (чрезвычайной ситуации) природных экосистем. Критерий "Состояние ресурсов растительного и животного мира, почвенного покрова и поверхностного стока" индицирует кризис (чрезвычайную ситуацию) природопользования. Критические значения факториальных критериев сами по себе индицируют возможность кризисных (чрезвычайных) ситуаций, а при наличии критических ситуаций на уровне природных экосистем и природопользования определяют их обусловленность. Ландшафтно-ценотический кризис учитывается как совокупность кризисных ситуаций природных систем и природопользования. Разработан алгоритм оценки состояния природной среды (ландшафтно-ценотических ситуаций) с помощью которого удается дифференцировать более ста различных состояний природных экосистем. Этот алгоритм позволяет картировать результаты комплексной оценки качества природной среды территорий. На его основе также производится картирование территорий, нуждающихся в специальных режимах охраны и природопользования. Выявляемые факториальными критериями причины деградации окружающей среды позволяют наметить мероприятия по стабилизации экологической ситуации.

Дифференциация территорий по категориям риска для здоровья людей осуществляется путем пространственного наложения картин территориального распределения значений критерия "состояние здоровья" и критериев факторов негативного влияния

на здоровье людей. Разработан алгоритм медико-демографического районирования территорий. Этот алгоритм позволяет осуществлять как классификацию территории по категориям риска, так и обосновывать мероприятия по стабилизации их медико-демографического состояния, раскрывая содержание и причины дестабилизации.

Экологический кризис индицируется по территориальному совмещению ландшафтно-ценотического кризиса с выявленной экологической этиологией и медико-демографического кризиса с выявленной экологической этиологией. Аналогично устанавливаются территории с чрезвычайной экологической ситуацией по совмещению экологически обусловленных чрезвычайных ландшафтно-ценотических и медико-демографических ситуаций.

Экологический кризис (чрезвычайная экологическая ситуация) на городских территориях индицируется экологически обусловленным медико-демографическим кризисом (чрезвычайной ситуацией) урбанизированной территории, совмещенным с техногенно (исключая механические воздействия, воздействия на геосреду) обусловленным экологическим кризисом (чрезвычайной ситуацией) на территории сельского района, примыкающего к этому городу.

Таким образом концептуально и методически решен наиболее сложный вопрос - алгоритмирование комплексных оценок территорий с различной целевой направленностью. Другим важным методическим вопросом экологического районирования территорий является выбор метода экологической оценки. Существующие методы в целом могут быть подразделены на нормативный, модельный и оценочный.

Нормативный метод. Примером применения нормативного метода является проект статуса зоны экологического бедствия Приаралья [10]. Основным ориентиром при определении качества среды в нем служат показатели, основанные на понятии предельно допустимых уровней загрязнения или предельно допустимых уровней воздействий на окружа-

ющую среду, оформленные в виде нормативов. Они включают следующие меры оценок:

- нормативные показатели состояния природных сред по отдельным параметрам - ПДК, ПДН и другие аналогичные нормативы;

- нормативы, регулирующие интенсивность воздействия на природную среду - ПДВ, ПДС и другие.

Однако использование этого метода, который был жизненно необходим на первом этапе решения проблемы, имеет серьезные недостатки. С одной стороны, все уровни антропогенного воздействия, которые находятся между предельно допустимыми значениями отдельных параметров среды и принятыми как фоновые, остаются вне контроля. С другой стороны, многофакторность антропогенной нагрузки не позволяет четко выделить эффект, который вызывается изменением отдельно взятого параметра. Это существенно затрудняет, а иногда и снижает до минимума эффективность проводимых природоохранных мероприятий, поскольку не позволяет обеспечивать их строгую целенаправленность. В химической промышленности в настоящее время производится более 50 тысяч твердых органических веществ и ежегодно синтезируются более тысячи новых [6]. В атмосфере промышленных городов обнаруживается 40 - 125 летучих органических веществ, которые могут вступать во взаимодействие друг с другом и с неорганическими веществами, которых также очень много в атмосфере городов, с образованием новых соединений. Очевидно, что нельзя проконтролировать весь этот комплекс токсических загрязнителей природной среды, а, следовательно, достаточно полно и точно оценить экологическое состояние только на основе нормативной аналитики.

Нормативные параметры и сопоставление с ними обнаруживаемых фоновых концентраций загрязнителей целесообразно использовать лишь в качестве факториального обобщающего критерия техногенной нагрузки на экосистемы.

Получают также развитие нормативно-оценочные критерии качества окружающей среды [9], в которых

ПДК берутся за систему отсчета интенсивности техногенных нагрузок через кратность ее превышения. Такой подход безусловно необходим в экологическом районировании.

Модельный метод. Используются два основных вида моделей - натуральные и теоретические (абстрактные). Из натуральных моделей главную ценность представляют территории-анalogии. В силу особой сложности, комплексности и многофакторности проблемы подбор абсолютно точного аналога даже для относительно простых естественных экосистем невозможен в принципе. В особенности, если речь идет о значительных территориях. Поэтому при использовании этого подхода при оценке экологической ситуации приходится использовать частные или приближенные аналоги [11].

В основе теоретических моделей лежит понятие "экологического потенциала" территории. Экологический потенциал - это тот запас устойчивости экосистемы, когда она еще может сопротивляться негативным воздействиям, в частности, антропогенным. Он определяется предельной величиной нагрузки, при снятии которой система еще имеет возможность более или менее быстро и успешно вернуться в исходное равновесное состояние. Понятие экологического потенциала базируется на концепции устойчивости экосистем и носит скорее абстрактно-теоретический, чем практический характер. В таких чрезвычайно сложных и многофакторных системах, какими являются и естественные биогеоценозы, и урбанизированные территории, как правило, имеют место нелинейные ответные реакции на внешнее воздействие, эффекты суммации и другие взаимодействия между входными сигналами. Это делает на настоящий момент практически невозможным однозначно оценить характер и силу воздействия нагрузки на экосистему, которая являлась бы для нее предельной, с использованием только математических моделей.

Оценочный метод. При этом подходе экологическое состояние оценивается как аддитивная или

близкая к ней совокупность частных оценок отдельных параметров. Используются следующие методы упорядочения и систематизации информации: непосредственная экспертная оценка; сравнение с выбранным эталонным объектом; использование ранжированных или бальных оценок.

Оценочный метод предполагает мобильную систему характеристик экологических оценок, включая ландшафты. Метод широко использовался при проведении экологической оценки территории, в частности, при классификации и картировании устойчивости природных комплексов Сибири, Приаралья, а также при изучении состояния природных экосистем Монголии. Он является одним из наиболее емких и результативных, позволяет объективно анализировать в совокупности различные блоки данных о состоянии природных сред, растительного и животного мира, даже если они относятся к различным уровням представительности и не связаны в явном виде между собой. В рамках оценочного подхода возможны как формализованные оценочные критерии экологического состояния территорий, так и экспертные оценочные шкалы показателей и параметров, характеризующих ситуацию. Он позволяет проанализировать объективность и точность оценок экологической обстановки путем сопоставления результатов, полученных при использовании независимых оценочных методик. Метод предполагает использование также и нормативных критериев качества природной среды и биоты, а также учет возможных состояний экосистем, получаемых при разработке прогнозов экологических ситуаций.

Поэтому разработанная концепция экологического районирования предполагает использование оценочного метода для установления качества состояния определенного критерия районирования или действующего на него фактора. Другим основополагающим положением концепции является системный анализ экологической ситуации на рассматриваемой территории, при котором общая экологическая характеристика является результирующей комбинатори-

ки характеристик ландшафтно-ценотической и медико-демографической ситуаций на этой территории.

Ландшафтно-ценотическая и медико-демографическая ситуации рассматриваются как элементы общей экологической ситуации. Вместе с тем и сами эти элементарные ситуации рассматриваются как системы, элементами в которых выступают объекты и процессы-индикаторы, модифицирующие их факторы. На основании такой системной логики сформирована системно-иерархическая конструкция экологической ситуации, позволяющая с использованием комбинаторики только трех характеристик качества состояния (кризисное, чрезвычайное, удовлетворительное), осуществлять и алгоритмировать разнопрофильные, включая и интегральные, оценки состояния территории, иметь результатом районирования не только констатацию имеющейся экологической ситуации, но и анализ этиологии, прогноз развития, индикацию полноты мониторинговых наблюдений, основные направления мероприятий по стабилизации экологии каждой данной территории. Это определяет качественно новый уровень концепции экологического районирования территорий Казахстана в сопоставлении с аналогами, разработанными для других регионов.

Предлагаемая концепция является основой для разработки методического руководства экологического районирования территории Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .

1. Атлас Казахской ССР. Том 1. Природные условия и ресурсы. - М: Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР, 1982. - 82 с.
2. Байтулин И.О., Исентаев К.Б., Скопин А.Ю. О прикладном экологическом зонировании Казахстана и критериях выделения зон экологического бедствия // Док. - 1992. - N 3. - С. 58-64.
3. Букс И.А. Некоторые методические подходы к оценке устойчивости природных комплексов для условий прогноза состояния окружающей среды //

- Проблемы фонового мониторинга состояния природной среды. - М., 1987. - С. 200-212.
4. Владимиров В.В., Соцкая Е.М. Инженерно-экологическое зонирование и система мероприятий по охране окружающей среды // Районная планировка. Справочник проектировщика.- М., Стройиздат, 1986. - С. 211-213.
 5. Гичев Ю.П. Методические подходы к количественной оценке состояния здоровья и социально-трудового потенциала населения города // Урбозкология - М., Наука, 1990. - С. 182-185.
 6. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Справочник. - М.: Химия, 1986. - 207 с.
 7. Давыдовский И.В. Общая патология человека. - М.: Медицина, 1969. - 611 с.
 8. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. - Новосибирск: Наука, 1980. - 169 с.
 9. Критерий оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. - М.: 1992. - 58 с.
 10. Проект статуса зоны экологического бедствия Приаралья - М.: Министерство природопользования и охраны окружающей среды СССР. - М.: 1991. - 82 с.
 11. Система экологических показателей для зон экологического бедствия. - Государственный комитет по экологии и природопользованию Республики Казахстан. - Алма-Ата: РНТП "Экология". 1991. - 64 с.
 12. Provisional methodology for assesement and mapping of desertification - Rome: FAO, 1981. - 104 p.

Казахское отделение Международной Академии "Экологической реконструкции"

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АУМАҚТАРДЫҢ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ

ҚР ҰҚА акад. биол. ғ. докт. И.О. БАЙТУЛИН
Биол. ғ. канд. С.В. ЧЕКАЛИН

Экологиялық аумақтардағы шоғырланудың айрықша жаңа тұжырымдамасы жасалған, мұның негізіне иерархиялық-жүйелік барлау арқылы экологиялық шиеленісті түсіну алынған, аумақтық шоғырланудың сапалық жай-күйін анықтауға бағалық әдістерді пайдалану көзделген.

УДК 551.553+504.3.054(574.51)

**О ТЕНДЕНЦИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ВЛИЯНИИ НА
ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ**

А. В. Белый

Рассматривается ветровой режим, как один из существенных факторов, способствующих самоочищению атмосферы. Проанализированы тенденции изменения скорости и направления ветра по станциям Алматинской области. Сделаны выводы о влиянии изменений ветрового режима на уровень загрязнения воздуха.

Проблема загрязнения атмосферы в настоящее время является одной из актуальных экологических проблем, стоящих перед многими странами мира. Она возникает как результат возрастания вредных выбросов, поступающих в воздушную среду от антропогенных источников. Между тем, атмосфера является одной из основных систем природной среды, а ее чистота - необходимое условие сохранения здоровья людей.

Как известно, уровень загрязнения воздуха определяется не только одними лишь выбросами. Существенное влияние на перенос вредных веществ в атмосфере оказывают метеорологические условия [3,12]. Поэтому, проблема загрязнения воздуха сводится не только к контролю за различными выбросами, но и правильному учету метеорологических факторов, среди которых важное место принадлежит ветровому режиму, влияющему на накопление и распространение примесей в атмосфере [7,8]. Кроме этого, ветер является одним из существенных факторов, способствующих очищению воздушного бассейна.

В настоящее время г. Алматы входит в первую тройку городов Республики по уровню загрязнения атмосферы, который как показано в [2,4,5] обусловлен в большей части господствующими здесь практически весь год слабыми ветрами в пределах 1-2 м/с, а также наблюдающимися продолжительными инверсиями температуры воздуха, что в сочетании со штилями приводит к застоям воздуха.

Обзор трудов по этой проблеме показывает, что уже достаточно много внимания было уделено изучению зависимости загрязнения атмосферы города от метеоусловий и в частности от ветрового режима. Однако, практически все они сводятся либо к исследованию пространственной [5,6,10], либо временной [1,9] структуры загрязнения, обуславливаемых влиянием ветрового фактора. В то же время сравнительно мало внимания уделено проблеме изменения ветрового режима и влиянию этого процесса на загрязнение воздушного бассейна. Очевидно, что застройка города и прилегающих к нему территорий привела к изменениям некоторых характеристик ветра и прежде всего его скорости и направления в приземном слое. Кроме этого, загрязнение воздуха выходит за пределы городской черты, поэтому в целях объективной оценки возникает необходимость в изучении данной проблемы на территории области, дальнейшее освоение площадей которой требует учета метеофакторов и прогнозирования возможного загрязнения атмосферы в том числе и в еще мало освоенной северной ее части. Вышеизложенные моменты демонстрируют обоснованность выбора региона исследований и определяют значимость их на рассматриваемой территории.

Алматинская область расположена в зоне пониженных скоростей ветра, что обусловлено действием орографических факторов. Скорости наблюдаемых здесь ветров уменьшаются при движении с севера от оз. Балхаш на юг области к северным отрогам Тянь-Шаня с 2,2 до 1,0 - 1,2 м/с. Таким образом, южная часть области, где находится практически весь промышленно - сельскохозяйственный потенциал характеризуется наиболее низкими средними скоростями ветра, что объясняется расположением ее у

северной подошвы широко простирающегося хребта Заилийский Алатау.

Другой характеристикой ветра, оказывающей значительное воздействие на загрязнение атмосферы, является его направление. Зоны высоких концентраций примесей создаются в подветренных районах, направление ветра существенным образом влияет на перемещение загрязненных масс воздуха из одних районов в другие. В равнинной части Алматинской области фиксируется в основном ветер северо - восточных, восточных и северных направлений. Отличительной особенностью южных районов области является высокая их защищенность горами, где направление ветра существенно меняется. Здесь преобладают ветры южных румбов. Кроме этого, в данной части области хорошо выражены горно - долинные ветры, которые имеют определенное значение для очищения воздушного бассейна.

Автором работы предпринята попытка проанализировать изменения средней годовой скорости ветра за многолетний период времени на рассматриваемой территории. Для этого по рядам средних годовых скоростей ветра на метеостанциях Аул N 4, Алматы, агро, Мынжилки, Усть - Горельник, Есик, Баканас, Ассы, Большое Алматинское Озеро были построены линейные тренды за период с 1966 по 1992 гг. Тренд представляет собой неслучайную медленно меняющуюся составляющую временного ряда. Для выявления тренда применялись параметрические методы, а прямая, выражающая этот тренд, была подобрана с помощью метода наименьших квадратов и описана линейным уравнением. Установив форму тренда, т. е. выбрав тип линии и описывающее ее уравнение были определены его параметры. Для линейного тренда главным параметром является среднегодовой прирост [11], т. е. величина изменения рассматриваемой величины за год, в данном случае скорости ветра. Расчет трендов по сети станций позволяет проследить тенденции в изменении скорости наблюдаемых ветров по территории Алматинской области и сделать определенные выводы о степени возможного загрязнения атмосферы, обусловленного действием

ветрового фактора. В табл. 1 представлены некоторые характеристики рассчитанных трендов.

Таблица 1

Характеристики трендов в рядах средних годовых скоростей ветра за период с 1966 по 1992 гг. по данным метеостанций Алматинской области

| Станция | Высота, м | Средняя скорость ветра за рассматриваемый период, м/с | Характеристика тренда | | Критерий Стьюдента (t) |
|---------------------------|-----------|---|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| | | | Средне-годовой прирост, м/с | Средний прирост за весь период, м/с | |
| Алматы, агро | 1317 | 1,41 | - 0,04 | - 1,08 | 2,8 |
| Усть - Горельник | 1943 | 1,37 | - 0,03 | - 0,81 | 6,2 |
| Мынжилки | 3017 | 1,50 | - 0,01 | - 0,27 | 7,2 |
| Баканас | 396 | 2,02 | - 0,03 | - 0,81 | 4,0 |
| Есик | 1098 | 1,34 | - 0,03 | - 0,81 | 5,5 |
| Аул N 4 | 362 | 2,96 | - 0,03 | - 0,81 | 5,0 |
| Ассы | 2216 | 2,17 | + 0,01 | + 0,16 | 0,5 |
| Большое Алматинское Озеро | 2516 | 1,62 | + 0,01 | + 0,14 | 1,4 |

Как следует из данных таблицы, в целом по области наблюдаются отрицательные тенденции в изменении средних годовых скоростей наблюдаемых здесь ветров. Лишь по станциям Ассы и Большое Алматинское Озеро, имеющих особое месторасположение, наблюдается рост средней годовой скорости ветра. Однако, он незначителен и среднегодовой прирост составляет всего около 0,01 м/с. Наибольшее уменьшение скорости ветра характерно для метеостанции Алматы, агро - 0,04 м/с в год.

Оценка статистической достоверности среднегодовых изменений скорости ветра производилась с

помощью критерия Стьюдента (t), численно равного отношению величины среднегодового прироста к его статистической ошибке. Расчитанный критерий сравнивался с критическим значением критерия Стьюдента. Нулевую гипотезу отвергают на принятом автором 5 %-ном уровне значимости с числом степеней свободы $n - 1$, если $t \geq t_{st}$.

Анализ результатов, представленных в табл.1, показал, что на всех рассмотренных станциях за исключением Ассы и Большое Алматинское Озеро произошло статистически значимое уменьшение скорости ветра. Возрастание же последней на вышеназванных двух станциях, как показывают данные, не является статистически достоверным и возникло за счет случайных факторов.

Таким образом, уменьшение средней годовой скорости ветра по данным рассмотренных метеостанций может очень неблагоприятно отразиться на способности атмосферы рассеивать и удалять накапливающиеся в ней примеси. Причем, это относится как к освоенным районам юга области, так и к северным, еще недостаточно экономически развитым, где также выявлена тенденция уменьшения скорости наблюдаемого ветра.

Для оценки временного ряда по станции Алматы, ОГМС был применен метод экспоненциального сглаживания, смысл которого заключается в исследовании направленности изменения рассматриваемой величины, при котором наибольшие веса приписываются последним наблюдениям. Математической основой метода является локальная аппроксимация ряда полиномом, коэффициенты которого находятся по методу наименьших квадратов с экспоненциально убывающими весами. Наибольший вес приписывается последнему наблюдению, а скорость убывания весов определяется параметром сглаживания, который выбирается путем минимизации ошибки аппроксимации на один шаг вперед, оцененный по последней трети ряда и подбирается автоматически программой ЭВМ, используемой для статистических расчетов в данном исследовании.

Применение этого метода позволило выявить тенденции изменения значений этого ряда за раз-

личные периоды времени. Учитывая длиннорядность станции Алматы, ОГМС оценка производилась за период с 1916 по 1992 гг. На рис. 1 приведены: многолетний ход средней годовой скорости ветра, экспоненциальная кривая, линейные тренды за весь срок и за различные периоды наблюдений.

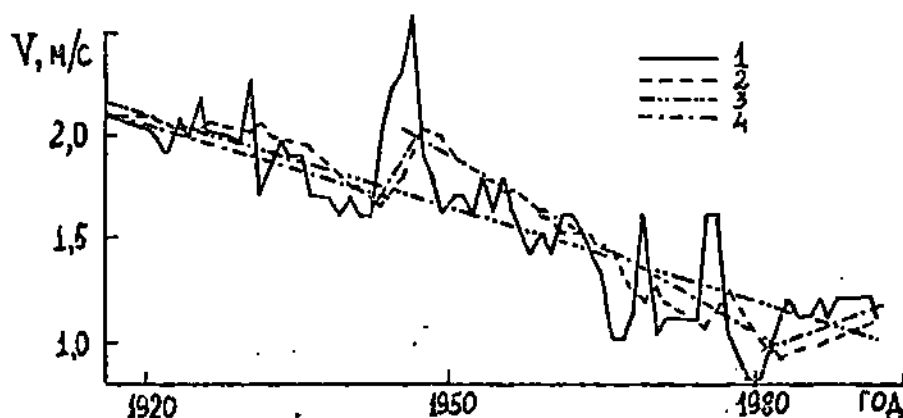


Рис.1. Многолетние средние годовые скорости ветра в м/с (1), их экспоненциально сглаженный ход (2), линейные тренды за весь срок (3) и за различные периоды (4) наблюдений по данным станции Алматы, ОГМС

Анализ графика показывает, что в целом на станции характерны ветры с малыми скоростями, в пределах 0,8 - 2,6 м/с. Наибольшие значения соответствуют периоду времени с 1942 по 1947 гг. Кроме этого, на графике видно, что для первой половины наблюдений (1916 - 1955 гг.) характерна частая повторяемость ветра со скоростью около 1,7 м/с, а средняя скорость за этот период времени составляет 1,8 м/с. После 1955 г. характерно снижение скорости наблюдаемого ветра до 1,6 - 1,5 м/с, особенно заметно ее снижение после 1966 г., когда преобладающая скорость составляла 1,1 м/с.

Наличие на графике экспоненциальной кривой и, построенных графическим способом с ее учетом, линейных трендов, позволяет сделать вывод о тен-

денциях рассматриваемой величины за различное время. Так, периоды с 1916 по 1942 гг. и с 1948 по 1982 гг. характеризуются трендами с отрицательными знаками, т. е. в эти периоды происходило уменьшение скорости ветра. В периоды времени с 1942 по 1947 гг. и с 1983 по 1992 гг. наблюдаются обратные явления - представленные тренды в рядах средних годовых значений скорости ветра имеют положительный знак. Общая же тенденция, выявленная с помощью линейного тренда, характеризуется уменьшением рассматриваемой величины за весь период наблюдений на 0,02 м/с в год.

Для анализа тенденций изменения направления ветра были использованы 27 - летние ряды наблюдений (1966 - 1992 гг.) за повторяемостью различных направлений ветра на 8 станциях Алматинской области. Весь срок наблюдений был разделен на два периода - условно - естественный (1966-1979 гг.) и нарушенный (1980 - 1992 гг.) по данным которых, были построены розы ветров, осредненных за эти периоды. На рис. 2, 3 представлены такие розы ветров по станциям Алматы, ОГМС, Большое Алматинское Озеро, Аул N 4, Есик. Построенные вышеуказанным способом розы ветров показывают возрастание в нарушенный период по сравнению с условно - естественным повторимости ветров южных направлений на станциях Нарынкол, Усть - Горельник, Мынжилки, при этом на этих станциях уменьшается повторяемость ветров западных и восточных румбов. На станциях Алматы, ОГМС, Алматы, агро возрастают ветры восточных и юго - восточных направлений при некотором ослаблении повторимости ветров западных и южных румбов. Увеличение повторимости ветров западной составляющей прослеживается по станциям Есик и Большое Алматинское Озеро при одновременном снижении юго - восточных и северо - западных на первой, а также южных, юго - западных и северо - западных - на второй. На метеостанции Аул N 4, расположенной на равнинной территории, прослеживается тенденция увеличения повторимости северных, южных, юго - западных и северо - восточных ветров и уменьшение восточных, западных и юго - восточных.

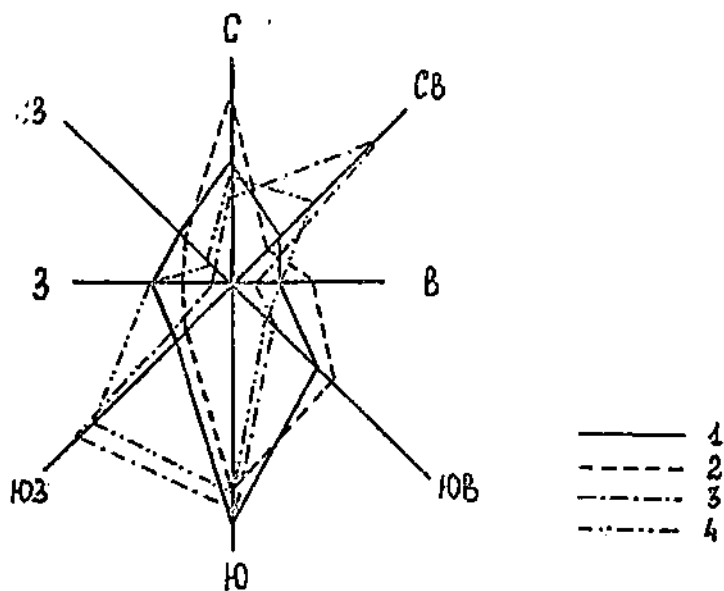


Рис.2. Розы ветров в условно - естественный (1,3), нарушенный (2,4) периоды по данным станций Алматы, ОГМС (1,2) и Большое Алматинское Озеро (3,4)

По вышеприведенным данным об изменении направления ветра по отдельным станциям довольно сложно сделать определенные выводы о его влиянии на загрязнение атмосферы области. По мнению автора, направление ветра играет заметную роль в загрязнении атмосферы в южной предгорной части области, где преобладание ветра северных и южных направлений (перпендикулярно горным хребтам) будет способствовать переносу загрязненных масс воздуха из одних районов в другие несколько раз и поэтому существенно не повлияет на очищение атмосферы. В то же время, ветер вдоль горных хребтов (западное и восточное направление) может значительно очищать воздушный бассейн. Исходя из этого, на основе полученных данных была предпринята попытка выяснить изменения направления ветра по двум составляющим: север - юг и запад - восток.

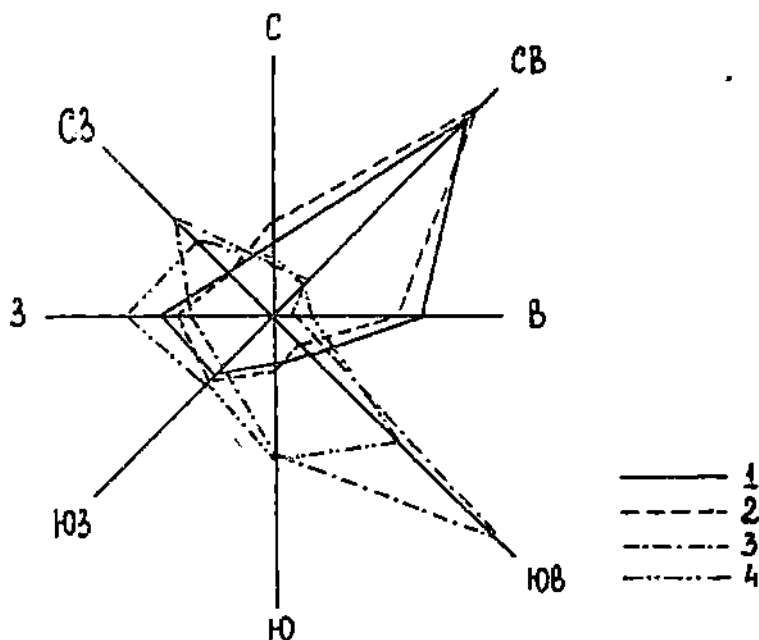


Рис.3. Розы ветров в условно - естественный (1,3), нарушенный (2,4) периоды по данным станций Аул N 4 (1,2) и Есик (3,4)

Для этого были рассчитаны средние значения повторяемости ветра северного, южного, северо - восточного, северо - западного, юго - западного и юго - восточного направлений для первой составляющей и западного, восточного, северо - восточного, северо - западного, юго - западного и юго - восточного направлений для второй составляющей отдельно за условно - естественный и нарушенный периоды. Кроме этого, была проанализирована повторяемость штилей за условно - естественный и нарушенный периоды. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Анализ данных таблицы показывает преобладание в предгорной части области ветра с составляющей север - юг, как в условно - естественный, так и в нарушенный период. Причем, на всех станциях кроме Есик, прослеживается рост повторяемости ветра северных и южных румбов, что, очевидно не

совсем благоприятно отразится в будущем на очищении атмосферы. Наибольшие значения роста этого ветра характерны для высотных метеостанций - Большое Алматинское Озеро и Усть - Горельник - 2,5 % и 1,6 % соответственно. На станции Есик наблюдается снижение повторяемости ветра сразу двух направлений, что может объясняться резким увеличением повторяемости штилей - с 22,8 % в условно - естественный период до 44,4 % - в нарушенный.

Таблица 2

Повторяемости направлений ветра по двум составляющим: север - юг (P_x , %) и запад - восток (P_y , %) и штилей (Π , %) за условно - естественный (1) и нарушенный (2) периоды по данным станций Алматинской области

| Станция | P_x , % | | P_y , % | | Π , % | |
|---------------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Нарынкол | 10,2 | 10,6 | 13,6 | 16,6 | 60,7 | 42,0 |
| Аул N 4 | 11,6 | 12,0 | 14,8 | 13,9 | 12,5 | 8,2 |
| Есик | 15,7 | 12,8 | 14,1 | 12,5 | 22,8 | 44,4 |
| Усть - Горельник | 14,9 | 16,5 | 10,9 | 8,3 | 17,7 | 44,8 |
| Большое Алматинское Озеро | 16,2 | 18,7 | 10,2 | 10,2 | 18,5 | 12,2 |
| Мынжилки | 15,6 | 16,2 | 3,3 | 3,5 | 39,7 | 38,2 |
| Алматы, агро | 14,2 | 13,4 | 9,9 | 11,5 | 26,8 | 43,1 |
| Алматы, ОГМС | 14,0 | 14,6 | 9,3 | 9,8 | 25,6 | 16,0 |

На станциях Нарынкол, Мынжилки, Алматы, агро и Алматы, ОГМС происходит увеличение повторяемости ветра как вдоль хребта, так и поперек, при этом на этих станциях за исключением Алматы, агро уменьшается повторяемость штилевых явлений, что является положительной чертой в плане ветрового очищения воздушного бассейна. На метеостанции Аул N 4, расположенной в равнинной части области,

преобладает ветер с субширотной составляющей (запад - восток), однако, здесь прослеживается тенденция на ее снижение в нарушенный период по сравнению с условно - естественным и рост повторяемости ветра южных и северных румбов, причем темпы снижения первых значительно опережают темпы роста вторых, при этом происходит снижение повторяемости штилевых явлений с 12,5 % в условно - естественный период до 8,2 % в нарушенный. В связи с положением станции на равнине, на расстоянии от горных хребтов, направление ветра здесь играет меньшую роль, чем в предгорной части области. Кроме этого, уменьшение повторяемости штилей здесь позволяет сделать вывод о положительных тенденциях изменения ветрового режима в плане влияния его на загрязнение воздушного бассейна.

Достоверность полученных результатов по ветру во многом будет определять правильность выводов о возможном уровне загрязнения атмосферы. Следует заметить, что различия в характеристиках ветра за условно - естественный и нарушенный периоды могут возникать и под действием случайных факторов, которые необходимо учитывать при анализе данных. Поэтому, еще одной задачей является определение достоверности разности двух независимых выборочных совокупностей, для чего был определен критерий достоверности различия между средними величинами повторяемости ветра по двум составляющим за условно - естественный и нарушенный периоды. Очевидно, что небольшие значения разницы в повторяемости ветра за рассмотренные периоды, следует считать случайными, на тех же станциях, где различия существенно отличаются от нуля задача состоит в оценке их достоверности. Исходя из этого, оценка статистической достоверности полученных данных изменения направления ветра была проведена выборочно - для станций Аул N 4 и Алматы, ОГМС, что объясняется разными физико - географическими условиями их местонахождения и неодинаковыми тенденциями в изменении направления ветра.

Расчитанные величины критерия достоверности (t_{ϕ}) сравнивались с табличными значениями

t - критерия Стьюдента (t_{st}). Нулевая гипотеза отвергается, если $t_{\phi} \geq t_{st}$ для принятого автором 5 %-ного уровня значимости и числа степеней свободы $(n_1 + n_2 - 2) / 2$.

Так, критерий достоверности между выборочными средними повторяемости ветра с составляющей север - юг за рассмотренные интервалы времени по станции Аул N 4 составляет 2,5, в то время как критическое значение t - критерия Стьюдента на принятом уровне значимости равно 2,18. Аналогичные данные были получены при расчете t_{ϕ} и для установленной разницы изменения повторяемости ветра с составляющей запад - восток.

Данные расчетов по метеостанции Алматы, ОГМС заслуживают более пристального внимания. Здесь при анализе рассчитанного критерия t_{ϕ} для оценки изменения повторяемости ветра с составляющей запад - восток было выяснено, что $t_{\phi} < t_{st}$ на принятом 5 %-ном уровне. Исходя из этого, можно сделать вывод, что изменения повторяемости ветра вдоль хребта в нарушенный период по этой станции не являются статистически достоверными, а значит образовались под действием случайных факторов. Таким образом, можно быть уверенным с вероятностью 95 %, что различия в повторяемости направлений ветра по двум составляющим на станции Аул N 4, а также разница в повторяемости ветра, направленного перпендикулярно горным хребтам на станции Алматы, ОГМС за условно - естественный и нарушенный периоды являются статистически значимыми и складывались под влиянием направленных процессов.

Особый интерес представляет достоверность различий в повторяемости штилей в рассмотренные периоды, оказывающих значительное влияние на самоочищение атмосферы. На рис. 4 представлена диаграмма критериев Стьюдента разностей повторяемости штилей по станциям Алматинской области. Горизонтальная линия показывает критическое значение критерия на 5 %-ном уровне значимости. Как видно на рисунке, статистически значимые изменения повторяемости штилей произошли на всех станциях, кроме Мынжилки. На последней значение кри-

терия достоверности меньше соответствующего ему критического значения критерия Стьюдента, а значит выявленные изменения на этой станции носят случайный характер т. к. статистически недостоверны.

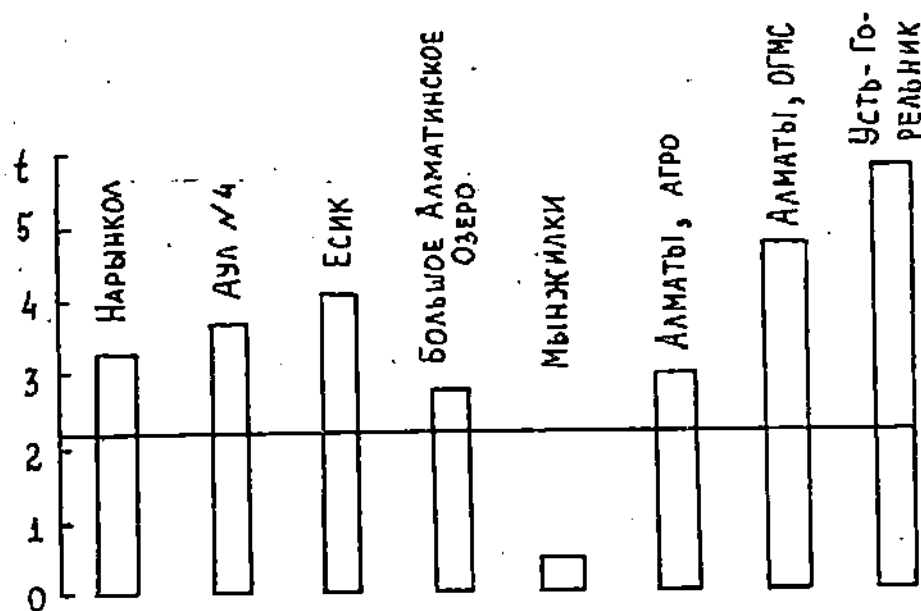


Рис. 4. Диаграмма критериев Стьюдента (t) разностей повторяемости штилей в условно - естественный и нарушенный периоды по станциям Алматинской области

Таким образом, рассмотренные данные о направлении ветра показывают наличие благоприятной тенденции во влиянии ветрового режима на очищение атмосферы преимущественно в равнинной и предгорной частях области. Здесь возрастает повторяемость ветра, направленного вдоль хребтов, а также уменьшается количество наблюдаемых штилей. В то же время в горных районах в целом высоки темпы роста повторяемости ветра северных и южных румбов при почти постоянных или слабо меняющихся значениях субширотной составляющей.

Возможно, это может быть объяснено с точки зрения разницы физико - географических условий

метеостанций. В горных районах направление ветра заметно изменяется под влиянием местных условий - форма (тип) рельефа, экспозиция, крутизна склонов и др. Исходя из этого, тенденции в изменении направления ветра могут резко различаться даже на близлежащих станциях. Учитывая, что большая часть межгорных долин в Заилийском Алатау открыта на север, преобладающее направление ветра здесь, как правило, северное или южное и устойчивость его весьма велика.

Полученные результаты об изменении скорости ветра, повторяемости его направлений и штилей дают возможность прогнозировать характер влияния ветрового режима на уровень загрязнения воздушно-го бассейна области. Уменьшение средней годовой скорости ветра в целом по области приведет к созданию условий слабого перемешивания слоев воздуха, что отразится на накоплении примесей в атмосфере и возрастанию уровня загрязнения воздуха, как в южных, так и северных ее частях. С другой стороны, увеличение повторяемости ветра западных и восточных румбов в равнинной и на ряде станций в предгорной частях области, а также снижение здесь повторяемости штилей будет способствовать лучшему переносу и рассеиванию примесей, поступающих в атмосферу.

Полученные в работе данные о тенденциях изменения скорости и направления ветра в Алматинской области позволят в дальнейшем глубже изучить одну из острейших экологических проблем - загрязнение воздушного бассейна, дать прогноз развития ситуации на перспективу. Кроме того, результаты работы могут быть применены при изучении такого явления, как застой воздуха, весьма характерного для предгорной части Алматинской области и оказывающее существенное влияние на загрязнение атмосферы, что и явится предметом дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алдабергенов С.С., Дегтярев В.И. О динамике ночного переноса загрязнений воздушной массы

- в Алма - Ате // Тр. КазНИГМИ. - 1990. - Вып. 105. - С. 30 - 38.
2. Ахмеджанов Х.А., Гельмгольц Н.Ф. Особенности климатических условий г. Алма - Аты и их роль в загрязнении воздушного бассейна города // Тр. КазНИГМИ. - 1970. - Вып. 36. - С. 127 - 135.
 3. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 184 с.
 4. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Г.П., Смирнова И.В. Чем дышит промышленный город. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 252 с.
 5. Гельмгольц Н.Ф., Нурумов С.Ж. О некоторых закономерностях ветрового самоочищения атмосферы в г. Алма - Ате // Тр. КазНИГМИ. - 1978. - Вып. 64.- С. 9 - 16.
 6. Каймирасов М.Г. О некоторых особенностях загрязнения воздушного бассейна г. Алма - Аты // Тр. КазНИГМИ. - 1984. - Вып. 82.- С. 47 - 51.
 7. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере / Э.Ю. Безуглая, Л.И. Елекова, Е.К. Завадская и др. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 328 с.
 8. Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 375 с.
 9. Переверзева Т.Г. Временные изменения потенциала загрязнения атмосферы Алма - Аты // Тр. КазНИГМИ. - 1990. - Вып. 105. - С. 38 - 43.
 10. Тюрбаева С.И. О пространственном распределении вредных примесей в г. Алма - Ате // Тр. КазНИГМИ. - 1984. - Вып. 82. - С. 51- 55.
 11. Юзбашев М.М., Манелля А.И. Статистический анализ тенденций и колеблемости. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 207 с.
 12. Giles C.H. In air pollution and natural processes // Chem. Ind. - 1984. - N 19. - 77 p.

Алматинский Государственный
Университет им. Абая

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ЖЕЛ РЕЖІМІ
ӨЗГЕРІСТЕРІНІҢ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ ЖӘНЕ
ОНЫҢ АТМОСФЕРА АСТАНАУЫНА
ӘСЕРІ ТУРАЛЫ

А.В. БЕЛЫЙ

Атмосфераның өзін өзі тазартуына ықпал ететін бірден бір негізгі себебші-желдің режимі қарастырылады. Алматы облыстық стансалары бойынша желдің жылдамдық тенденциясы мен бағыты талданады. Жел режимінің өзгерісі ауаның астану деңгейіне әсер ететіндігі туралы тұжырым жасалған.

УДК 504.064.43/47:628.4.04.405

**ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА
АЛМАТЫ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОКСИЧНЫХ
ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

З.Х.Ахметжанова

Рассматриваются данные образования токсичных промышленных отходов основных производств города Алматы с учетом возможного загрязнения окружающей среды. Приводятся разработанные и внедренные в производство новейшие методы переработки токсичных промышленных отходов. Полученные результаты можно использовать для нужд промышленных предприятий в целях предотвращения загрязнения окружающей среды города Алматы.

В городе Алматы функционирует порядка 70 промышленных предприятий, образующие токсичные отходы 2, 3, 4 класса опасности. Это в основном, предприятия машиностроения, металлообработки, автотранспорта, легкой промышленности. Отходы первого класса опасности на предприятиях города Алматы не образуются, за исключением отработанных ртутьсодержащих изделий, люминесцентных ламп, ртутных выпрямителей, излучателей и т.д., которые в настоящее время подвергаются утилизации и переработке методом термодинамической демеркуризации, основанном на прямой зависимости давления насыщенного пара ртути от температуры.

Общий поток образования токсичных отходов всех классов опасности на производственных предприятиях столицы в 1990 году составлял 80000 т, объем которых уменьшился за счет падения производства до 45233 т в 1993 году (табл.).

Таблица

**Объемы образования и утилизации
промышленных отходов**

| Годы | Классы опасности | Объемы токсичных отходов, т/год | |
|------|------------------|---------------------------------|------------|
| | | Образовано | Захоронено |
| 1990 | 1 | 639 | 584 |
| | 2 | 2552 | 2520 |
| | 3 | 4272 | 3987 |
| | 4 | 68359 | 63666 |
| 1993 | 1 | - | - |
| | 2 | 1289 | - |
| | 3 | 1795 | - |
| | 4 | 40860 | - |

Как видно из данных таблицы, доля переработки образованных токсичных отходов крайне низка и составляла в 1990 году для 1, 2, 3 и 4 классов токсичности 8, 2, 7 и 7 % соответственно. Образование промтоходов 1-го класса токсичности в 1990 году происходило в гальваноцехах промпредприятий, которые в 1993 году были, в целом, оборудованы очистными сооружениями, вырабатывающими осадки, относящиеся к отходам 4 класса опасности. Значительный объем образования токсичных отходов 2-го класса опасности, приходящийся на смолы, мастики, отработанные масла, жидкие органические вещества, кислоты - 2552 и 1289 т, соответственно, в 1990 и 1993 годах не претерпел переработку или иную утилизацию. Несмотря на то, что захоронение их запрещено на полигоне твердых бытовых отходов нормативным документом [5], оно производилось в 1990, 1991 и 1992 годах.

По санитарным нормам на упомянутом полигоне возможно захоронение в ограниченном количестве отходов 3-го и 4-го классов опасности, при условии, что токсичность смеси промышленных отходов с бытовыми не превышает токсичности бытовых отходов

по данным анализа водной вытяжки [5]. Однако, на протяжении ряда лет наблюдалось захоронение отходов всех классов опасности на полигоне твердых бытовых отходов, находящегося в 40 км севернее от границы г. Алматы, функционирующего с 1989 года. По нормативным документам захоронение отходов 3-го и 4-го классов опасности на полигоне твердых бытовых отходов должно проводиться по паспортной системе, но на практике это не соблюдается.

Из имеющихся перспективных технологий внедрена термодинамическая демеркуризация ртутьсодержащих промтоходов на установке УРЛ-2, на Малом предприятии "Сынап". Принцип действия установки основан на прямой зависимости давления насыщенного пара ртути от температуры. Обрабатываемые лампы разрушаются в камере установки, нагреваются до температуры испарения ртути, а пары ртути откачиваются вакуумной системой установки через низкотемпературную ловушку (НТЛ), на поверхности которой происходит конденсация капель, впоследствии стекающих в сборник. Для вакуумной дистилляции (отгонки) паров ртути вполне достаточно давление паров 240 Па, которое достигается при температуре порядка 130 °С. Эффективность улавливания ртути низкотемпературной ловушкой близка к 10^6 , т.е. только один из миллионов атомов может проскочить ловушку. Эта эффективность зависит от режима течения газового потока через НТЛ, который достигается только при молекулярном режиме течения газа, когда длина свободного пробега больше геометрического размера зазора в НТЛ.

Экологическая эффективность установки зависит от остаточного содержания ртути в стеклобое, поскольку демеркуризационная установка не имеет выбросов в атмосферу. Автором были исследованы режимы выбора оптимального времени термического обжига ламп, для получения стеклобоя, отвечающего экологическим требованиям. На рисунке приведена зависимость остаточного содержания ртути в стеклобое от времени демеркуризации. Рабочий режим установки предусматривает выдержку температуры 130 °С в течении 40 минут, что дает возможность получать стеклобой с остаточным содержанием ртути $C_0 = 0,01$ мг/кг, (ПДК составляет 2,1 мг/кг)

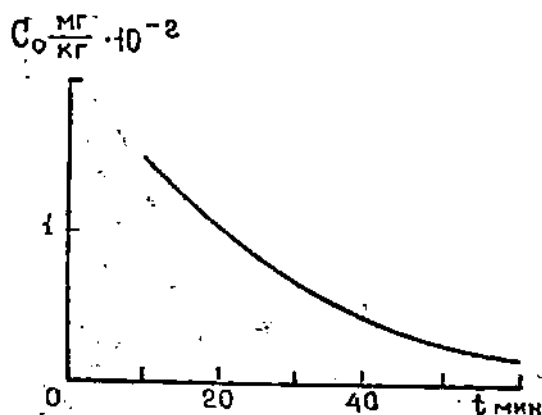


Рис. Зависимость остаточного содержания ртути в стеклобое от времени демеркуризации

Отходы 3-го класса токсичности, приведенные в таблице, представлены, в основном, нефтешламами механической очистки сточных вод, шламами СОЖ (смазочно-охлаждающими жидкостями), отходами красок, растворителей, осадками сточных вод при крашении белья, отходами фосфорного шлака, окислами нетяжелых металлов. Объем нефтешламов механической очистки сточных вод является значительным (более 800 т/год) и образуется, в основном, на автотранспортных и авторемонтных объединениях, в троллейбусных парках. Основные загрязняющие компоненты - нефтепродукты и механические примеси, поступающие в сточные воды при мойке машин. Схемы очистки примерно одинаковые: механическое отстаивание, сбор и удаление плавающих нефтепродуктов, накопление и периодическое удаление осадков на

городскую свалку (полигон ТБО). Для отходов нефтепродуктов существуют методы первичной, вторичной и третичной переработки, позволяющие получать из отработанных масел (компрессорных, промышленных, дизельных и т.д.) продукты, пригодные к повторному использованию.

Простая регенерация масел возможна и на самих предприятиях, так на АО "Электроприбор" нефтеотходы, объем которых составляет порядка 40 т в год, подвергаются восстановлению. В основном, предприятия сдают отработанные масла в "Алматы-нефтепродукт", где должна проводиться их регенерация. В настоящее время существуют различные методы регенерации масел. Наиболее эффективным и внедренным в производство методом является способ регенерации отработанных моторных масел, содержащих воду, продукты разложения и полимеризации, твердые примеси, путем обработки 2 % раствором серной кислоты и контакта с глиной при температуре 150-225 °С, далее обработкой изопропанолом с последующей перегонкой. По этой технологии уже работают в Японии заводы по регенерации отработанных масел производительностью 20000 т/год. Выход регенерированного масла составляет 92,7 % [8]. На некоторых предприятиях Алматы производится сжигание отработанных нефтепродуктов: в АО "Найза" - сжигается 3,3 т/год, "Казэлеватормонтаж" - 0,3 т/год. В печах нагревания образуется топочная сажа, которая в настоящее время выбрасывается на городскую свалку, в то время как в Японии после промывания ее минеральной кислотой (HCl), гранулируют и получают удобрение улучшенного качества [4].

Обеззараживание осадков сточных вод, образующихся на предприятиях Алматы, является одним из заслуживающих внимания способов утилизации промышленных отходов. Многообразие существующих методов обуславливает его успешный выбор с ориентировкой на высокую стабильность. Так, имеются биометрические методы обработки осадков, позволяющие обеззараживать их с добавкой наполнителя [6], применения процессов пиролиза и газификации высушенных осадков [10].

На гальванических производствах города Алма-

ты широко распространен гальванокоагуляционный метод очистки кислых, щелочных, хромсодержащих и других сточных вод, основанный на использовании электрохимического эффекта гальванического элемента: железо-кокс или железо-медь, помещенного в очищаемый раствор. В процессе очистки стоков из аппарата вытекает пульпа, содержащая примеси в виде нерастворимых соединений, далее слив фильтруется через керамические или полимерные элементы. Осадок после просушки представляет собой кристаллические образования магнитных форм соединений железа, цинка, никеля, меди и т.д. Железистый осадок от гальванокоагуляционной очистки сточных вод основных предприятий города Алматы содержит элементы в следующих пределах: Fe - 22-60 %; Cu - 0,2-4,0 %; Ni - 0,03-0,30 %; Cr (трехвалентный) - 0,4-2,0 %. Но в полученных осадках содержится большое количество железа, находящегося в неустойчивой оксидной форме, что относит его к 3-му классу опасности. Осадки, образующиеся при очистке сточных вод, являются серьезным фактором вторичного загрязнения окружающей среды, так как в своем составе имеют те же загрязнители, что и сточные воды, только в концентрированном виде.

Объем накапливаемых осадков на очистных сооружениях гальванических производств города Алматы составляет порядка 300-400 т. в год. В соответствии с действующим классификатором токсичных отходов, этот вид относится к 3-му и 4-му классу опасности в зависимости от состава улавливаемых компонентов. Колеблющийся состав осадков гальванического производства обуславливает трудность их переработки. Так, если в осадках гальваники станкостроительного завода после станции нейтрализации, содержание хрома и никеля составляет 2 и 0,6 % соответственно, то в осадках гальваники завода "Массагет" никель отсутствует, а хрома содержится до 10 %. Химическая стабилизация осадков, образующихся в процессе очистки сточных вод гальванических производств, возможна в процессе нагревания их при температуре 70-90 °С, что позволяет получать ферриты [2], химическая инертность которых низка, вследствие этого осадки мож-

но хранить на открытых площадках.

Другим перспективным методом использования осадков станций нейтрализации гальванических цехов является метод получения кислых неорганических клеев, позволяющих совместно с другими наполнителями давать прочные водостойкие материалы [1]. Полученный клей служит основой неорганических полимеров для широкого использования в металлургии, электротехнике, строительной промышленности. Автором, в настоящее время, проводится исследование осадков гальваники станкостроительного завода города Алматы. Первая стадия исследования заключается во взаимодействии влажного осадка с серной кислотой, которая отнимает кристаллизационную воду, образуя концентрированный раствор гидросульфатов с гидратированными ионами металлов. Здесь возможно протекание процесса полимеризации катионов тяжелых металлов. На второй стадии полученный раствор термически обрабатывается в течении 30-40 минут, и добавляется ортофосфорная кислота. Конечный продукт - полифосфат в виде вязких метастабильных растворов, обладающих клеящими свойствами. В некоторых осадках гальваники кроме трехвалентных ионов металла присутствуют и двухвалентные ионы. Так, в фильтрате имеются ионы Fe^{2+} , Cd^{2+} . Фосфатный метод осаждения позволяет отделить трехвалентные ионы металла от двухвалентных, так как наличие в осадках гальваники двухвалентных ионов позволяет отнести их к более опасному 3-му классу токсичности, к которым предъявляются особые условия хранения [9]. На машиностроительных заводах образуются отработанные растворы травления, содержащие ионы Fe^{3+} , Cr^{3+} и Zn^{3+} . Регенерация отработанных растворов травления осуществляется по технологии удаления ионов Fe^{3+} путем осаждения их нитралотриметилфосфоновой кислотой [3].

Большой проблемой является вопрос утилизации СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкости), представленных, в основном, эмульсолами масел (талловых, го-сиполовых смол), образуемых при черновой обработке металлов, при обезвреживании деталей. Объем образования СОЖ по основным производственным объединениям Алматы составлял в 1990 году: "АЗТМ" -

1347 т/год, "Поршень" - 785 т/год, машиностроительный завод им.С.М.Кирова - 500 т/год, "Гидромаш" - 1465 т/год, "Эталон" - 500 л/год. Вопрос о переработке СОЖ остается открытым.

На предприятиях, имеющих литейное производство, образуются формовочные смеси, относящиеся к 4 классу опасности, в состав которых входит бентонитовая глина, являющаяся ценным строительным материалом. Ежегодно на этих предприятиях образуется порядка 28000 т формовочных смесей, основная часть которых попадает на городскую свалку. Отсутствие полигона для захоронения токсичных отходов усугубляет положение, так как попадая на городской полигон, не предназначенный для захоронения токсичных отходов, последние загрязняют окружающую среду.

Ожидается дальнейший рост реальных денежных затрат на захоронение промышленных отходов. Примерный план статей расходов на захоронение 200 т отходов ежедневно с учетом, что задействованная территория изымается из общественного пользования не менее, чем на 20 лет, показывает следующее. Формы платежей группируются по организационным и технологическим стадиям отходов. Предварительная разработка включает выбор места для захоронения, проектировку, процедуру получения разрешения властей, официальное уведомление о планируемых действиях, что оценивается приблизительно в 30500 тенге. Основные затраты - около 100 млн тенге, приходится на подготовительные работы: прокладка дорог, экскавация участка и т.д. Собственно, захоронение, контроль за состоянием окружающей среды, засыпание раскопа должны составить наименьшее количество затрат - около 12500 тенге [11]. В силу изложенного, в условиях опасного приближения к экологическому кризису, необходимо внедрять в производство рассмотренные технологии утилизации токсичных отходов.

В условиях перехода к рыночной экономике, в настоящее время, существует реальная опасность массового ввоза для складирования и захоронения токсичных отходов на основе неконтролируемых соглашений с зарубежными фирмами. Анализ документов и литературных зарубежных источников, предшест-

вовавших заключению Базельской конвенции по опасным отходам, показали, что страны с более низкой технологией, как правило, становятся местом захоронения токсичных отходов, так как в эти страны они попадают в виде промпродуктов, полуфабрикатов и т.д., и по истечении определенного срока, бесповоротно подвергаются захоронению. По данным организации "Гринпис" за 1986-1988 годы более 3 млн тонн отходов были вывезены из промышленно-развитых стран в развивающиеся [7].

В связи с изложенным, необходимо усилить работу по внедрению перспективных переработок промышленных отходов на "предприятиях-образователях", применяя широкий арсенал имеющихся передовых технологий..

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бунин Н.М. Обработка осадков станций реагентной очистки гальванических цехов // Экологические проблемы в гальваническом производстве. - М., 1992.- С.133-134.
2. Дыханов Н.Н. К вопросу о химической стабилизации осадков, образующихся в процессах очистки сточных вод гальванических производств от ионов тяжелых металлов // Экологические проблемы в гальваническом производстве. - М., 1992.- С.135-138.
3. Жуматова Н.Г., Ивойлова Е.Н. Опыт создания системы комплексной переработки сточных вод гальванического производства // Охрана окружающей среды от отходов гальванического производства. - М., 1990. - С.117-120.
4. Заявка 63122782 Япония, МКИ С09 К1700, С05 G 1/00 - / Томара Масао; Ниппон дзирёку сэнка к.к - N 61 - 268374; Заявл. 11.11.86. Оpubл. 26.05.88 // Кокай токкё кохо. Сер. 3(3) - 1988. - N 52. - С.625-627.
5. Предельное количество токсичных промышленных отходов, допускаемое для складирования на полигоне—твердых бытовых отходов (нормативный документ) - М., Министерство здравоохранения СССР, 1985. - 56 с.

6. Туровский И.С., Петрова С.А. Биометрическая обработка осадков сточных вод // Обзор информ. Сер. комплексное использование и охрана водных ресурсов / Центр бюро НТИ - 1989. - N 1. - С.1-54.
7. Americans balk at toxic waste treaty // New. Sci.- 1989. - Vol.121, N 1656. - P. 27-28.
8. Ciacciarelli C. Desawollode tecnologia para el refina // Bip : Bol. Inf. petrol. - 1987.- Vol.4, N 11: - P.12-25.
9. Twidwelle L.G., Dahnke D.R. Metal recovery from electroplating waste // Proc. 1st. Int.- P. 394-398.
10. Wenning H. Peter. Verwertung von Klarschlamm // Chem.Ing.Techn. - 1989. - Vol. 61, N 4. - P. 277- 281.
11. Joyce Leonard E. How to calculate waste disposal costs // World wastes.- 1989. - Vol.32, N 3.- P. 32-40.

Алматинский Государственный
Университет им. Абая

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫН
ӨНЕРКӘСІПТІК ҚОҚЫСТЫ ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫНАН
ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

З.Х. АХМЕТЖАНОВА

Алматы қаласы қоршаған ортасында өнеркәсіптік қоқысты өндіріс қалдықтарының жиынтық деректері қаралады. Өнеркәсіптік қоқысты қайта өңдейтін жаңа, жетілдірілген әдістерді енгізу қарастырылады. Алынған нәтижелер Алматы қаласы төңірегіндегі аста-нбауына қажетгі алғышарт жасайды және өндіріс кәсіпорындарына пайдасы тиеді деп күтілуде.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

В 1976 г. была создана Общая программа по информации (ОПИ) на основе слияния прежних программ ЮНЕСКО в этой области. В 1978 г. были определены пять основных тем ОПИ:

содействие разработке политики и планов в области информации на национальном, региональном и международном уровнях;

содействие разработке и распространению методов, норм и стандартов обработки информации;

содействие развитию информационных структур; разработка специализированных информационных систем в области образования, культуры и коммуникации, естественных и общественных наук;

содействие подготовке и обучению информационных специалистов и потребителей информации.

Взаимодействие заинтересованных организаций и учреждений с ОПИ на национальном уровне обеспечивается через национальные (выделенные) информационные центры и национальные комитеты ЮНИСИСТ.

В мире существуют различные информационные системы по гидрометеорологии и окружающей среде.

ИНФОТЕРРА - Международная справочная система источников информации по окружающей среде (International Referral System for Sources of Environmental - Information). Эта система создана на основе решений Стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей среды, как составная часть Программы ООН по окружающей среде (ОНЕП). Основным рабочим документом ИНФОТЕРРА является Международный справочный регистр с указателем, в котором в соответствии с кодами ИНФОТЕРРА регистрируются данные об источниках информации, включенных в систему. Тематический охват включает в себя атмосферу и климат, возобновляемые и невозобновляемые ресурсы, загрязнение окружающей среды, мо-

ниторинг и оценку окружающей среды, океана, моря, охрану природы и другие рубрики.

ИНФОРМООС - международная проблемно-ориентированная подсистема по вопросам охраны и улучшения окружающей среды (International Problem-Oriented Information Subsystem on Environment Protection and Improvement) представляет собой совокупность функционально и организационно взаимосвязанных соответствующих частей национальных систем научной и технической информации стран Восточной Европы, информационных служб координационных центров и международных организаций, созданных этими странами, тематикой которых являются вопросы охраны и улучшения окружающей среды. ИНФОРМООС сотрудничает с ИНФОТЕРРА.

МЕДИ - справочно-информационная система по источникам данных о морской среде (Marine Environmental Data Information Referral System - MEDI). Система создана в результате международных совместных усилий по каталогизации и представлению справочных сведений об имеющихся в мире архивных массивах данных о морской среде.

ИНФОКЛИМА - мировая справочно-информационная система по климатическим данным. Система представляет информацию в виде сведений о наборах данных, суммарного описания каталогов данных международных центров данных, суммарного значения плотности и общего периода записи сети климатических станций и характера связей с другими релевантными справочными системами. ИНФОКЛИМА информирует пользователей о существовании МЕДИ и ИНФОТЕРРА и об использовании их для получения информации, не включенной в ИНФОКЛИМА.

КАРС - информационно-справочная система по применению знаний о климате (Climate Applications Referral System - CARS). В системе КАРС кратко описаны оперативные методы прикладной климатологии, выбраны приоритетные области применений климатологии к вопросам продовольствия и энергетики. Приводится справочный материал и пути получения первоисточника.

АСФИС - информационная система в области наук о водной среде и рыболовства (Aquatic Sciences and Fisheries Information System - ASFIS). АСФИС связывает источники данных, содержащих дополняющую друг друга информацию. Информация издается в виде ежемесячного реферативного журнала АСФА. АСФА издается в двух частях: АСФА-1 включает биологические науки и вопросы сохранения и использования живых ресурсов; АСФА-2 сосредоточивает свое внимание на технических аспектах и на сохранении и использовании неживых ресурсов. АСФА-2 содержит рубрики, связанные с изучением океана: описательная океанография, морская метеорология и климатология, динамическая океанография, химия и геохимия, подводная акустика, подводная оптика, геология и геофизика, загрязнение и т.п.

МЦНТИ - международный центр научно-технической информации был создан в 1970 г. для проведения единой политики в рамках крупных экономических проблем в различных отраслях хозяйства стран-членов СЭВ.

Изменения, происходящие в странах СНГ и Восточной Европы в связи с переходом к рыночной экономике, на деятельность Центра сказались, прежде всего, в падении интереса к информации о фундаментальных и прикладных НИР. К настоящему времени в состав Центра входят 10 стран-членов и 10 ассоциированных участников, представляющих фирмы и организации США, ФРГ, Чехии, Словакии, Болгарии, Бельгии, Италии, Гонконга, Республики Корея и Украины. В центре ведется успешная работа по подготовке аналитических материалов по важнейшим экономическим вопросам: состояние экономики стран СНГ и стран Восточной Европы.

Н.П. Смольникова

УДК 551.5.000.93

О ПЕРВЫХ МЕТЕОРОЛОГАХ ВЕРНОГО
А.А.Аликеев

(Продолжение. Начало в журнале "Г. и Э." № 2)

В 1884 году, когда К.А. Ларионов уезжал в Нарын, на Верненской метеостанции сначала работал священник, затем учитель черчения Верненской гимназии. Но плохо осведомленные в метеорологии, они относились к делу небрежно: не проводили наблюдений за влажностью воздуха, по несколько месяцев не делали никаких записей. И после двухлетней неудачи в сентябре 1886 года Верненскую метеостанцию принял Оттон Баум.

Фамилия Баум хорошо известна сторожилам города. Эдуард Оттонович Баум (1850 - 1921 гг.), ученый лесовод, лесной ревизор Семиреченской области. Но мало кто помнит об Оттоне Оттоновиче Бауме, старшем брате Эдуарда Баума. Он был человеком не менее одаренным и самоотверженным. Как и В.В. Обух, О.О. Баум был метеорологом-наблюдателем на Верненской метеостанции.

27 сентября 1842 года в семье заведующего пензенским училищем садоводства Оттона Матвеевича Баума родился первенец, которому в честь отца дали имя Оттон. Потом родилось еще шестеро детей - один мальчик и пятеро девочек. После окончания гимназии Оттон поступает на физико-математический факультет Казанского университета. В те годы там преподавал приват-доцент И.Н. Смирнов. Именно он в 1870 году опубликовал труд "О предсказании погоды и о весенних бурях в России". На лекциях И.Н. Смирнова Оттон Баум впервые понял, сколь интересна и полна скрытых загадок метеорологическая наука. После Казанского университета Оттон продолжил образование в старинном, богатом студен-

ческими традициями Дерптском университете. После его окончания Оттон Оттонович уехал в город Верный.

Дело в том, что Оттон Матвеевич, отец Эдуарда и Оттона Баумов, заведая училищем садоводства, оказывал немалые услуги в озеленении Верного. Генерал-губернатор Семиреченской области Г.А.Колпаковский предложил ему переехать в Верный и возглавить это благородное дело. Но Оттон Матвеевич, уже немолодой человек, не испытывал особой охоты к перемене мест. Он предложил вместо себя двух сыновей, обучавшихся естественным наукам. Колпаковский согласился. И в 1873 году Оттон Оттонович оказался в Верном. Туда же через год приехал его младший брат Эдуард. В ноябре 1873 года Оттон Баум был назначен главным садовником Верненского Казенного сада.

В 1886 году Оттон Баум принял метеостанцию от учителя черчения и установил приборы во дворе собственного дома на пересечении улиц Торговой и Набережной (М. Горького и Набережная Малой Алматинки). И снова, как и в "лареоновские" времена, метеостанция Верного продолжала выдавать метеорологическую информацию. Помогали О. Бауму рабочие Казенного сада. Они отмечали туманы, иней, ураганы, радугу, круги вокруг солнца и луны, падение метеоритов.

Год 1887 был трагическим для города: произошло в Верном разрушительной силы землетрясение. Оно сопровождалось каменными обвалами в горах, в районе Мохнатой сопки, сильными паводками на Большой и Малой Алматинках, на реке Весновке. Дом Оттона Баума был разрушен до основания, как и многие другие дома в городе. Едва оправившись от случившегося, Оттон Оттонович стал вытаскивать из-под обломков все, что еще можно было использовать для метеоплощадки под открытым небом. К его удивлению и радости, многие приборы уцелели, а психрометрическая будка осталась на своем месте, как и до землетрясения. Метеостанция была восстановлена. Катастрофа прервала наблюдения всего на три дня.

Еще пять лет исправно проводил Оттон Баум

метеорологические наблюдения. Внезапная смерть 16 февраля 1892 года оборвала его жизнь. Он умер на метеоплощадке во время работы.

В 1915 году для Верненской метеостанции был построен новый дом на южной окраине города. Недалеко протекал Головной арык. Из него брали начало все арыки города. До 1885 г. станция называлась - Укрепление Верное, до 1921 г. - станция города Верного, до 1932 г. - станция Алма-Ата, до 1950 г. - Алма-Ата, обсерватория, до 1951-го года - Алма-Ата. Сейчас метеостанция называется Алматы, ОГМС.

МУХИТ ЕСЕНОВИЧ БЕЛЬГИБАЕВ
(к 60-летию со дня рождения)

16 ноября 1995 года исполнилось 60 лет крупному ученому в области эоловедения, заведующему кафедрой охраны окружающей среды и рационального природопользования Алматинского Государственного Университета им. Абая, члену редколлегии журнала "Гидрометеорология и экология", члену корреспонденту Народной Академии "Экология", доктору географических наук Мухиту Есеновичу Бельгибаеву.

После окончания биолого-почвенного факультета Казахского Государственного университета им. С.М.Кирова в 1960 году М.Е.Бельгибаев начал работать младшим научным сотрудником Института почвоведения АН КазССР в отделе эрозии почв. Первые исследования были проведены им в Костанайской области, где в 1962 г. был организован опорный пункт по изучению эрозии почв. Возглавляя этот пункт М.Е.Бельгибаев уделял много внимания организации научно-исследовательской работы. Здесь под руководством Мухита Есеновича была разработана методика крупномасштабного картографирования и классификации дефлированных почв, внедрен проект противоэрозионных мероприятий по защите почв от дефляции. В 1972 году М.Е.Бельгибаев защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук. С 1981 года он возглавил лабораторию охраны почв в Целиноградском отделении Института почвоведения АН КазССР. В 1982 году опубликована коллективная монография "Эколого-географические условия дефляции почв Северного и Центрального Казахстана", одним из авторов которой был М.Е.Бельгибаев.

Вопросам крупномасштабного и среднемасштабного картографирования, классификации дефлированных почв, определению податливости и устойчивости, глубине выдувания почв юбиляр уделял большое внимание в течение многих лет работы в Северном и

Центральном Казахстане. Классификация дефлированных почв, разработанная Мухитом Есеновичем, была включена в "Общесоюзную инструкцию по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования". Много внимания он уделял изучению эоловых форм микрорельефа. Некоторые его предложения по терминологии эоловых форм рельефа включены в справочное руководство.

Значительные работы выполнены М.Е.Бельгибаевым по вопросам географии почв и скорости почвообразовательного процесса, по исследованиям Аральской проблемы. В 1993 году он успешно защитил в Москве (ИГ РАН) докторскую диссертацию.

Мухит Есенович организатор многих совещаний и конференций. Он всегда доброжелательно консультирует и оказывает помощь своим коллегам в решении различных географических задач. В течение последних лет Мухит Есенович выполняет большую педагогическую работу, принимая активное участие в подготовке специалистов-экологов и аспирантов. Он член ряда Ученых Советов и Специализированного Совета по защите диссертаций, активной работой в которых способствует развитию научных исследований и подготовке кадров высшей квалификации.

Мухит Есенович сочетает в себе редкий дар серьезной работы в различных научных направлениях: почвоведение, физической географии, геоморфологии, экологии, охраны окружающей среды и опытного педагога. Его преданность интересам науки, желание заглянуть в непознанное является для многих примером, достойным подражания.

Желаем Вам, дорогой Мухит Есенович, крепкого здоровья, долгих лет жизни, неиссякаемой бодрости, оптимизма и дальнейших успехов в труде на благо независимого Казахстана.

Редколлегия журнала "Гидрометеорология и экология", Казгидромет,
Географический факультет АГУ им. Абая

**СЕДЬМАЯ СЕССИЯ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
СТРАН СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ**

С 14 по 16 ноября в г.Ашгабате состоялась очередная седьмая сессия Межгосударственного Совета по гидрометеорологии (МСГ) стран СНГ, в работе которой принимали участие представители 10 национальных гидрометеорологических служб (НГМС), в том числе и Казахская делегация: Шаменов А.М. - начальник Казгидромета, глава делегации, Кубаков Е.К. - начальник отдела гидрометобеспечения и мониторинга Казгидромета, Сибирцев А.В. - заместитель начальника Центра сбора и обработки информации Казгидромета и Есеркепова И.Б. - заведующая лабораторией Казахского научно-исследовательского института окружающей среды и климата (КазНИИМОСК).

На открытии сессии с вступительной речью от имени Президента и Правительства Туркменистана выступил заместитель председателя Кабинета Министров М.Р. Ражапов. Он огласил приветствие Президента Туркменистана С.Ниязова к участникам сессии. В нем Президент Республики отметил важность работы гидрометеорологических служб, без учета информации которых не может обходиться ни земледелие, ни авиация, ни судоходство, а также выразил уверенность в том, что итоги этого форума будут иметь значение не только для СНГ, но и для других стран мира. От имени Генерального секретаря ВМО к участникам сессии обратился специалист департамента технического сотрудничества Секретариата ВМО И. Драгичи. Он отметил важное значение деятельности МСГ для ВМО и национальных гидрометслужб стран СНГ в целях эффективной координации и обеспечения оптимальных результатов сотрудничества в области гидрометеорологических работ и

научных исследований, представляющих взаимный интерес. На открытии сессии с приветственным словом выступили председатель Программы развития ООН (ПРООН) в Туркменистане О.Эртуур, главы делегаций Армении - Г.С.Коджоян, и Казахстана - начальник Главного управления по гидрометеорологии, А.М.Шаменов.

На сессии также присутствовали представители АО "Метео" (Россия), разрабатывающей аппаратуру для аэрологического зондирования и торгово-посреднической корпорации "Бурч" (Турция), специализирующейся на поставках гидрометеорологического оборудования.

Председателем сессии был избран начальник Главного управления по гидрометеорологии, заместитель министра природопользования и охраны окружающей среды Туркменистана П.К.Курбанов.

Сессия рассмотрела семь пакетов документов

подготовленных на заседаниях шестнадцати Рабочих групп МСГ, включающих в себя 30 вопросов по следующим направлениям: общие вопросы; наземная сеть наблюдений; научно-исследовательские и научно-методические работы; обработка и издание материалов наблюдений, создание банков данных; обмен информацией, телесвязь; международная деятельность; организационные вопросы; деятельность Исполкома; отчетность за год.

Делегация Казахстана принимала участие в обсуждении всех пунктов повестки дня и предоставляла необходимую информацию. По вопросам наземной сети наблюдений, в частности, было отмечено, что Казгидромет, несмотря на большие финансовые затруднения, высокую стоимость аэрологических зондов и оболочек, все же обеспечивает работу аэрологической сети и передачу информации, хотя количество станций и сроки наблюдений предельно сокращены.

Немало внимания было уделено проблеме дальнейшего развития систем связи и взаимного обмена информацией. В связи с продолжающимся удорожанием стоимости аренды междугородных каналов перед всеми странами-участниками СНГ возник целый ряд проблем, связанных с получением гидрометеоинфор-

мации, а также доведением конечного результата всей технологической цепи прогнозирования до потребителя. Существующие системы связи в странах СНГ и, в частности, в Казахстане, базируются на расширении наземной сети телекоммуникаций. Развитие сетей, использующих спутниковые каналы передачи данных, сдерживается их высокой стоимостью, а также отсутствием единой сети приемо-передающих станций, использующих спутник связи, находящийся на геостационарной орбите. В конце 1994 года силами Российской Федерации на геостационарную орбиту выведен гидрометеорологический спутник связи "Электро", предназначенный для трансляции гидрометеорологических данных и передачи факсимильных карт облачности и подстилающей поверхности в видимом диапазоне спектра с разрешением 5-8 км, а также для проведения радиационно-магнитометрических измерений в околоземном пространстве.

Распространяемая по каналам "Электро" факсимильная информация может быть принята аппаратурой типа "Дека 1700", а также любой другой аппаратурой, предназначенной для приема информации в стандарте WEFAH. По этому вопросу Межгосударственным советом по гидрометеорологии было принято решение просить Росгидромет регулярно информировать страны СНГ о состоянии работ в этой области, организовывать семинары по использованию информации со спутника для представителей НГМС и сообщать уточненные технические характеристики, содержание передач и их расписание.

Передача факсимильных карт, а также радиотелетайпных сообщений с использованием телевизионного сигнала представляет большой интерес для всех НГМС. Передачи центрального телевидения России транслируются по каналам телевизионного вещания во все страны СНГ и практически могут быть приняты в любом областном центре Республики Казахстан. Предлагаемая вниманию участников сессии система "ТВ-информетео" использует возможности трансляции гидрометеоинформации из Главного радиометеорологического центра (ГРМЦ) Росгидромета в Москве практически в любую точку СНГ, охваченную вещанием Центрального телевидения.

По вопросу изменения циркулярных радиопередач обсуждалась необходимость сохранения факсимильного радиовещания, зачастую как единственного источника информации на местах по всем странам СНГ. Передача факсимильных карт по радио актуальна и в Республике Казахстан, т.к. на сегодняшний день ЦГМ Атырау, Шымкент, Аркалык, Кокшетау, Жамбыл, Кзыл-Орда не имеют возможности принимать по проводу кольцевую карту прогнозов, выпускаемую Казгидрометом.

На 7-й сессии МСГ было принято решение считать целесообразным издать новое расписание радиофаксимильных и радиотелетайпных передач с учетом произошедших изменений, и, кроме того, просить всех руководителей НГМС до 1 мая 1996 года представить полный перечень радиотелетайпных и радиофаксимильных передач председателю РГ-5.

Делегация Казахстана, совместно с делегациями остальных стран-участников МСГ, подчеркнула свою заинтересованность в развитии данного вида связи, учитывая возможность дальнейшей корректировки расписания передачи факсимильных карт с учетом нужд конкретных стран-потребителей.

Участниками 7-й сессии МСГ также обсуждались вопросы мониторинга введения новых кодов. В настоящее время центр по сбору и обработке информации Казгидромета испытывает трудности с внедрением нового кода "КЛИМАТ". Информацию метеостанций, перешедших на новые коды, приходится обрабатывать вручную. Предстоит до 01.01.96 г. внедрить новые коды и в гражданской авиации. Сессия решила по этому вопросу рекомендовать всем участникам принять к сведению информацию об изменениях к международным кодам и обратить внимание НГМС, что изменения к кодам ТЕМП введены с 8 ноября 1995 г., а к авиационным кодам - с 1 января 1996 г.

По вопросам научно-исследовательских и научно-методических работ были приняты решения составить программу совместных НИР, представляющих общий интерес, и провести в IV квартале 1996 г. научную конференцию по итогам НИР и ОКР.

Одним из важных для Казахстана вопросов было обсуждение выполнения обязательств по Рамочной

Конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Делегации НГМС проинформировали сессию о состоянии работ и роли национальных гидрометслужб в этой области международного сотрудничества. Ответственность за эту деятельность в Беларуси, Армении, Азербайджане и на Украине возложена не на НГМС, а на экологические ведомства. В Казахстане координацию всех работ по Конвенции осуществляет Казгидромет. Казахстанская делегация сообщила, что в этом плане активно ведутся работы уже два года и подготовлен первый национальный кадастр по парниковым газам (ПГ), получены предварительные результаты по уязвимости и адаптации основных секторов экономики и природных ресурсов к антропогенным изменениям климата, смягчению влияния эмиссий ПГ в секторе производства энергии. Они составят основу первого национального сообщения Республики Казахстан для представления в секретариат РКИК. Национальное сообщение России уже готово и будет очень полезным распространить его в качестве образца среди других НГМС, а также провести семинар для других стран СНГ по методологии составления национальных сообщений в соответствии с принятыми сессией решениями.

По вопросу введения единого понятия "стихийные гидрометеорологические явления" (СГЯ) разгорелась острая дискуссия, в результате которой было принято новое решение, предусматривающее продолжение работ в этом направлении и возможность каждой НГМС самостоятельно выработать критерии СГЯ.

В заключение участники сессии поблагодарили НГМС Туркменистана за хорошую организацию сессии и приняли обращение к Президенту Туркменистана.

И.Б. Есеркепова
А.В. Сибирцев

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО
ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЭЛЬ-НИНЬО**
(г. Вашингтон, 08.11.95)

Нации, правительства, ученые, международные организации и мировые лидеры осознают, что наличие воды, продовольственная безопасность и распространение болезней подвержены существенному влиянию внутригодовой изменчивости климата. Признавая, что вследствие этого часто существенно страдают наши общие интересы и достижения экологически устойчивого социального и экономического развития, мы, представители заинтересованных наций и организаций, собрались в Вашингтоне, 6-8 ноября 1995 г., для изучения выявляющихся возможностей улучшения условий жизни человека путем использования новых научных знаний об изменчивости климата и его предсказуемости.

Сезонный климат во всех частях мира носит изменчивый характер ввиду естественно происходящего взаимодействия между океаном, атмосферой, поверхностью суши и другими элементами климатической системы. Научные исследования под эгидой Всемирной программы исследований климата (ВПИК) ВМО/МСНС/МОК, особенно по линии Программы исследования глобальной атмосферы и тропической зоны океана (ТОГА) продемонстрировали, что климатическая система обнаруживает явную предсказуемость, особенно в связи с явлением Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНСО). Недавние научные достижения, основанные на расширенных возможностях наблюдений, улучшили понимание физики климатической системы, а появление компьютерных численных прогнозов характера сезонного климата дает возможность международному научному сообществу приступить к прогнозу некоторых компонентов климатической системы

на сезон или же на год вперед для некоторых регионов мира. Это новые прогностические возможности уже используются в некоторых странах, которые особенно подвержены влиянию ЭНСО. Дополнительные исследования по линии ВПИК, Международной программы геосфера-биосфера МСНС и Программы МССН/МСНС, касающейся человеческих аспектов глобальных экологических изменений, открывают перспективу для расширения этих возможностей прогноза за пределы тропиков и рассмотрения дополнительных аспектов изменчивости климата от сезонной до межгодовой.

Отдельные государства, национальные метеорологические и гидрологические службы и заинтересованные межправительственные организации, такие как Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО), высказали свою приверженность нацеленности на вопросы климата, что выразилось в принятии Программы действий по климату. Национальная деятельность по линии Всемирной программы климатических применений и обслуживания ВМО облегчает и стимулирует для сообществ и стран реализацию выигрыша, который дает исследования климата. Мы верим, что эта деятельность в сочетании с формирующейся программой, направленной на научные исследования усовершенствованных прогнозов и применений, сулит беспрецедентную возможность для стран эффективно превратить результаты новых научных исследований в практическую информацию в поддержку принятия государственных и частных решений на местном, национальном, региональном и международном уровнях.

Откликаясь на интерес, проявленный к этому вопросу несколькими международными форумами, в особенности на рекомендации Межправительственного совета по Программе ТОГА, Соединенные Штаты создали международную целевую группу для рассмотрения вопроса об учреждении многонационального механизма прогнозов климата в сезонном и межгодовом временных масштабах. В результате этого США на Конференции Организации Объединенных Наций по ок-

ружающей среде и развитию внесли предложение об учреждении Международного научно-исследовательского института (МНИИ) прогнозов климата во временных масштабах от сезонного до межгодового. Тогда же США объявили об осуществлении экспериментального проекта для демонстрации концепции МНИИ и пригласили официальных представителей правительств и ученых из всех заинтересованных стран присоединиться к этой инициативе. На нынешнем Форуме США доложили о достигнутом прогрессе, подтвердили свою приверженность оказанию первоначальной поддержки основным компонентам материально-технической базы, которая будет служить целям МНИИ и призвали участников Форума присоединиться к Соединенным Штатам в стремлении учредить многонациональный институт.

Наши дискуссии, основанные на предложении США и связанных с ним вопросах, выявили ценность коллективно выполняемой научной программы, нацеленной на выпуск продукции, основанной на экспериментальных прогнозах климата от сезонного до межгодового, и облегчение их применения для решения практических проблем соответствующих регионов. В этом контексте Международный научно-исследовательский институт, занимающийся Эль-Ниньо и связанной с ним изменчивостью климата, согласно предложению США, будет:

- обеспечивать структуру для проведения систематического синтеза и ассимиляции глобальных наблюдений взаимодействующей климатической системы;
- регулярно определять потребности в наблюдениях для прогноза климата от сезонного до межгодового и содействовать сбору и полному и открытому обмену соответствующих данных в контексте таких программ, как Глобальная система наблюдений за климатом, Глобальная система наблюдений за поверхностью земли, Глобальная служба атмосферы и Глобальная система наблюдений за океаном;
- укреплять, поддерживать и дополнять национальные и международные программы научных исследо-

- ваний, такие как Программа изменчивости и предсказуемости климата (КЛИВАР) ВПИК;
- расширять партнерство между естественными и социальными науками с целью использования результатов исследований климата, а также интерпретации и демонстрации социально-экономической пользы от прогнозов климата;
 - предоставлять всем заинтересованным сторонам уточненное руководство по экспериментальным прогнозам;
 - разрабатывать и демонстрировать применения, направленные на удовлетворение практических нужд общества;
 - ускорять переход от научных исследований к практической сфере применения;
 - поддерживать наращивание научных, технических, организационных и людских ресурсов в развивающихся странах, экономика которых может самым непосредственным образом извлечь пользу из усовершенствованных прогнозов климата от сезонных до межгодовых.

Признавая коллективный интерес, проявленный на Форуме, мы полны решимости превратить порыв энтузиазма, порожденного нашим совещанием, в весомые планы действий. Для этой цели мы согласились сформировать специальную рабочую группу, состоящую из экспертов и представителей правительств, международных организаций и руководителей исследовательских групп, заинтересованных в исследованиях климата, экспериментальных прогнозах и социально-экономических и экологических применениях прогнозов климата от сезонного до межгодового. Этой рабочей группе будет поручена разработка плана действий для рассмотрения заинтересованными странами и организациями частично на основе инициативы, предложенной Соединенными Штатами. Разработанный план будет предусматривать проектирование и осуществление многонационального научно-исследовательского института прогнозов климата от сезонного до межгодового и их применения. Этот план должен строиться в максимально

возможной степени на существующих национальных, региональных и международных программах. План внесет значительный вклад в содействие выполнению Программы действий по климату, как комплексной программы, эффективно связывающей исследования климата с климатическим обслуживанием.

Принимая это заявление Форума, мы выражаем нашу общую убежденность в ценности ускорения развития возможностей прогноза климата на научной основе в масштабах от сезонного до межгодового и в содействии применения научной информации об изменчивости климата для улучшения условий жизни человека.

Сообщение секретариата ВМО
N M/CFOR от 08.12.95.
Женева

**СЕДЬМАЯ СЕССИЯ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОГО КОМИТЕТА
ПО РАЗРАБОТКЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ ПО БОРЬБЕ
С ОПУСТЫНИВАНИЕМ**

(г. Найроби, 7-18 августа 1995 г.)

Сессия была созвана в соответствии с пунктами 3 и 4 резолюции 48/191 Генеральной Ассамблеи ООН от 21 декабря 1993 года. В ее работе приняли участие представители 85 государств, 9 международных и 34 неправительственных организаций. На сессии рассматривались следующие вопросы: подготовка к проведению конференции сторон; неотложные меры для Африки и меры, принятые в других регионах; положение в области подписания и ратификации Конвенции; обзор положения с внебюджетными средствами; утверждение предварительной повестки для восьмой сессии; утверждение доклада Комитета о работе его седьмой сессии.

Исполнительный секретарь Комитета сообщил, что на настоящий момент Конвенцию подписали 107 стран. Пять стран - Мексика, Кабо-Верде, Египет, Сенегал и Нидерланды - ее ратифицировали. Представители стран выступили с информацией о работе, проводимой в их странах над национальными планами борьбы с опустыниванием и ратификацией Конвенции. Общая черта выступлений состоит в том, что во всех странах процессы ратификации протекают полным ходом. Конвенция вступает в силу на девяностый день после сдачи на хранение пятидесятого документа о ратификации, принятии, одобрении или присоединении. Первая сессия Конференции Сторон должна пройти не позднее, чем через один год после даты вступления Конвенции в силу. Было отмечено, что есть все основания считать, что Конвенция вступит в силу не позднее, чем во второй половине 1996 года, первая сессия Конференции Сторон состоится в 1997 году.

Дискуссия о неотложных мерах для Африки и мерах, принятых в других регионах была очень оживленной и показала, что все страны, подписавшие Конвенцию, предпринимают активные шаги для стимулирования промежуточных мер. Вместе с тем обсуждение показало также, что конкретные меры принимаются и странами других регионов. Это подчеркивает глобальный характер проблемы опустынивания и универсальный характер Конвенции. Африканские государства заявили о готовности приступить к разработке национальных планов действия и принятию мер по борьбе с опустыниванием, а представители развитых стран о поддержке Конвенции и оказании финансовой поддержки.

Выступающие выразили свое удовлетворение и признательность в связи с тем, что Временный Секретариат Конвенции оказывает эффективное содействие в принятии неотложных мер для Африки и промежуточных мер в других регионах, что способствовало созданию благоприятной атмосферы для осуществления новых инициатив. Вместе с тем Председательствующий заявил, что нет никаких оснований для самоуспокоения. Проблемы засушливых регионов являются крайне серьезными, и мероприятия в рамках неотложных и промежуточных мер должны осуществляться без промедления.

По результатам поездки можно сделать целый ряд выводов и предположений.

Все расширяющиеся масштабы процессов опустынивания вызывают обеспокоенность мирового сообщества. Развитые страны готовы и имеют возможность оказать помощь развивающимся странам и странам с экономикой переходного периода в деле борьбы с опустыниванием. Для получения такой поддержки необходима скорейшая разработка Национального плана с включением в него отдельных, конкретных, недорогих проектов, которые должны быть адресны, хорошо обоснованы и просчитаны.

Г. Б. Бектурова

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР-КРУИЗ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ

В период с 11 сентября по 28 сентября 1995 года на Каспийском море проходил международный семинар-круиз по проекту МАГАТЭ RAW/8/004 "Методы изучения колебаний уровня воды Каспийского моря". Организаторами семинара были МАГАТЭ и Азгоскомгидромет. Семинар-круиз проводился на научно-исследовательском судне Азгоскомгидромета "Алиф Гаджиев". В работе семинара принимали участие представители Казахстана, Российской Федерации, Туркменистана, Азербайджана, Ирана, Франции, Монако и МАГАТЭ (Австрия). Куратором семинара был доктор К. Розански (МАГАТЭ, секция изотопной гидрологии). Научным руководителем был профессор Ферронский В.И. (Институт водных проблем, г. Москва).

В программу семинара входило прослушивание лекций и сообщений участников о методах и результатах изучения колебаний уровня и других параметров Каспийского моря, о современном состоянии и прогнозах подъема уровня и его влияния на окружающую экологическую и хозяйственную обстановку. Были проведены практические производственно-учебные работы на акватории Каспийского моря по определению глубины, солености, плотности, температуры, содержания изотопов радиоактивных элементов и планктона в морских водах, отбору проб воды через определенные интервалы от поверхности до дна моря на 13 точках-станциях от Иранского побережья на юге до Казахстанского побережья на севере. Одновременно, под руководством представителей МАГАТЭ участники семинара обучались новейшим методам проведения лабораторных исследований морской воды, в том числе по определению содержания изотопов радиоактивных элементов. На теоретических занятиях также обсуждались пути использования пос-

ледных достижений изотопной гидрологии при установлении продолжительности и величины поднятия уровня Каспийского моря, выявлении причин, вызывающих подъем или опускание уровня моря.

Представители Республики Казахстан Кенжебаев Р.У. (Центр Мониторинга Казгидромета) и Шиварева С.П. (КазНИИМОСК), выступили с сообщениями о современном состоянии гидрометеорологической сети на Каспийском и Аральском морях, основных направлениях деятельности казахстанских ученых по проблемам Каспийского моря, последствиях подъема уровня Каспийского моря на казахстанском побережье и путях защиты населенных пунктов от затопления. В настоящее время на Казахстанской части Каспийского моря действуют 4 морские станции: Актау, Форт Шевченко, остров Кулалы, остров Пешной. Основные виды морских гидрометеорологических наблюдений: уровень моря, температура и соленость воды, высота и направление волн, скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха, облачность. Оперативные ежедневные данные передаются в Гидрометцентр (г. Алматы), обобщенные месячные данные пересылаются в Центр Мониторинга Казгидромета и, в соответствии с межгосударственным Договором, в Азербайджанский Гидрометцентр, который занимается выпуском ежегодников по Каспийскому морю.

Существующая сеть морских станций не имеет возможности полностью охарактеризовать гидрометеорологическую обстановку в казахстанской части Каспийского моря. В условиях продолжающегося подъема уровня моря и ухудшения экологической обстановки на побережье, где размещены важные промышленные центры и крупные объекты нефтегазодобывающей промышленности, необходимо иметь, как минимум, 8-10 морских станций на побережье и в открытом море (платформенного типа). В связи с трудным финансово-экономическим положением, сложившимся в гидрометеорологической службе Казахстана, перспективы дальнейшего развития сети морских станций связаны, в основном, с укреплением

сотрудничества и привлечением финансовых средств заинтересованных организаций: администраций Мангистауской, Атырауской и Кзыл-Ординской областей, предприятий нефтегазодобывающей промышленности, экологических организаций, а также с участием в международных проектах по проблемам Каспийского и Аральского моря.

Доктор К.Розански рассказал об основных направлениях работы секции изотопной гидрологии МАГАТЭ по развитию методики и методологии изотопных исследований и их применению в производстве речных и морских гидрометеорологических наблюдений. Главной задачей этой секции является распространение среди стран, членов ООН, информации о последних достижениях в области изотопной гидрологии и всесторонняя поддержка использования изотопных методов в решении водных проблем. Основные области применения изотопных методов в практической гидрологии следующие: - определение скорости и расходов в реках, - изучение стока наносов в реках и процессов заиления в устьевых частях моря, - количественная и качественная оценка различных источников питания речных вод (атмосферные осадки, подземные воды и т.д.), - оценка засоления речных и подземных вод за счет внедрения морских вод, определение скорости и направления движения засоленных морских и озерных вод, - определение влагозапасов в снежном покрове и т.д. МАГАТЭ осуществляет программы технической помощи развивающимся странам в виде разработки различных проектов за счет своих финансовых средств. При этом МАГАТЭ поставляет необходимое оборудование, присылает своих экспертов, организует и оплачивает стажировку специалистов в своих лабораториях и учебных центрах. Продолжительность действия одного проекта 2-3 года. В настоящее время в секции изотопной гидрологии находится в разработке около 70 различных проектов.

Научный руководитель семинара, профессор Ферронский В.И. ознакомил участников с теоретическими основами изотопной гидрологии, результа-

тами последних исследовательских работ в этой области. Так, в 1994 году Институтом водных проблем и Государственным океанографическим институтом (Российская Федерация) начаты исследования по определению изменения химического состава воды в низовьях р. Волга, в северной и центральной частях Каспийского моря в результате смешения речных и морских вод. В том же году на Каспийском море проведена совместная Российско-Французская экспедиция по исследованию донных отложений с использованием изотопной методики для получения палеоклиматических данных. Выявлена средняя скорость осадконакопления для глубоководных частей моря - 20 см за 1000 лет, короткопериодические вариации (50 ± 20 лет) изменения гидрометеорологической обстановки в регионе Каспийского моря по всему изученному разрезу донных отложений (1000 см).

С интересными сообщениями выступили представители Азгоскомгидромета Алиев А.С. и Гаджиев Г., ГОИНа Лобов А.Л., З.Хамаюни (Иран), Б.Оринджоти (Монако), Ж.Бланк (Франция) и другие.

Всеми участниками семинара отмечалось, что основной причиной подъема уровня Каспийского моря является увеличение поверхностного стока и атмосферных осадков в регионе Каспийского моря. Так с 1977 года, когда начался подъем уровня моря, сток р. Волга увеличился к настоящему времени на 40 %, чуть меньше увеличился сток других рек, значительно вырос сток подземных вод, в то же время реальное испарение увеличилось всего на 5-7 %. С 1977 года уровень моря поднялся на 2,5 метра и находится в настоящее время на отметке -26,5 м.

Ухудшилось экологическое состояние морских вод. Сброс загрязняющих веществ в Каспийское море по рекам составляет в настоящее время: Волга-60 млн.т., Кура-5 млн.т., Терек-3 млн.т., Урал-2,5 млн.т., Сулак-2 млн.т., Самур-1,5 млн.т. ежегодно. По данным 1992 года общий сток загрязненных вод, включая промышленные стоки, составил по странам региона Каспийского моря: Россия-3423 млн.м³, Азербайджан-1708 млн.м³, Казахс-

тан-1655 млн.м³, Туркмения-13 млн.м³. Значительное загрязнение на самой акватории моря происходит в результате работы и аварий на морских нефтепромыслах. Наиболее интенсивно загрязняются нефтепродуктами Бакинская бухта и район Сумгаита. По степени загрязненности акватория Каспийского моря в настоящее время имеет следующие показатели: воды открытой части Северного Каспия - умеренно загрязненные, дельта р.Волги и побережье Дагестана-грязные, Азербайджанское побережье - грязные и сильно грязные, открытая часть среднего и южного Каспия-умеренно загрязненные, Туркменское и северо-западное побережье Казахстана - от грязных до сильно грязных, остальная часть казахстанского побережья-умеренно загрязненные. В связи с поднятием уровня Каспийского моря предполагается, что грязные воды дельты р.Волга будут переноситься морскими течениями вдоль западного побережья моря в южном направлении.

В вопросе о прогнозе величины и длительности дальнейшего подъема уровня Каспийского моря мнения участников международного семинара разделились. Азербайджанские специалисты и представители ряда других стран считают, что подъем уровня моря может продолжаться до 2020 года и стабилизируется на отметках между -25 и -26 м.абс., т.е. повысится еще на 1,0-1,5 м. Российские специалисты, к этому склоняются и казахстанские специалисты, считают что, в 1996-1997 году амплитуда подъема уровня моря стабилизируется и затем начнет снижаться, при этом уровень моря к 2005-2010 годам перестанет повышаться.

В целом, участие в семинаре оказалось очень полезным для специалистов с точки зрения укрепления международных контактов и ознакомления с последними достижениями в области морской гидрометеорологии.

Р.У.Кенжебаев

