

Қазақстан Республикасының
экология және биоресурстар
министрлігі

Гидрометеорология және
табиғи ортаның мониторингі
жөніндегі агенттік

Министерство экологии и
биоресурсов
Республики Казахстан
Агентство по гидрометеорологии
и мониторингу природной
среды

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 2

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
1997



Редакционный совет

Шамен А.М., директор Агентства по гидрометеорологии и мониторингу природной среды Минэкобиоресурсов, директор КазНИИМОСК, канд. экон. наук (председатель); Байтулин И.О., академик НАН РК, доктор биол. наук (зам. председателя); Баишев К.С., вице министр экологии и биоресурсов РК; Бейсенова А.С., декан геогр. факультета АГУ, чл.-корр. НАН РК, доктор геогр. наук; Болдырев В.М., декан геогр. факультета КазГУ, канд. геогр. наук; Госсен Э.Ф., академик НАН РК, доктор сельхоз. наук; Рябцев А.Д., зам. председателя Комитета по водным ресурсам Минсельхоза; Северский И.В., директор Института географии МН-АН НАН, чл.-корр. НАН РК, доктор 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); Кожсахметов П.Ж., начальник Бюро погоды, канд. техн. наук (зам. председателя); Семенов О.Е., канд. физ.-мат. наук (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; Степанов Б.С., канд. техн. наук.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 2

©

Журнал выходит 4 раза в год.
Регистрационное свидетельство № 1538
Министерства печати РК.
Подписной индекс 75835.

Подписано к печати 18.06.97 г. Формат бумаги 70 x 100 1/16.
Объем 13 п.л. Заказ 31. Тираж 500
Цена договорная

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

СОДЕРЖАНИЕ

К ВСЕМИРНОМУ ДНЮ ВОДЫ

Вода всего мира - достаточно ли ее? 9

Всемирный день воды, 22 марта 1997 г. 12

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

М.А. Мурадов

Условия возникновения сильных ветров на Северном Каспии 15

Л.А. Есауленко, И.З. Лутфуллин

Основные принципы разработки региональной модели объективного анализа метеорологических полей для территории Республики Казахстан 23

В.Г. Сальников

Особенности внезапных стратосферных потеплений на северном полушарии и способы их параметризации 32

А.М. Шамен

Об исследовании засушливых явлений в Казахстане 39

XU XI-HUI

Satellite investigation of dust in the Tarim Basin 57

А.И. Иванов, О.А. Зырянова,

Л.М. Каримова, В.Н. Коровченко

Измерение биологически активной ультрафиолетовой радиации Солнца 64

А.И. Иванов, О.А. Зырянова,

В.Н. Коровченко

О динамике приземного озона в горном районе юга Казахстана 73

Л.В. Лебедь, З.С. Беленкова

Решение некоторых агрометеорологических задач в условиях современного сельскохозяйственного производства Казахстана и его перспективного развития 79

- П.Ж. Кожакметов, С.М. Смагулов,
К.А. Сагиндыков, С.С. Байшоланов**
О рациональном использовании пастбищ 89
- В.В. Голубцов, В.И. Ли**
О возможном изменении уровня Каспийского моря 97
- Н.И. Ивкина, Т.П. Строева,
Е.И. Васенина, Г.И. Нестеркина**
К вопросу о создании батиметрической модели Каспийского моря 103
- Х.Т. Сулиева, Р.К. Кайдарова**
Современное состояние озера Бийликколь 110
- О.С. Галаева, О.Е. Семенов**
О мониторинге выноса песчано-солевого аэрозоля с осушенной части дна Аральского моря 116
- О.С. Галаева, О.Е. Семенов**
О выпадении аральского аэрозоля на подстилающую поверхность региона 122
- Г.К. Турулина, М.А. Муратов,
В.Г. Сальников, В.П. Богачев**
Особенности общей циркуляции атмосферы над Казахстаном и трансграничный перенос загрязняющих веществ 136
- Yu.M. Purov, T.J. Rice**
Ecological and economic problems of the Aral sea region during transition to a market economy 143
- С.Т. Тауипбаев, Ш.Х. Туребаев,
А.Е. Кушербаев**
Первоочередные задачи экологического оздоровления Приаралья 153
- К.Ш. Флизов, И.К. Асанбаев**
О влиянии глобального потепления климата на экологические показатели и географию почв Казахстана 160

<p>А.К. Кежегалiev, И.К. Асанбаев, О.Н. Ауэзова, А.А. Акасова Экологическое состояние почв нефтедобывающих районов Северо-Восточного Прикаспия</p>	170
<p>В.С. Чердиченко, А.А. Тютчев, В.С. Недовесов, А.В. Чердиченко Особенности распределения примесей SO_2 и NO_x в воздушном бассейне города Усть-Каменогорска в зависимости от метеорологических условий</p>	177
<p>В.С. Чердиченко, Н.Д. Стороженко, А.Г. Олейников, Б.И. Свирякин, В.Н. Зицьковский, В.А. Зубов, А.В. Чердиченко К оценке влияния хвостохранилища Соколовско- Сарбайского горнообогатительного объединения на окружающую среду</p>	192
ЗАРУБЕЖНЫЕ ПАРТНЕРЫ	
Датский гидравлический институт	203
КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, СЕМИНАРЫ	
	205

CONTENTS

TO WORLD WATER DAY

- Whole world water supply - is it enough? 9
- The World Water Day, march 22, 1997 12

SCIENTIFIC ARTICLES

- M.A. Muradov**
Conditions of strong winds beginnings in the Northern Caspian Sea 15
- L.A. Esaulenko, I.Z. Lutfulin**
Main principles for developing objective analysis regional model on meteorological field simulating for the territory of the Republic of Kazakstan 23
- V.G. Salnikov**
Peculiarities of unexpected stratospheric warming in the North Hemisphere and methods for their parameterisation 32
- A.M. Shamen**
On drought phenomena study in Kazakstan 39
- Xu Xi-Hui**
Satellite investigation of dust in the Tarim basin 57
- A.I. Ivanov, O.A. Zyrianova,
L.M. Karimova, V.N. Korovchenko**
Measurement of biologically active ultra-violet solar radiation 64
- A.I. Ivanov, O.A. Zyrianova,
V.N. Korovchenko**
On dynamics of surface ozone in mountain region in the South Kazakstan 73
- L.V. Lebed, Z.S. Belenkova**
Solution of some agrometeorological tasks under conditions of current agriculture in Kazakstan and its perspective development 79

P.Zh. Kozhahmetov, C.M. Smagulov, K.A. Sagindykov, S.S. Baisholanov On reitional pasture use	89
V.V. Golubtsov, V.I. Lee On possible Caspian Sea level change	97
N.I. Ivkina, T.P. Stroeva, E.I. Vasenina, G.I. Nesterkina On developing bathymetry model of the Caspian Sea	103
H.T. Supieva, R.K. Kaidarova Current state of lake Biilikol	110
O.S.Galaeva, O.E.Semenov About carrying out sand-sald aerosol monitoring from dried Aral Sea bottom	116
O.S. Galaeva, O.E. Semenov On Aral aerosol fall-out on surface of the region	122
G.K.Tuzulina, M.A.Muradov, V.G.Salnikov, V.P.Bogachev Particular features of a general atmosphere circulation over the Kazakstan and transboderring polluted substances transferring	136
Yu.M. Popov, T.J. Rice Ecological and economic problems of the Aral Sea region during transition to a market economy	143
S.T. Tauipbarv, Sh.H. Turebaev, A.E. Kusherbaev Primary tasks on ecological improving in Priaralia	153
K.Sh.Faizov, I.K.Asanbaev On global warming climate influence to ecological characteristics and Kazakstan soil geography	160
A.K.Kenzhegaliev, I.K.Asanbaev, O.N.Auezova, A.A.Akasova Oil extraction region ecological soil condition of Northern-Eastern Caspian Area	170

V.S. Cherednichenko, A.A. Tyutyaev, V.S. Nedovesov, A.V. Cherednichenko	
Peculiarities of SO ₂ and NO _x admixture distribution in air over Ust-Kamenogorsk city under different meteorological conditions	177
V.S. Cherednichenko, N.D. Storozhenko, A.G. Oleinikov, B.I. Sviraykin, V.N. Zinkovskiy, V.A. Zubov, A.V. Cherednichenko	
To assessment of Socolovsko-Sarbaiskyi mountain enrichment association tailwaste influence upon the environment	192
FOREIGN PARTNERS	
Danish Hydraulic Institute	203
CONFERENCE, MEETINGS, SEMINARS	205

ВОДА ВСЕГО МИРА - ДОСТАТОЧНО ЛИ ЕЕ ?

Послание Генерального секретаря ВМО,
профессора Годвина О. П. Обаси,

В этом году празднование Всемирного дня воды проводится по теме «Оценка водных ресурсов» и под девизом «Вода всего мира - достаточно ли ее?» Это тот случай, когда лица, формирующие решения, средства массовой информации и население в целом смогут заострить внимание на вопросе глобальной важности и на вкладе их национальных гидрологических служб и ВМО, головного учреждения в области оценки водных ресурсов, в национальную экономику и благосостояние народов мира.

Празднование приходится на период, когда углубляется глобальное осознание жизненно важной роли, которую играет вода в устойчивом национальном развитии. Уже немало сказано о сокращении снабжения пресной водой, которая является основным источником поддержания жизни. На самом же деле возможности снабжения мира пресной водой не сократились, а возросли запросы в таком снабжении, и загрязнение, которому подвергается вода, при этом, положение усугубляется нерегулярным выпадением осадков. Загрязнение воды является причиной смерти около 25 миллионов человек ежегодно, особенно в развивающихся странах. Половина заболеваний в мире передается с водой или через воду. Согласно оценкам, 20 % населения мира живет в условиях нехватки питьевой воды, а 50 % - в недостаточных санитарных условиях.

Между 1990 и 1995 гг. водопользование возросло в 6 раз, что более чем в 2 раза превзошло темпы роста населения за тот же период. Согласно прогнозам, население мира к 2025 г. увеличится от нынешних 5,7 млрд до 8,3 млрд, а к 2050 г. - до около 10 млрд человек. Результат этого уже очевиден и выражается в конкуренции за воду между сельским хозяйством, бытовым потреблением и промышленностью. Некоторые оценки свидетельствуют о том, что на грани века водообеспеченность на каждого человека в Африке будет составлять одну четверть этой величины в 1950 г., а в Азии и Южной Америке она будет составлять одну треть - цифры 1950 г. Эта ситуация усугубляется возникновением паводков и засухи. Картина дополняется долгосрочной угрозой глобального потепления, которое, как предполагается, значительно скажется на региональных водных ресурсах, ввиду увеличения количества паводков в одних районах и наступления засухи в других.

На второй конференции Организации Объединенных Наций по человеческим поселениям (ХАБИТАТ II), которая состоялась в Стамбуле в июне 1996 г., ВМО подчеркнула жизненно важную необходимость в информации о наличии, качестве и эксплуатации ресурсов пресной воды для городов, где будет проживать почти половина народонаселения мира ко времени вступления в новое тысячелетие. Кроме того, на Всемирной встрече на высшем уровне по вопросам продовольствия, которая состоялась в ноябре 1996 г. в Риме, ВМО подчеркнула необходимость в подходе к вопросу безопасности продовольствия во многих частях мира с учетом погоды, климата и воды, с тем чтобы выполнять глобальные обязательства, принятые на самом высоком политическом уровне, т.е. об искоренении голода и недоедания и достижении устойчивой продовольственной безопасности для всех.

Все более широко признается, что устойчивые решения водных проблем можно предложить только в том случае, если мы всесторонне изучим имеющиеся водные ресурсы в мире. Вследствие этого ВМО и агентства-партнеры недавно приступили к проведению всесторонней оценки ресурсов пресной воды мира. Проведенное исследование показало, что мы недостаточно точно знаем, сколько воды имеется в нашем распоряжении. Это затрудняет управление водными ресурсами на национальном, региональном и глобальном уровнях. Фактически, с глобальной точки зрения, имеются особо серьезные сомнения в способности национальных водохозяйственных органов удовлетворить растущие нужды в информации о воде. Специальная сессия Генеральной Ассамблеи ООН рассмотрит в июне 1997 г. это исследование в контексте рассмотрения вопроса о выполнении Повестки дня на XXI век Конференции Организации Объединенных наций по окружающей среде и развитию (КООНОСР).

Со своей стороны, ВМО рассмотрела многие водные проблемы, вызывающие тревогу у стран-членов, внесла конкретные предложения и предприняла ряд мер по их решению. Например, на глобальном уровне ВМО организовала Всемирную службу наблюдения за гидрологическим циклом (ВСНГЦ), которая осуществляется с помощью Всемирного банка с целью содействия улучшению национальных и региональных возможностей по оценке водных ресурсов. ВСНГЦ осуществляется в различных частях мира с участием соответствующих стран. На региональном уровне ВМО провела конференции по оценке водных ресурсов для Африки (Аддис-Абеба, 1995 г.) и для Латинской Америки и Карибского бассейна (Сан-Хосе, 1996 г.), и одна конференция для Азии планируется на конец этого года или начало 1998 г. Все большее признание получает тезис о том, что для оценки водных ресурсов в развивающихся странах все большие усилия следует направлять на наращивание потенциала, объединение

людских и финансовых ресурсов на региональное и межрегиональное сотрудничество.

Придерживаясь общей стратегии по увеличению усилий всех стран - членов в решении водных проблем, ВМО укрепляет свою Программу по гидрологии и водным ресурсам и содействует более тесному сотрудничеству с другими организациями, занимающимися вопросами гидрологии и соответствующими науками о земле. В этом контексте ВМО создала субрегиональное бюро для Западной Африки и Центральной Америки и Карибского бассейна и ведет работу по созданию такого бюро для региона юго-западной части Тихого океана. Эти меры приблизят ВМО к национальным метеорологическим и гидрологическим службам и к региональным организациям, занятым проблемами воды, что позволит уделять больше внимания их заботам и внести вклад в улучшение обслуживания в области воды.

Празднование Всемирного дня воды предоставляет мне приятную возможность обратить внимание, среди прочих правительственных деятелей, лиц, определяющих политику, гидрологов, водохозяйственников и метеорологов на срочную необходимость улучшения мониторинга и оценки водных ресурсов в реках и водоносных слоях, в частности, в бассейнах региональных или международных рек и особенно в развивающихся странах. Я убежден, что Правительства будут продолжать инвестировать средства в эту деятельность для рационального использования водных ресурсов и увеличения потенциала национальных водохозяйственных органов, с тем чтобы удовлетворить сегодняшние и будущие растущие потребности в информации и знаниях о воде в интересах устойчивого развития.

Я хотел бы предложить национальным гидрологическим и метеорологическим службам и водохозяйственным органам принять необходимые меры по разработке конкретных и наглядных планов и соответствующих стратегий их выполнения в отношении того, как наилучшим образом можно внести вклад в деятельность по оценке водных ресурсов на национальном и региональном уровнях в предстоящие годы.

В этот Всемирный день воды я хотел бы призвать страны - члены отпраздновать его и попытаться дать ответ на вопрос: "Вода всего мира: достаточно ли ее?" и связать его с появляющимся глобальным водным кризисом, рассмотрев необходимые меры и технологии для охраны и рационального использования этого ограниченного ресурса для будущих поколений человечества.

**ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ ВОДЫ, 22 марта 1997 г.
(Информационное письмо ВМО)**

Вода является одним из важнейших компонентов для поддержания всей жизни, она пользуется все большим спросом, и, при этом, возникает конкуренция потребителей за ее получение. Генеральная ассамблея Организации Объединенных Наций в 1992 г. объявила о праздновании 22 марта в качестве Всемирного дня воды (ВДВ). В 1997 г. темой этого Дня является "Оценка водных ресурсов", а девизом - "Вода всего мира: достаточно ли ее?"

Вода играет важнейшую роль в сохранении всех видов жизни на Земле. Она чрезвычайно необходима для экономического и социального развития, включая производство энергии, поддержание сельского хозяйства и обеспечение водой бытового и промышленного потребления. Она представляет собой экономическую ценность, и поэтому каждая единица воды должна использоваться эффективно, равномерно и разумно. Экономическую ценность воды следует должным образом учитывать при распределении скудных водных ресурсов между конкурентными потребителями, без нарушения всех прав людей на основные виды обеспечения.

Возрастающая потребность и нагрузка на водные ресурсы

Девяносто семь с половиной процентов всей воды на Земле - это соленая вода, находящаяся главным образом в океанах. Остающиеся 2,5% - это пресная вода, причем большая часть ее находится в ледяных толщах Антарктики и Гренландии, а также в виде подземной воды. Основные доступные для использования ресурсы пресной воды - это озера, водохранилища, реки и ручьи. Они составляют лишь 0,26 % общих запасов пресной воды или 0,07 % всей воды на Земле, которая является возобновимой и в действительности может быть использована на устойчивой основе.

Кроме воды, используемой для производства продовольствия, основная проблема во многих частях мира будет заключаться в обеспечении питьевой водой растущего населения и ее расходовании на уничтожение отходов, особенно во всевозрастающих мегаполисах. За период с 1950 по 1990 гг. население мира больше чем удвоилось и ожидается, что оно достигнет отметки 8,3 млрд к 2025 г. Ежегодное потребление воды на душу населения снизится, по оценкам, с 7,3 тысяч м³ в 1995 г. до 4,8 тысяч м³ к 2025 г.

В перспективе изменение климата скажется на уменьшении запаса природной воды во многих районах Земли вследствие возможных изменений в распределении дождевых осадков. В своем докладе по оценкам 1995 г. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) и Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) сообщила, что: "Изменение климата приведет к интенсификации глобального гидрологического цикла и может оказать значительное влияние на региональные водные ресурсы. Изменения в общем количестве осадков, в их частоте и интенсивности непосредственно скажутся на величине и распределении стока по времени и на интенсивности паводков и засух".

Наряду с возрастающими потребностями в мировых ресурсах пресной воды и конкуренцией среди потребителей, возрастут усилия тех, кто стремится к охране и сохранению этих ресурсов и мест заселения, которые они поддерживают. Если мы хотим, чтобы использование воды людьми и экосистемой являлось возобновимым и устойчивым, оно не должно превышать минимума стока рек. В случае с подземной водой потребление должно производиться такими темпами, какими запасы подземных вод восполняются за счет осадков.

Осознание серьезности водных проблем за последние годы происходило постепенно, и после Конференции Организации Объединенных Наций по водным проблемам в Мар-дель-Плата (Аргентина), прошедшей в 1977 г., были сформулированы важные рекомендации. К другим мероприятиям, которые сконцентрировали свое внимание на проблемах воды, относятся Международная конференция 1992 г. по водным ресурсам и окружающей среде, проведенная ВМО в Дублине (Ирландия), а также Конференция Организации Объединенных Наций 1992 г. по окружающей среде и развитию (КООНОСР), проведенная в Рио-де-Жанейро. В 1994 г. Комиссия Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию предложила провести комплексную оценку ресурсов пресной воды всего мира, включая прогноз будущих потребностей. Результаты этого исследования будут рассматриваться в 1997 г. специальной сессией Генеральной Ассамблеи ООН, контролирующей ход дела по выполнению Повестки дня на XXI век.

Деятельность ВМО, связанная с водными ресурсами

ВМО вносит свой вклад в направления международной деятельности в области водных ресурсов, особенно касающиеся сбора и обработки гидрологических данных с целью поддержания и выполнения целого ряда соглашений с другими учреждениями

системы ООН. Всемирная система ВМО наблюдений за гидрологическим циклом (ВСНГЦ), которая развивается ВМО и Всемирным банком, будет нацелена на улучшение сотрудничества на уровне речных бассейнов, региональном и глобальном уровнях для поддержки организации согласующихся и надежных информационных систем данных о воде.

В целях решения этих проблем Программа ВМО по гидрологии и водным ресурсам поддерживает деятельность Национальных гидрологических и гидрометеорологических служб и предоставляет возможности для их сотрудничества. К деятельности подобного рода относится оценка водных ресурсов, прогнозирование паводков и уровня воды рек и, все в большей мере, охрана водных ресурсов.

Поскольку спрос на пресную воду возрастает довольно быстро, имеется потребность в постоянной оценке и тщательном управлении этим ограниченным и важным ресурсом. В целом, уже существуют средства и методы для сохранения и удовлетворения потребностей в будущем. Однако требуются изменения в подходе и отношении, кроме нового мышления и политических обязательств. Совместные действия на местном, национальном, региональном и глобальном уровнях помогут вынести вопрос об устойчивом развитии нашего ценного водного ресурса на передний план в решении глобальных проблем.

ВМО и Организации ООН по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) являются головными учреждениями для подготовки празднования во всем мире Всемирного дня воды 1997 г. Они сотрудничают с членами Объединенного информационного комитета Организации Объединенных Наций (ОИКООН), а также с другими партнерами, такими как национальные, региональные и международные учреждения, работающие в области водных ресурсов. К числу усилий по мобилизации поддержки Всемирного дня воды относится заострение внимания общественности на возникающем кризисе водных ресурсов в глобальном масштабе по мере приближения XXI века.

Более подробную информацию можно получить по адресу:
Information and Public Affairs Office World Meteorological Organization
41, avenue Giuseppe-Motta Case postale 23300, Geneva 2 Switzerland.

УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛЬНЫХ ВЕТРОВ НА
СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Канд. геогр. наук М.А.Муратов

Приводятся результаты изучения климатических особенностей, синоптических и мезомасштабных условий возникновения сильного ветра, способствующего формированию нагонных явлений в северной части Каспийского моря.

Особенности ветрового режима Северного Каспия определяются как синоптическими процессами регионального масштаба, так и местными термобарическими условиями. Характер воздействия последних обусловлен внутригодовыми изменениями основных параметров атмосферы и сезонными аномалиями повторяемости различных типов развития синоптических ситуаций в данном регионе [1-6].

Необходимость исследования вполне определенных условий усиления ветра, то есть ветров, вызывающих нагоны, заставила провести селекцию ветровых данных. Исходная выборка представляла собой ежесуточные срочные данные величины скорости и направления приземного ветра (таблицы ТММ-1 и Морские гидрологические ежемесячники) по станциям: Махачкала, Остров Тюлений, Ганюшкино, Забурунье, Остров Пешной, Кульсары, Опорная, Кызан, Форт-Шевченко, Актау за период с 1964 г. по 1986 г. Из 8300 календарных дат отобраны случаи, когда ветер на этих станциях в течение суток и более был устойчив по направлению, а значения его скорости в каждом из сроков превышали 5 м/с.

Расположение станций вблизи нагонных участков побережья Северного Каспия позволило задать условия дальнейшего формирования рабочей выборки ветров западного, северо-западного, юго-западного и юго-восточного направлений. То есть выделения эффективных направлений [1] нагонного ветра: для юго-западного побережья северной части моря (Ганюшкино, Забурунье) - юго-восточного; для северного побережья (Остров Пешной, Кульсары) - юго-западного; для восточного (Опорная, Кызан) - западного и северо-западного.

Связь определенного эффективного направления ветра с конкретным затопляемым участком побережья подтверждается следующими данными. За период с 1964 г. по 1986 г. на станции Остров Пешной зафиксировано 164 случая нагонного повышения уровня моря. Средняя высота нагона была 62 см, средняя продолжительность 77 часов, средняя интенсивность 1,2 см/ч. Из них было отобрано 126 случаев, когда в

районе станции не менее суток фиксировался ветер устойчивого направления и скоростью более 5 м/с. В 62 % случаев эти нагоны были связаны с ветром юго-западного направления, в 34 % случаев - западного. Фиксация здесь довольно большого числа случаев с западным ветром может быть связана с гидрологическими особенностями водного режима в районе наблюдения и колебаниями направления ветра в пределах западного румба (247 - 293 °).

Составляющими эффективного направления нагонного ветра являются его устойчивость, интенсивность и продолжительность, которые, прежде всего, определяются характеристиками барического градиента в локальном районе (в нашем случае это район Северного Каспия). Представление о сезонной повторяемости ветров вышеуказанных направлений и, следовательно, соответствующих им локальных барических градиентов были получены после обработки эмпирического материала, упомянутого выше. Всего анализировалось 347 случаев эффективного направления (устойчивой ориентации и достаточно интенсивного в локальном районе) нагонного ветра, полученных на выборке ежесуточных данных за 1964-1986 гг. Оказалось, что величины скорости таких ветров мало меняются от сезона к сезону и для различных направлений примерно одинаковы (8-9 м/с). Более продолжительны ветры юго-восточных направлений (в среднем 42 часа). Средняя продолжительность западных, северо-западных ветров 32 часа; юго-западных - 38 часов. В повторяемости ветров обнаруживаются некоторые отличительные особенности. В течение года чаще наблюдаются западные совместно с северо-западными и юго-западными ветры (по 36 % общего числа случаев). Юго-восточные несколько реже - 28 %. Эффективные (нагонные) ветры западного и северо-западного направлений чаще возникают в весенний и осенний периоды года (62 % количества случаев данного направления), юго-западного и юго-восточного - зимой и осенью (66 %), когда повторяемость конкретной типовой ситуации может быть повышенной [4]. Следовательно, необходимая направленность горизонтальной составляющей вектора барического градиента может создаваться при вполне определенных штормообразующих ситуациях. Например, юго-западные и довольно часто западные ветры - при перемещении зон циклоничности на территорию Казахстана с запада и северо-запада; северо-западные и также западные ветры - при вхождении циклонов с юго-запада. Ветры юго-восточного направления обуславливаются существованием над Казахстаном малоподвижного антициклонального поля. Продолжительность воздействия подобных синоптических ситуаций в районе Северного Каспия и обеспечивает здесь соответствующую продолжительность сильных ветров устойчивых направлений.

Барикоциркуляционная интерпретация нагонов обычное дело в практике их исследования, однако несистематичное, от случая к случаю, фиксирование синоптических ситуаций, вызывающих штормовой

нагонный ветер, мало что может дать при отработке методики его прогнозирования. Требуется вначале исследовать режим возникновения подобных ситуаций, а затем уже выяснять специфичность условий их ветровых штормопроявлений в заданном локальном районе. Именно такой подход и был реализован в данном исследовании. В результате, анализ синоптического материала (ежесуточные приземные карты погоды, а также АТ700, АТ500, ОТ500/1000) на выборке 1964-1986 гг. дал следующую синоптико-статистическую интерпретацию барикоциркуляционного режима нагонов, основные результаты которых помещены в таблице.

Таблица

Повторяемость (%) типовых синоптических ситуаций
с штормовым ветром на севере Каспия

Тип ситуации	Направление ветра в локальном районе		
	западный, северо-западный (86 случаев)	юго-западный (107 случаев)	юго-восточный (61 случай)
Ц1	2	0	0
Ц2	21	36	0
Ц3	15	40	0
Ц4	46	7	10
Ц5	8	3	3
Ц9	4	12	0
АЦ11	0	0	1
АЦ12, АЦ13	3	2	7
АЦ14	1	0	1
АЦ16	0	0	64
АЦ17	0	0	14

Примечание: Ц1, Ц2, Ц3, Ц4, Ц5 - циклонические вхождения на Казахстан с севера, северо-запада, запада, юго-запада и юга соответственно;

Ц9 - малоподвижный циклон над Южным Уралом;

АЦ11, АЦ12, АЦ13, АЦ14 - антициклональные вхождения на Казахстан с севера, северо-запада, запада и юго-запада соответственно;

АЦ16 - малоподвижный антициклон над Казахстаном;

АЦ17 - над Казахстаном юго-западная периферия Сибирского антициклона.

Тип ситуации и его символическое обозначение определялись по технологии, изложенной в [4].

При юго-западном эффективном направлении нагонного ветра (на выборке из 107 случаев за 1964-1986 гг.) в 76 % случаев отмечались циклонические вхождения на Казахстан с запада и северо-запада. При западном и северо-западном направлении ветра в 46 % случаев (выборка - 86 случаев) фиксировался выход черноморского циклона, в 36 % - западные и северо-западные циклонические вторжения. Усиление ветра юго-восточного направления в 64 % случаев сопровождалось стационарированием антициклона над Казахстаном. Количественный анализ приведенных выборок велся также по осредненным ежесуточным данным (за 00 часов среднегринвического времени) полей приземного давления (P_0), геопотенциальной высоты изобарической поверхности АТ500 (Н500), а также осредненным значениям полей относительного геопотенциала (Н500/1000), температуры воздуха у поверхности земли (T_2) и изобарической поверхности АТ850 (Т850). Осреднение велось в узлах (всего 343) сеточной области северного полушария с шагом 5×10^6 и координатами: $0-90^\circ$ с.ш., 50 з.д. - 130° в.д.

Из данных таблицы можно получить представление о том, какие синоптические ситуации являются наиболее характерными, менее характерными и редкими при возникновении нагонного ветра определенного направления.

Юго-западный ветер

Ситуации со штормовыми юго-западными ветрами создаются наиболее часто при смещении на Казахстан циклонических зон с запада (43 % случаев) и северо-запада (39 % случаев). В северо-западном варианте вторжения ложбина мощного циклона или сам циклон перемещаются на Каспий с северо-запада. Штормовые юго-западные ветры возникают в зоне хорошо выраженных фронтальных разделов в передней юго-восточной и южной частях ложбины циклона. В поле Н500 ведущий поток весь период вторжения устойчиво ориентирован с северо-запада на юго-восток; интенсивность его значительная.

При реализации западного варианта вторжения основным штормообразующим синоптическим объектом является глубокая ложбина центрального циклона, в южной части которой часто возникают самостоятельные циклоны (в основном из волн). Вся эта мощная циклоническая система осуществляет свое движение в русле западно-восточного переноса. При продвижении на Казахстан в ее южной части создаются повышенные горизонтальные барические градиенты, а усиление южной составляющей штормового ветра обеспечивается правым его поворотом при прохождении здесь хорошо выраженных меридионально ориентированных фронтов [6]. При подходе к Южному Уралу происходит замедление движения циклонических зон и обострение связанных с ними фронтальных систем. В частных случаях (12 %) здесь отмечается

стационарирование циклона (Ц9). Существование малоподвижного циклона в районе между дельтой реки Волги и Южным Уралом - один из характерных признаков возникновения нагонного ветра.

Общим компонентом обоих выше рассмотренных вариантов является появление волн на холодных фронтах, механизм развития которых неплохо описан в [6]. Хотя в поле полученных нами осредненных значений P_0 волновая циклоничность не фиксируется из-за ее неустойчивой пространственно-временной локализации, однако выводы о структуре термобарических полей $H500/1000$, $H500$, $T850$, T_3 полностью соответствуют представлениям, которые приводятся нами ниже. Так, возникновение волн объясняется совокупным действием следующих факторов: "наличием участка циклонической ВФЗ, приводящей к падению давления, обострением температурных контрастов на фронте и орографическим возмущением воздушных течений, вызываемых Кавказским хребтом" [6]. На приводимых картах полей увеличение температурных контрастов фронтальной зоны над Западным Казахстаном, северной частью Каспия и, следовательно, более вероятное развитие здесь волн, отражает факт интенсивного сближения арктического воздуха с тропическим или теплым воздухом умеренных широт. А накопление, в процессе вторжения, с северной стороны Кавказского хребта холодных воздушных масс усиливает существующие барические градиенты.

К менее характерным и редким вариантам ситуаций (помимо вышеприведенного типа Ц9) следует отнести случаи перемещения на Казахстан циклонических объектов с хорошо выраженными южными составляющими траекторий. Это, прежде всего, выход черноморских (7%), южно-каспийских и мургабских (3%) циклонов. Иногда усиление юго-западного ветра на севере Каспия происходит при смещении сюда антициклона из районов Европы (2%). Штормовая зона в этом случае наблюдается в северной части антициклона.

Западный. Северо-западный ветер

Продолжительное усиление на севере Каспия устойчивого западного и северо-западного ветра чаще всего связано с перемещением сюда области пониженного давления из района Черного моря (наиболее характерные ситуации - 46%). Оформленная в виде углубляющегося циклона, она достаточно медленно смещается в северо-восточном направлении. В тыловой части циклона осуществляется интенсивный зток холодного воздуха в виде антициклонального ядра, стимулируя дальнейшее углубление циклона. Пространственно-временной анализ исследуемых полей показал, что можно выделить две временные фазы развития данной синоптической ситуации: фазу предвестника и фазу угрозы нагона. Для признака первой фазы характерно возникновение, появление или усиление циклона в районе Черного моря; признаком второй фазы является смещение отсюда этого циклона в северо-восточном направлении. Большие горизонтальные барические градиен-

ты и соответствующий им штормовой ветер возникают в этом случае вначале в передней, юго-восточной части циклона, благоприятствуя образованию ветровых южных течений на водной поверхности в средней части Каспийского моря. Затем, при продвижении циклона на северо-восток, над Северным Каспием проходит штормовая зона ветров западных и северо-западных направлений, вызываемых повышенными горизонтальными барическими градиентами между тыловой частью циклона и передней частью антициклонального ядра холодного вторжения.

Довольно упрощенная гидрологическая интерпретация рассмотренного развития типовой синоптической ситуации может выглядеть следующим образом: вначале осуществляется приток воды в северную часть Каспия из центральной части за счет южных ветровых течений, затем происходит последующий её нагон штормовыми западными и северо-западными ветрами на северо-восточное побережье моря.

Менее характерны случаи при усилении западного, северо-западного ветра на севере Каспия, когда на территории Казахстана доминируют типы синоптических ситуаций Ц2, Ц3, Ц5 [4] и редко - при типах Ц9, АЦ12, АЦ13 (см. данные повторяемости в таблице). При циклонических вхождениях с запада (Ц3) и северо-запада (Ц2) штормовая зона в отличие от случаев с юго-западным ветром более выражена в тыловой части ложбины, где создаются большие барические градиенты между антициклональным и циклоническими участками этих барических систем. Общим отличительным признаком данных вариантов является формирование подвижных антициклонов, сопровождающих наиболее энергичные вторжения.

Юго-восточный ветер

В отличие от предыдущих примеров, эффективный ветер юго-восточного направления возникает на севере Каспия при доминирующем воздействии барического образования антициклонального типа [2, 4]. Продолжительное сохранение интенсивной области высокого давления над Центральным Казахстаном, обеспеченной доминированием типов синоптических ситуаций АЦ16 (64%), АЦ17 (14%) - необходимое условие появления над северной частью моря протяженной зоны штормовых юго-восточных ветров. Нагоны в этих случаях более вероятны на участке казахстанского побережья от Атырау до Ганюшкино. На полученных нами картах полей метеовеличин, иллюстрирующих эти примеры, градиентная природа рассматриваемого ветра не вызывает сомнений (поля P_0). На стационарность основного штормообразующего объекта - антициклона указывает соответствующая омега-образная конфигурация над Казахстаном поля $H500$.

Однако и циклонические проявления (Ц4 - 10%, Ц5 - 3%) способны активизировать процесс штормообразования, правда гораздо реже (см. табл.). Важной особенностью в таких случаях остается нали-

чие вышеупомянутой области повышенного давления, хотя и менее выраженной. В редких случаях антициклональных вхождений рассматриваемый ветер связан с барическими градиентами, фиксируемыми в тыловой части антициклона, который притормаживает свое движение, переместившись на территорию Казахстана с запада.

Подытоживая статью, напомним, что главным результатом проведенного исследования является то, что впервые выявлен режим развития синоптических ситуаций, обеспечивающих возникновение сильного нагонного ветра в северной части Каспийского моря. Установлены и описаны разновидности данных ситуаций. Получены предварительные представления о степени доминирования конкретных вариантов ситуаций из заданного их спектра. Получен также вывод, что различные направления нагонного ветра (следовательно и различные участки затопления) связаны с кинематическими особенностями в поведении барических систем. Это ставит задачу более детального изучения их поведения, в частности, необходимость прогнозирования перемещения определенного участка барической области в заданный район окрестности Северного Каспия.

Проведенные исследования являются необходимым этапом в практике комплексного изучения феномена нагона. С выяснением синоптических причин возникновения нагонного ветра появляется возможность обнаружить различные прогностические индикаторы со свойствами среднесрочной заблаговременности, указывающие на типовой характер развития нагонной синоптической ситуации.

При исследовании влияния ветра на нагоны следует помнить о многообразии вызывающих их причин. Помимо метеорологических, необходимо учитывать специфические особенности гидрологического режима различных участков акватории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Каспийское море. Т. VI, Гидрометеорологические условия. Вып. 1 / Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова. - СПб.: Гидрометеониздат, 1992. - 359 с.
2. Малат-заде А.А. Основные типы атмосферных процессов, обуславливающих поле ветра на Каспийском море // Тр. Океанографической комиссии АН СССР. - 1959. - Т. 5. - С. 140-145.
3. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование: Сборник лекций. - Л.: Гидрометеониздат, 1988. - 136 с.
4. Мурадов М.А. О каталоге синоптических ситуаций в Казахстане // Гидрометеорология и экология-1996. - N 1. - С. 76-92.
5. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. II. Вып. 4. Казахстан / Под ред. Мурадова М.А. - М.: Гидрометеониздат, 1987. - 35 с.

6. Синоптические процессы Средней Азии / В.А.Бугаев, В.А.Джорджио, Е.М.Козик и др. -Ташкент: Изд-во АН Узб,ССР, 1957. - 477 с.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

СОЛТҮСТІК КАСПИЙДЕ ҚАТТЫ ЖЕЛДЕРДІҢ ПАЙДА БОЛУ ЖАҒДАЙЛАРЫ

Геогр. г. канд. М.А. Муратов

Каспий көлінің солтүстік бөлігінде су қуғындау құбылыстардың қалыптасуына әсер ететін қатты желдің пайда болуының климаттық ерекшеліктерін, синоптикалық және мезомасштабтық жағдайларын зерттеу нәтижелері берілді.

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ
РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТИВНОГО АНАЛИЗА
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Л.А. Есауленко
И.З. Лутфулин

Доктор техн. наук

В модели осуществляется проверка репрезентативности данных всех пунктов зондирования атмосферы и расчёты значений метеовеличин в узлах сеточной области, с учётом возможных их отклонений под влиянием орографии, подстилающей поверхности, вертикальных токов и случайных ошибок.

Как известно, для расчётов по прогностическим моделям атмосферы необходимо иметь значения метеорологических величин в узлах регулярной сетки точек в один (начальный) момент времени [2]. В мировой практике используется целый ряд методов численного анализа метеовеличин [4, 6, 7, 8]. В последние годы были разработаны новые версии оперативных региональных схем для центра Европы [1] и сибирского региона [5]. В отличие от метода полиномиальной интерполяции, впервые предложенного Х.А. Пановским, наиболее часто используется метод оптимальной интерполяции, разработанный Л.С. Гандиным [3].

Сопоставление значений метеовеличин, измеренных в пунктах зондирования атмосферы и полученных для этих же пунктов по способу оптимальной интерполяции, показывает значительное их расхождение, достигающее иногда 10 гПа по геопотенциалу, 8 °С по температуре и дефициту точки росы. Как известно [2], в основе этого способа лежит гипотеза, что метеовеличины измеряются с определенной ошибкой, и истинное их значение можно получить путем математической обработки. Теперь, когда метод радиозондирования достиг высокой степени точности, и на картах барической топографии данные подавляющего большинства пунктов зондирования атмосферы согласуются между собой, измеренные параметры атмосферы можно рассматривать как истинные значения метеовеличин. Нет надобности подвергать их площадному осреднению. Поэтому в предлагаемой региональной модели объективного анализа предусмотрены только три основных этапа. На первом этапе осуществляется присвоение данных любого пункта зонди-

рования атмосферы одному из узлов подсеточной области, для чего выбраны шаги мелкомасштабной сеточной области (S_x, S_y) небольших размеров. На втором этапе производится проверка репрезентативности данных всех пунктов зондирования атмосферы, участвующих в объективном анализе метеовеличин, исправление ошибочных данных или их браковка. Третий этап включает расчет значений метеовеличин в узлах сеточной области по данным пунктов зондирования атмосферы и результатов численного прогноза на 12-24 часа. Переход от старой модели к новой вызван необходимостью получения детализированных метеорологических полей за исходный срок прогноза для уточнения прогноза барического поля, формирования циклонов и антициклонов, их эволюции и перемещения, для прогноза перемещения атмосферных фронтов, прогноза упорядоченных вертикальных потоков и обложных осадков на территории Казахстана по новой модели, предложенной для разработки И.З. Лутфулиным. Перечислим характерные особенности и этапы развития этой модели.

1. Телеграммные данные пунктов зондирования атмосферы присваиваются ближайшему узлу мелкомасштабной сеточной области.

2. Область объективного анализа метеорологических полей и гидродинамического прогноза охватывает зону от 75° до 25° северной широты и от 10° западной долготы до 100° восточной. Для аналитического описания метеополей эта область разбивается на $11 \cdot 5 = 55$ фигур типа трапеций, основанием которых являются широтные круги φ и $\varphi + 10^\circ$, а боковыми гранями - меридианы λ и $\lambda + 10^\circ$. В каждую трапецию входят 9 узлов крупномасштабной сеточной области и $7 \cdot 11 = 77$ узлов мелкомасштабной, 9 из которых совпадают с узлами крупномасштабной области. Шаг мелкомасштабной сеточной области вдоль меридиана принят постоянным для всей области трапеции, $S_y = 111,2$ км, что соответствует отрезку в 1° вдоль меридиана. Вдоль оси ОХ он принят постоянным для широтного круга, $S = F(\varphi)$. Число пунктов зондирования атмосферы в трапециях разное, от 15 до 0. Поэтому расчет значений метеовеличин в узлах мелкомасштабной области для каждой трапеции ведется с привлечением разного количества пунктов зондирования атмосферы.

3. Расчет значений метеовеличин для узлов мелкомасштабной сеточной области с использованием исключительно данных пунктов зондирования атмосферы выполняется только для одной трапеции, в пределах которой число пунктов зондирования атмосферы максимальное - 15. Расчеты для всех остальных трапеций выполняются с использованием не только данных пунктов зондирования атмосферы, но и значений метеовеличин в узлах этой области одной или двух соседних трапеций, для которых расчёты уже выполнены. При выборе последовательности расчётов учитывается также, что в каждой рассматриваемой широтной ($\Delta\varphi = 10^\circ$) и меридианальной ($\Delta\lambda = 10^\circ$) зоне содержится трапеция, где количество пунктов зондирования атмосферы больше, чем в области

других трапеций этих зон. Нахождение значений метеовеличин в узлах мелкомасштабной сеточной области в любой зоне целесообразно начинать именно с трапеций с максимальным количеством пунктов зондирования атмосферы (в каждой зоне их может быть несколько), затем переходить к расчётам в соседних трапециях.

4. В ходе вычисления значений метеовеличин для узлов мелкомасштабной области одновременно выполняется контроль репрезентативности (достоверности) данных пунктов зондирования атмосферы, привлекаемых к расчетам для рассматриваемой трапеции. Такой контроль завершается или проверкой согласованности данных пунктов зондирования атмосферы, или исправлением ошибочных данных.

5. В пределах одной трапеции ($\Delta\varphi = \Delta\lambda = 10^\circ$) поля метеовеличин на любом уровне $H = \text{const}$ вполне удовлетворительно описывает аналитически полином третьего порядка

$$H(x,y) = H_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + b_1 y + b_2 y^2 + b_3 y^3 + c_1 xy + c_2 x^2 y + c_3 xy^2, \quad (1)$$

где H_0 - значение метеозлемента в центральном узле рассматриваемой трапеции, который принимается за начало координат системы XOY ; $H(x, y)$ - значение метеозлемента в произвольной точке трапеции с координатами (x, y) . Для расчета коэффициентов полинома

$$a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3$$

и его свободного члена H_0 уравнение(1) записывается для 10 пунктов (узлов) с известными значениями метеовеличин

$$H(x_1, y_1), H(x_2, y_2), H(x_3, y_3), H(x_4, y_4), \dots, H(x_{10}, y_{10}) \quad (2)$$

и известными координатами

$$x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, x_4, y_4, \dots, x_{10}, y_{10} \quad (3)$$

в координатной системе XOY .

После такой записи получаем 10 алгебраических уравнений первого порядка с 10 искомыми величинами коэффициентов полинома (1) и свободным членом H_0 . Для решения подобной системы имеются стандартные программы ЭВМ. В качестве исходных 10 пунктов используются не только пункты зондирования атмосферы, но и узлы мелкомасштабной сеточной области одной-двух соседних трапеций. Координаты этих пунктов зондирования атмосферы и узлов должны быть заранее рассчитаны в долях 1° широты ($S_0 = 111,2$ км) и храниться постоянно в памяти ЭВМ. На случай отсутствия информации какого-либо пункта зондирования атмосферы должно быть предусмотрено привлечение данных одного из узлов этой области соседней трапеции

для того, чтобы поиск коэффициентов полинома (1) и H_0 всегда проводился, используя данные 10 пунктов.

6. После того, как вычислены коэффициенты полинома (1) и H_0 , он становится уравнением для расчёта значений метеовеличин в любой точке рассматриваемой трапеции, в том числе в узлах мелкомасштабной сеточной области. Чтобы получить значение метеовеличины в любом узле, достаточно подставить в правую часть (1) координаты (x) и (y) этого узла, тогда правая часть формулы (1) превращается в конкретное число, равное значению $H(x, y)$ в этом узле. Если вместо (x, y) подставим координаты пункта зондирования атмосферы, то получим значение $H(x, y)$, содержащееся в аэрологической телеграмме этого пункта, независимо от его репрезентативности.

7. Следующим этапом является расчет коэффициентов полинома (1) и H_0 для той же трапеции, заменив данные первого участвовавшего в предыдущем расчёте пункта зондирования атмосферы на данные нового пункта, еще не участвовавшего в расчётах, но запланированного при окончательном выборе коэффициентов полинома (1) и H_0 . Аналогичная операция замены данных участвовавшего в расчётах пункта зондирования атмосферы на данные нового проводится столько раз, сколько было запланировано привлечь пунктов зондирования атмосферы для рассматриваемой трапеции - N. В число N входят также случаи, когда вместо данных отсутствующего пункта зондирования атмосферы были введены значения в узлах мелкомасштабной сеточной области соседних трапеций, согласно п.5 (в модели принято $N \geq 6$).

В результате выполнения п.7 получим N вариантов расчета коэффициентов полинома (1) и H_0

$$\begin{aligned} & (a_1, a_2, \dots, c_2, c_1, H_0)_1, \\ & (a_1, a_2, \dots, c_2, c_1, H_0)_2, \\ & \dots\dots\dots \\ & (a_1, a_2, \dots, c_2, c_1, H_0)_N, \end{aligned} \quad (4)$$

и появляется возможность контроля репрезентативности данных всех пунктов зондирования атмосферы, привлекаемых для описания поля геопотенциала H в пределах рассматриваемой трапеции.

8. Следующим этапом является расчёт средних значений коэффициентов полинома (1) и H_0 по формулам

$$\begin{aligned} \bar{a}_1 &= 1/N \sum_{i=1}^n (a_1)_i; \quad \bar{a}_2 = 1/N \sum_{i=1}^n (a_2)_i; \quad \bar{a}_3 = 1/N \sum_{i=1}^n (a_3)_i; \\ \bar{b}_1 &= 1/N \sum_{i=1}^n (b_1)_i; \quad \bar{b}_2 = 1/N \sum_{i=1}^n (b_2)_i; \quad \bar{b}_3 = 1/N \sum_{i=1}^n (b_3)_i; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\bar{c}_1 = 1/N \sum_{i=1}^n (c_1)_i; \bar{c}_2 = 1/N \sum_{i=1}^n (c_2)_i; \bar{c}_3 = 1/N \sum_{i=1}^n (c_3)_i.$$

$$\bar{H}_0 = 1/N \sum_{i=1}^n (H_0)_i. (6)$$

9. Затем для каждого варианта счёта вычисляются параметры, характеризующие отклонение коэффициентов полинома (1) и H_0 от своего среднего значения

$$\begin{aligned} (\Delta a_1)_i &= (a_1)_i - \bar{a}_1; (\Delta a_2)_i = (a_2)_i - \bar{a}_2; (\Delta a_3)_i = (a_3)_i - \bar{a}_3; \\ (\Delta b_1)_i &= (b_1)_i - \bar{b}_1; (\Delta b_2)_i = (b_2)_i - \bar{b}_2; (\Delta b_3)_i = (b_3)_i - \bar{b}_3; \\ (\Delta c_1)_i &= (c_1)_i - \bar{c}_1; (\Delta c_2)_i = (c_2)_i - \bar{c}_2; (\Delta c_3)_i = (c_3)_i - \bar{c}_3. \end{aligned} (7)$$

$$(\Delta H_0)_i = (H_0)_i - \bar{H}_0. (8)$$

10. Репрезентативными считаются данные тех пунктов зондирования атмосферы, для которых выполняются условия

$$\begin{aligned} |(\Delta a_1)_i| &\leq 0,1|\bar{a}_1|; |(\Delta a_2)_i| \leq 0,1|\bar{a}_2|; |(\Delta a_3)_i| \leq 0,1|\bar{a}_3|; \\ |(\Delta b_1)_i| &\leq 0,1|\bar{b}_1|; |(\Delta b_2)_i| \leq 0,1|\bar{b}_2|; |(\Delta b_3)_i| \leq 0,1|\bar{b}_3|; \end{aligned} (9)$$

$$\begin{aligned} |(\Delta c_1)_i| &\leq 0,1|\bar{c}_1|; |(\Delta c_2)_i| \leq 0,1|\bar{c}_2|; |(\Delta c_3)_i| \leq 0,1|\bar{c}_3|; \\ |(\Delta H_0)_i| &\leq 0,003|\bar{H}_0|. \end{aligned} (10)$$

В среднем, репрезентативными являются 90-95 % всех значений метеовеличин, содержащихся в аэрологических телеграммах.

11. Следующим этапом является расчёт средних значений коэффициентов

$$a'_1, a'_2, a'_3, b'_1, b'_2, b'_3, c'_1, c'_2, c'_3, H'_0. (11)$$

с учетом данных только репрезентативных пунктов зондирования атмосферы, для которых условия (9)-(10) выполняются. Если для рассматриваемой трапеции число привлекаемых нерепрезентативных пунктов

зондирования атмосферы равно n , то значения новых коэффициентов (11) вычисляются по формулам

$$\begin{aligned}
 a'_1 &= 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (a_{1i}); & a'_2 &= 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (a_{2i}); & a'_3 &= 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (a_{3i}); \\
 b'_1 &= 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (b_{1i}); & b'_2 &= 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (b_{2i}); & b'_3 &= 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (b_{3i});
 \end{aligned} \quad (12)$$

$$c'_1 = 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (c_{1i}); \quad c'_2 = 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (c_{2i}); \quad c'_3 = 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (c_{3i}).$$

$$H'_0 = 1/N-n \sum_{i=1}^{N-n} (H_{0i}). \quad (13)$$

Таким образом, принимается, что поле $H(x, y)$ в пределах рассматриваемой трапеции описывается полиномом

$$H(x, y) = H'_0 + a'_1 x + a'_2 x^2 + a'_3 x^3 + b'_1 x + b'_2 x^2 + b'_3 x^3 + c'_1 x + c'_2 x^2 + c'_3 x^3. \quad (14)$$

12. Если в правую часть такого полинома подставим координаты (x, y) нерепрезентативного пункта зондирования атмосферы, то получим расчетное значение $H(x, y)$ взамен телеграммной величины H пункта зондирования атмосферы, по которым можно вычислять разность

$$\Delta H = H_{\text{пзл}} - H(x, y). \quad (15)$$

В нашей модели ΔH рассматривается как сумма четырех слагаемых

$$\Delta H = \Delta H_{\text{сл}} + \Delta H_{\text{ор}} + \Delta H_{\text{пт}} + \Delta H_{\text{w}}, \quad (16)$$

где $\Delta H_{\text{сл}}$ является случайной ошибкой, неисправляемой путем расчетов по (14), а $\Delta H_{\text{ор}}$, $\Delta H_{\text{пт}}$, ΔH_{w} рассматриваются как результат систематического отклонения значения H в пунктах зондирования атмосферы и узлах мелкомасштабной сеточной области под влиянием орографии, неоднородности подстилающей поверхности, наличия восходящих потоков в одних районах, нисходящих - в других. Так, например, если зимой над теплым Каспийским морем наблюдались слабые потоки, то для узлов мелкомасштабной сеточной области рассчитывается суточное приращение влагосодержания воздуха, виртуальной температуры и

толщины слоя 1000 - 700 гПа, а затем и высоты этих изоверхностей для исходного срока прогноза. Вообще уравнения для расчета $\Delta H_{ор}$, $\Delta H_{пт}$, ΔH_w можно получить на основе системного анализа величины ΔH результатов суточного прогноза метеорологических полей.

13. Заключительным этапом объективного анализа метеополей для рассматриваемой трапеции является расчет значений $H(x, y)$ для узлов мелкомасштабной сеточной области, используя уравнение (14). Но для этого надо знать координаты (x, y) каждого узла в системе XOY . Трапеция выглядит следующим образом. Центр трапеции принят за начало координат O , ось OX направлена вдоль широтного круга $\varphi_0 = \text{const}$, а ось OY - вдоль меридиана $\lambda_0 = \text{const}$. Шаг вдоль меридиана принят постоянным для всей области трапеции $S_y = 111,2$ км, что соответствует отрезку в 1° вдоль меридиана. Шаг S_x вдоль оси OX принят постоянным для широтного круга, но уменьшается от экватора к полюсам. На любой широте его можно вычислить по формуле

$$S_x = (0,2\varphi^2 - 103\varphi + 7760) / 27. \quad (17)$$

Если в уравнении (17) вместо широты φ введем номер строки m , то приходим к уравнению

$$S_x = 0,0075m^2 + 2,685m + 403175. \quad (18)$$

В модели принято, что на самой северной широте ($\varphi = 75^\circ$) располагаются узлы первой строки мелкомасштабной сеточной области ($m = 1$), а на самой южной широте ($\varphi = 25^\circ$) - узлы 51-й строки ($m = 51$).

Поиск координат (x, y) узлов, входящих в рассматриваемую трапецию, следует начинать с расчета сеточных шагов

$$Sx_1, Sx_2, Sx_3, Sx_4, Sx_5, Sx_6, Sx_7, Sx_8, Sx_9, Sx_{10}, Sx_{11} \quad (19)$$

для всех i строк трапеции по формуле (18), затем вычислять нормированные их значения

$$\begin{aligned} d_1 &= Sx_1 / Sy, \\ d_2 &= Sx_2 / Sy, \\ d_3 &= Sx_3 / Sy, \\ d_4 &= Sx_4 / Sy, \\ d_5 &= Sx_5 / Sy, \\ d_6 &= Sx_6 / Sy, \\ d_7 &= Sx_7 / Sy, \\ &\dots\dots\dots \\ d_{11} &= Sx_{11} / Sy, \end{aligned} \quad (20)$$

после чего сеточные шаги (19) по широтным кругам будут выражены в долях постоянного шага Sy вдоль меридиана. Теперь координаты (x, y) любого узла мелкомасштабной сеточной области могут быть вычислены в долях Sy в системе XOY . После этого координаты (x, y) 78^{**} узлов рассматриваемой трапеции подставляются в правую часть уравнения (14) и становятся известными значения $H(x, y)$. На этом объективный анализ метеорологического поля $H(x, y)$ в пределах рассматриваемой трапеции заканчивается, и переходим к повторению операций 5-14 для следующей трапеции, имеющей общую грань с рассмотренной.

Такая операция повторяется для всех $11 \cdot 5 = 55$ трапеций, в результате чего будет сформирован массив поля $H(x, y)$, содержащий значения H в $n \cdot m = 67 \cdot 51$ узлах поля.

В Гидрометцентре Казахстана в 1994 году начата реализация предложенного алгоритма для равнинной северо-восточной части Казахстана, где не выражено влияние орографии на ход метеовеличин, а также наблюдается наиболее густая сеть аэрологических станций. Для юго-востока Казахстана, где расположены горные массивы, в дальнейших разработках предполагалось учесть влияние орографии. К сожалению, по объективным причинам, работа по этому, такому важному направлению была прервана. Расчет объективного анализа для территории Республики Казахстан, который отражал бы все особенности многоплановой поверхности, может позволить более точно составлять прогнозы погоды и облегчить научные разработки в области прогнозирования различных метеорологических величин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров А.Н., Гордин В.А., Цырульников М.Д. Оперативная схема объективного анализа в тропосфере и стратосфере // Метеорология и гидрология. - 1990. - N 8. - С. 37-45.
2. Белов П.Н., Переведенцев Ю.П., Гурьянов В.В. Численные методы анализа и прогноза погоды. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991. - 82 с.
3. Гандин Л.С. Об объективном анализе метеорологических полей// Материалы совещания координационной комиссии по численным методам прогноза. - Л.: Гидрометеиздат, 1961. - С. 20-35.
4. Машкович С.А. Схема многоэлементного трехмерного объективного анализа метеорологических величин // Тр. Гидрометцентра СССР. - 1990. - Вып. 304. - С. 3-21.
5. Ривин Г.С., Бузова З.С., Смирнова А.И. Оперативная схема численного анализа метеорологической информации для сибирского региона// Метеорология и гидрология. - 1990. - N 4. - С.42-49.
6. Dey S. H. The evolution of objective analysis methodology at the National Meteorological Center// Weather and Forecast. - 1989. - Vol.4, N 3. - P.297-312.

7. Exemples de logiciels au service de l'environnement// Recherche. - 1992. - Vol.23, N 243. - P.540-541.
8. Ihasz I. Isobaric and isentropic objective analysis of meteorological fields for regional and continental scale trajectories // Idojaras. - 1992. - Vol.96, N 2. - P.81-92.

Бюро погоды Казгидромета

Казахский Государственный Национальный
Университет им. аль-Фараби

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҒЫНДА МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ АЛҚАПТЫ АЙМАҚТЫҚ ҮЛГІДЕ ТАЛДАУДЫҢ НЕГІЗГІ ПРИНЦИПТЕРІ

Л.А. Есвуленко

Геогр. г. докторы **И.З. Лутфулин**

Үлгіде атмосфераны зонд арқылы зерттеу пункттерінің мәліметтерінің дұрыстығы және жүйе торабындағы метеомөлшерлерді есептеуде олардың тік төктар, төселген айдын мен орографиялық ықпалдары мен ауытқу мүмкінділіктері ескерілді.

УДК 551.513.7: 551.515.5

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕЗАПНЫХ СТРАТОСФЕРНЫХ
ПОТЕПЛЕНИЙ НА СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ И СПОСОБЫ
ИХ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ**

Канд. геогр. наук В.Г. Сальников

Рассмотрены некоторые особенности возникновения внезапных стратосферных потеплений (ВСП) на северном полушарии. Представлены основные современные способы их выявления. Исследована возможность параметризации ВСП с помощью индекса циркуляции Ω и использования последнего при изучении атмосферных процессов над Казахстаном.

Формирование тех или иных условий погоды у поверхности Земли несомненно определяется целым комплексом параметров состояния окружающей среды, которая, в этом смысле, не может ограничиваться только тропосферой, а, по всей видимости, имеет более широкие границы. При изучении условий формирования погоды и климата у поверхности Земли основное внимание уделяется процессам, протекающим в тропосфере, хотя всё больше исследователей приходят к вполне разумному и естественному заключению о необходимости использования данных о состоянии вышележащих слоёв атмосферы, как минимум стратосферы. Это связано с тем, что к настоящему времени между стратосферой и тропосферой выявлены как радиационные, так и динамические связи. Эксперименты с моделью общей циркуляции GFDL SKYHI [8] указывают на то, что изменения в радиационном бюджете стратосферы, вызванные большими колебаниями концентрации озона и углекислого газа, могут существенно влиять на формирование режима общей циркуляции атмосферы (ОЦА), температуры, других метеорологических параметров у поверхности Земли. Конечно, недостаточному вниманию к изучению верхних слоёв атмосферы есть вполне разумное объяснение, в частности, почти полное отсутствие необходимой информации¹. Однако, по мере ее накопления, всё-таки следует стремиться к тому, чтобы рассматривать всю атмосферу как единую систему и постепенно углублять свои знания о ней, используя их при решении практических задач.

¹ Информация о состоянии верхних слоёв стратосферы начала накапливаться сравнительно недавно, прежде всего благодаря доступности данных по глобальной радиации, полученных спутниковыми радиометрами

В настоящее время наиболее пристальное внимание привлекает квазидвухлетняя цикличность (КДЦ) зонально осреднённых полей температуры и ветра в экваториальной стратосфере и внезапные потепления зимой в полярной стратосфере (ВСП). Эти явления являются одними из наиболее интересных и своеобразных процессов со значительными последствиями для всего режима ОЦА северного полушария. Усиление внимания к их изучению вызвано необходимостью более полного понимания условий формирования режима ОЦА северного полушария и эффективного решения задач долгосрочных прогнозов погоды.

Внезапные стратосферные потепления интересуют специалистов-метеорологов в течение многих лет. Результаты их изучения изложены в многочисленных работах [2-7, 9, 12, 13]. Исследования по данным наблюдений и численные эксперименты последних нескольких лет достаточно убедительно подтвердили, что внезапные стратосферные потепления являются результатом взаимодействия атмосферных возмущений со средним потоком, вызванным усилением вертикально распространяющихся вынужденных планетарных волн. Результаты моделирования показали на возможность диагностирования ВСП по данным наблюдений с помощью преобразованных эйлеровых осреднённых уравнений. Однако полной и эффективной модели ВСП до сих пор не существует и используются эмпирические методы изучения этого явления.

Одной из наиболее важных задач в процессе исследования внезапных стратосферных потеплений является разработка эффективного и объективного критерия их параметризации. С момента открытия этого явления разработано несколько таких параметров, основанных на разных подходах и, следовательно, методически не связанных между собой. Некоторые из них рассмотрены в работе [3]. Так, В. Годлон и С. Уилсон выявляли ВСП, анализируя волновую структуру поля геопотенциала. Они связали его одно- и двухволновую структуру в периоды потепления с особенностями территориального распространения самого потепления. ВСП с одним центром холода были названы асимметричными. Они имеют место в случае перемещения Алеутского антициклона в Арктический бассейн через Северную Америку. Это потепление обычно интенсифицируется над Канадой. Температуры растут до летних значений, после чего наблюдается похолодание.

В зависимости от места зарождения очага тепла и направления его перемещения К. Лабитцке разделила стратосферные потепления на два типа: Американский и Европейский [11]. Первый тип характеризуется формированием очага тепла над востоком США или Канадой и перемещением его на восток. Второй - формированием очага тепла над Восточной или Центральной Европой с последующим перемещением на запад. Тропосферная циркуляция перед потепления-

ми Европейского типа характеризуется сильными струйными течениями, а после потепления - развитием блокирующих ситуаций.

В соответствии с классификацией ВМО, внезапные стратосферные потепления подразделяются на сильные, слабые и локальные. Сильными считаются потепления, при которых движение к полюсу крупномасштабных термических систем приводит к смене зонального переноса с западного на восточный на высотах ниже 10 гПа в связи со сменой меридионального температурного градиента в средней и нижней стратосфере в направлении к полюсу от 60° с.ш.. Слабыми считаются потепления, при которых наблюдаются повышения температуры не менее чем на 25 °С за неделю или более короткий срок на любом уровне стратосферы, но смены направления циркуляции не наблюдается. К локальному типу относятся все остальные виды потеплений, не отвечающие критериям сильных и слабых. Наиболее значительное влияние на режим общей циркуляции атмосферы внетропических широт всего северного полушария оказывают сильные ВСП.

Для количественной оценки изменчивости температуры в стратосфере над высокими широтами ведётся расчёт средних квадратических отклонений и вероятностей распределения температуры по данным многолетнего зондирования, то есть количественные оценки отклонений температуры от нормального закона распределения. Для этого рассчитывались коэффициенты асимметрии (К) и крутости (Е).

Для изучения ВСП также используются индексы Джонсона - НІР и ТІР. НІР- индекс, характеризующий циркуляцию. Он представляет собой разность квадратов амплитуд зональных волн поля геопотенциала с волновыми числами $m=1$ и $m=2$

$$\begin{aligned} \text{НІР} &= 3 \cdot 10^{-4} (C_2^2 - C_1^2), \\ C_i^2 &= A_i^2 + B_i^2, \end{aligned} \quad (3)$$

где A_i и B_i - синусоидальный и косинусоидальный коэффициенты i -х гармоник.

Индекс НІР изменяется в пределах от минус 12 до плюс 12. Если $\text{НІР} > 0$, то в волновой структуре поля геопотенциала преобладают волны с числами $m=2$. Это служит признаком расщепления полярного вихря или его сильной деформации. Если $\text{НІР} < 0$, то преобладают волны с числами $m=1$. Это служит признаком смещения полярного вихря. Если $\text{НІР} = 0$, тогда имеет место или невозмущённая циркуляция, или преобразование одноволновой структуры поля в двухволновую.

Индекс ТІР характеризует горизонтальное поле температуры на изобарической поверхности. Он представляет собой разность между

температурой на полюсе и средней зональной температурой. Этот индекс характеризует максимальную временную изменчивость температуры на различных уровнях.

С помощью этих индексов можно производить классификацию потеплений. Мощные (сильные) потепления, при которых происходит расщепление полярного вихря и повышение температуры в высоких широтах. Таким потеплениям соответствуют положительные величины циркуляционного и температурного индексов. Слабые потепления, которым соответствуют $TIP > 0$, но $HP < 0$, т.е. незначительные повышения температуры не приводит к расщеплению или деформации циркулолярного вихря ЦПВ. Недостатком этого индекса является сложность вычисления амплитуд I-х гармоник, что не всегда доступно на практике.

В работе [10] за случай появления ВСП принималось возникновение участка тепла в полярной стратосфере на уровне 10 гПа с температурой выше минус 35 °С. Результаты этих исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Стратосферные потепления, выявленные с помощью температурного критерия по методике [9], за 1973 - 1980 годы

Периоды с ВСП	Месяц	Продолжительность в сутках
04.01.-06.02.1973 г.	Январь, февраль	34
15.12.1976 г.-10.01.1977 г.	Декабрь, январь	27
13.02.-05.03.1978 г.	Февраль, март	21
15.01.-05.03.1979 г.	Январь, февраль, март	40
10.02.-07.03.1980 г.	Февраль, март	27

Таким образом, анализ всех вышеперечисленных критериев ВСП показывает, что полученные с их помощью результаты трудно сопоставимы между собой, и проблема универсального критерия остаётся открытой.

В данной работе предлагается оригинальный подход к выявлению внезапных стратосферных потеплений, смысл которого заключается в использовании индекса циркуляции Ω , характеризующего интенсивность стратосферного циркулолярного вихря [1],

$$\Omega = \overline{H_{40}} - H_{30}, \quad (4)$$

где \bar{H}_{10} - среднее значение геопотенциала поверхности 10 гПа на 40° с.ш.; H_{90} - значения геопотенциала, взятые на пересечении широтного круга с меридианами, кратными 10° долготы.

В холодный период года в большинстве случаев преобладают положительные значения индекса Ω , а в тёплой - отрицательные [1]. Смена знака циркуляции с некоторыми вариациями обычно происходит весной и осенью. Однако во второй половине зимы, в моменты стратосферных потеплений также возможна смена знака циркуляции. Необходимым условием для этого являются именно сильные ВСП, которые, поэтому, представляют наибольший интерес, приводя к нарушениям в системе общей циркуляции атмосферы северного полушария. Следовательно, проводя мониторинг циркуляции циркумполярного вихря, можно судить о возможности появления внезапных стратосферных потеплений.

Для проверки этой гипотезы проведён расчёт индекса Ω на поверхности Н-10 за период с 1972 по 1990 гг.. Анализ его временного хода показал, что, действительно, в некоторых случаях в зимний период происходит смена знака циркуляции, которая связана, по всей видимости, именно с ВСП. Результаты этой работы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Даты смены знака индекса Ω в период с 1972 по 1990 гг.

Периоды с ВСП	Месяцы	Продолжительность в сутках
01-05.02.1973 г.	Февраль	5
16-20.02.1973 г.	Февраль	5
11-15.01.1977 г.	Январь	5
26.02.-01.03.1979 г.	Февраль-март	4
01-05.03.1980 г.	Март	5
26.02.-01.03.1984 г.	Февраль-март	4
01-05.01.1985 г.	Январь	5
21-25.01.1985 г.	Январь	5
01-20.02.1987 г.	Февраль	20
11-15.12.1987 г.	Декабрь	5
21-25.02.1989 г.	Февраль	5

Анализ данных показывает, что за исследуемый период смена знака индекса циркуляции происходила 11 раз. Сопоставляя эти материалы с результатами исследований, приведёнными в табл.1, отме-

тим, что с помощью параметра Ω вполне можно осуществлять мониторинг ВСП, причём этот критерий позволяет выявлять сильные и, следовательно, наиболее важные ВСП, оказывающие наибольшее влияние на режим ОЦА северного полушария. Более короткая продолжительность ВСП, выявленных предлагаемым способом, вероятно объясняется зависимостью смены направления циркуляции от интенсивности и величины потепления. Другими словами, смена знака циркуляции, которую позволяет выявлять параметр Ω , наблюдается только при значительных повышениях температуры.

Таким образом, на данном этапе изучения ВСП практически не может быть сомнений в том, что большая часть случаев возникновения этого явления прямо или косвенно обусловлена влиянием тропосферного волнового возбуждения. В то же время, гораздо менее ясно, до каких пределов общая циркуляция стратосферы может влиять на тропосферу. Современные данные [9] позволяют полагать, что, по крайней мере, в некоторых случаях, процессы взаимодействия волн со средним потоком, которые начинаются в стратосфере, могут модифицировать поток во всей тропосфере. Преимущественно это касается, по всей видимости, наиболее сильных ВСП. На последующих этапах исследований представляет несомненный интерес изучение возможностей использования данных о ВСП, параметризованных предлагаемым способом, при изучении общециркуляционных процессов над северным полушарием и в статистических моделях долгосрочного прогноза погодных процессов у поверхности Земли на территории Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгосрочные метеорологические прогнозы / Н.А. Багров, К.В. Кондратович, Д.А. Пель, А.И. Угрюмов. - Л.: Гидрометеониздат, 1985. - 248 с.
2. Геохлянян Т.Х. О природе зимних стратосферных потеплений. - Л.: Гидрометеониздат, 1972. - 131 с.
3. Геохлянян Т.Х. Изучение стратосферы. - М.: Знание, 1975. - 64 с.
4. Крупномасштабные динамические процессы в атмосфере/ А. Джеймс, Дж. Уоллес, М. Блэкмон и др.// Под ред. Б. Хоскинса, Р. Пирса. - М.: Мир, 1988. - 218 с.
5. Тарасенко Д.А. Структура и циркуляция стратосферы и мезосферы северного полушария. - Л.: Гидрометеониздат, 1988. - 286 с.
6. Уэбб В. Структура стратосферы и мезосферы. - М.: Мир, 1969. - 257 с.
7. Холтон Д.И. Динамическая метеорология стратосферы и мезосферы. - Л.: Гидрометеониздат, 1979. - 224 с.
8. Stratospheric sensitivity to perturbations in ozone and carbon dioxide: Radioactive and dynamical response/ S.B. Fels, J.D. Mahlman,

- M.D. Schwarzkopf., R.W. Sinclair//J. Atmos. Sci.- 1980. - Vol. 37. - P. 2265-2297.
9. Holton J.R., Tan H.C. The influence of the equatorial quasi-biennial oscillation on the global circulation at 50 mb // J. Atmos. Sci. - 1980. - Vol. 37.- P. 2200-2208.
 10. James P. M., Donald A. D. Sudden Stratospheric Warming and anomalous U.S. Weather //Mon. Weather Rev.- 1988.-Vol. 116, №1.- P. 162-174.
 11. Labitzke K. On the interannual variability on the middle stratosphere during the Northern winters//J. Met. Soc. Japan.- 1982.- Vol. 60.- P. 124-139.
 12. Quiroz R.S., Miller A.J., Nagatani R.M. A comparison of observed and simulated properties of sudden stratospheric warmings//J. Atmos. Sci.- 1975.- Vol. 20.- P. 265-275.
 13. Schoeberl M.R. Stratospheric warmings: Observation and theory//Rev. Geophys. Space Phys.- 1978.- Vol. 16.- P. 521-538.

Қазақстан Республикасының Ұлттық Ақпарат және
 Университет ісі Министрлігі

СОЛТҮСТІК ЖАРТЫ ШАРДА КЕНЕТТЕН СТРАТОСФЕРАЛЫҚ ЖЫЛЫНУДЫҢ ӨЗГЕШЕЛІГІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ МӨЛШЕРЛЕУ ТӘСІЛДЕРІ

Геогр. г. канд. В.Г. Сальников

Солтүстік жарты шарда кенеттен стратосфералық жылынудың (КСЖ) пайда болуының бірқатар өзгешеліктері қарастырылған. Олардың қазіргі негізгі тәсілдерін білу ұсынылған. Қазақстан үстіндегі атмосфералық процестерді білу кезінде КСЖ-ды айналым индексінің көмегімен шамалау мүмкіндігі және оның қолданылуы зерттелген.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ЗАСУШЛИВЫХ ЯВЛЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Канд. экон. наук А.М.Шамен

На основе критического анализа исследований многих ученых дано определение понятия засушливых явлений: атмосферной, почвенной засухи и суховеев, гидрометеорологических условий их возникновения и повторяемость. Приведена типизация засух и суховеев по различным признакам. Дан обзор подготовленного к изданию в Агентстве по гидрометеорологии и мониторингу природной среды Минкобиоресурсов научно-прикладного справочника "Засушливые явления". Сведения, помещенные в Справочнике, помогут специалистам различного профиля при решении практических задач.

Засухи и суховеи относятся к опасным природным явлениям, приводящим к гибели сельскохозяйственных культур на громадных площадях, массовому падежу скота из-за выгорания травостоя, сильной жары и обезвоживания организма животных, что, в свою очередь, вызывает опасную чрезвычайную ситуацию для жизни людей. Во время засух возникают нефтяные и лесные пожары, которые, уничтожая леса, снижают их почвозащитную роль и водоохранное значение, сокращаются запасы древесины для промышленности. Засухи и суховеи способствуют иссушению и измельчению почвы, что приводит к нарушению ее структуры и возникновению ветровой эрозии.

Проблема исследования засух и их прогноз, анализ условий возникновения засушливых явлений и их повторяемость в настоящее время очень необходимы, поскольку сельскохозяйственное производство развивается все более интенсивно. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, эффективное использование земельных и водных ресурсов тесно связано с изучением природно-климатических явлений, в том числе засух и суховеев. Изучением сущности засушливых явлений, их режима, вероятности возникновения, мерами борьбы с ними занимались ученые различных специальностей: климатологи, агрометеорологи, агрономы, почвоведы и т.д. Поэтому до сих пор нет единого определения понятия "засуха". Однако большинство авторов под засухой понимают явление, обусловленное длительным и значительным недостатком осадков при повышенной температуре воздуха в вегетационный период, когда за счет испарения с поверхности почвы создаются неблагоприятные условия для формирования урожая сельскохозяйственных культур и пастбищной

растительности. Существуют три подхода при классификации засух: агрономический, метеорологический и агроклиматический. При агрономическом или биологическом подходе о засухе судят по снижению урожая зерновых культур, обычно на 20-25 % и более. Хотя нужно отметить, что урожай зерна зависит не только от погодных условий. Так, например, А.С. Утешев [16] к засухам отнес те годы, в которых урожайность яровой пшеницы снижалась до 73 % и ниже. Отклонение на 27 % от нормы он считал средней многолетней изменчивостью урожайности, что вполне соответствует оценкам других авторов. Этот же критерий, но только с той разницей, что он был применен не к абсолютным значениям урожайности, а к их отклонениям от тренда, использован для выделения засух и неурожайных лет.

При метеорологическом подходе используются значения метеорологических величин, таких как температура и влажность воздуха, осадки, а также различные индексы, представляющие собой комбинации этих характеристик за определенные периоды времени. В таком направлении работали Г.Т. Селянинов [15], Д.А. Пель [9], И.Е. Бучинский [3], Б.И. Сазонов [14], О.А. Дроздов [4] и другие.

Из всего многообразия эмпирических методов оценки засушливости в климатическом плане наиболее известны индекс засушливости Д.А. Пеля и гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова. Последний довольно успешно применял Ю.Л. Раунер [11, 12] для индексации засух на территории основных сельскохозяйственных районов СССР.

Согласно работе [9], интенсивность атмосферно-почвенной засухи S_i в момент времени τ на i -й станции определяется по формуле

$$S_i = \Delta t_i / \sigma_T - \Delta R_i / \sigma_R - \Delta Q_i / \sigma_Q,$$

где Δt_i , ΔR_i и ΔQ_i - абсолютные отклонения от нормы температуры воздуха, суммы осадков и влажности деятельного слоя почвы; σ_T , σ_R и σ_Q - их средние квадратические отклонения.

По степени интенсивности явления Пель выделяет слабые ($S_i = 1 \dots 2$), средние ($S_i = 2 \dots 3$) и сильные ($S_i \geq 3$) засухи. Первые два члена правой части уравнения характеризуют атмосферную, а последний - почвенную засуху. Обычно ограничиваются определением критериев только атмосферной засухи, так как надежные данные по влагозапасам деятельного слоя почвы, необходимые для выделения атмосферно-почвенных засух, по рассматриваемой территории имеются лишь за последние десятилетия. Данный критерий позволяет объективно классифицировать температурно-влажностный режим изучаемой территории по засушливости и количественно отразить интенсивность, продолжительность и временное распределение засух. Чем больше S_i , тем сильнее засуха и, наоборот, чем S_i меньше, тем сильнее увлажнение. При таком подходе засуха или избыточное увлажнение могут быть в любом физико-географическом регионе, в отличие от климатической

засушливости, которая характерна лишь для малоувлажненных районов. При агроклиматическом подходе составляются и анализируются параллельные ряды метеорологических величин, вероятности их возникновения, фазы развития растений, их сорта, урожайности и т.п. Сведения об этом направлении исследований можно найти в работах [2, 5, 9-14].

Прогнозом синоптических ситуаций, приводящих к возникновению засух и суховея, занимались Т.В. Покровская [10], М.Х. Байдал [2], Б.И. Сазонов [14]. В результате этих исследований разработана циркуляционная теория формирования засух и показано, что решающее значение для их возникновения имеет не содержание водяного пара в атмосфере (поскольку засухи наблюдаются и в очень влажном климате), а мощные нисходящие потоки воздушных масс, которые препятствуют его конденсации. Подробные сведения об этом можно найти в обстоятельной работе В.Ф. Логинова и его соавторов [5].

Каждый из авторов, занимающийся исследованием засух, дает свое толкование этого явления. На наш взгляд, наиболее полное и емкое с агрометеорологической точки зрения определение засух приведено А.П. Федосеевым, В.М. Пасовым [5]. По их мнению, засуха - сложное явление, обусловленное длительным и значительным недостатком осадков при повышенной температуре воздуха в теплый период года, вследствие чего исчерпываются усваиваемые запасы влаги в почве за счет испарения и транспирации, создаются неблагоприятные условия для развития растений, а урожай культур снижается или гибнет. Б.С. Гуревич [5] рассматривает засуху как явление временной необеспеченности сельскохозяйственных растений водой, возникающее в зависимости от социально-экономических, агротехнических и физико-географических условий в результате определенного макрометеорологического процесса и приводящее к существенному снижению или потере урожая.

Засухи образуются и развиваются при антициклональном режиме погоды вследствие устойчиво интенсивного прогрева воздушных масс. Активность трансформационных процессов над территорией Казахстана обусловлена природно-климатическими условиями: направленностью воздушных потоков, его начальными метеорологическими характеристиками, продолжительностью и скоростью переноса, физическими свойствами подстилающей поверхности, радиационным балансом и т.д. Так как засушливый тип погоды определяется крупномасштабными процессами циркуляции в атмосфере, то засухой могут быть охвачены огромные территории. Однако засушливые явления из-за сложности взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферной циркуляции над Казахстаном обычно не охватывают большие пространства непрерывно. Засухи на более или менее длительное время могут прерываться циклоническими процессами, приносящими осадки, вследствие чего их губительное воздействие может ослабевать.

Ряд авторов, в том числе И.С. Бучинский[3], Д.А.Пель [9], В.Н. Иванова[5], по причине возникновения засух различают два их типа: атмосферную и почвенную. Сущность обоих типов засух, по утверждению авторов, заключается в том, что они вызывают нарушения в водном режиме растений, которые затем отражаются на всех их физиологических процессах. При атмосферной засухе воздействие высоких температур и большой сухости воздуха на надземную часть растений приводит к несоответствию между транспирацией и скоростью поступления влаги через корневую систему.

Сутками с атмосферной засухой считаются такие, когда дефицит влажности воздуха в 13 ч был больше 27 гПа, при этом интенсивность засухи Е.А. Цубербиллер[18], например, ставит в зависимость от сочетания максимальной температуры и дефицита влажности воздуха (табл. 1).

Таблица 1

Интенсивность атмосферных засух

Максимальная температура воздуха, °С	Дефицит влажности в 13 ч, гПа		
	27-40	41-52	53-80
30	средняя	средняя	-
31-35	средняя	интенсивная	-
36-40	интенсивная	интенсивная	очень интенсивная
> 40	очень интенсивная	очень интенсивная	очень интенсивная

Различные растения по-разному реагируют на одни и те же метеорологические условия атмосферной засухи. Сказываются их сортовые особенности, стадия развития, предшествующие погодные условия, плодородие почвы и наличие запасов влаги в ней, уровень культуры земледелия и т.д. Поэтому оценка вредного воздействия засухи должна проводиться применительно к конкретным объектам и за определенный период.

Число суток без дождя - одна из характеристик засух. Отсутствие дождя сказывается на состоянии растений в среднем к десятому дню. Это особенно заметно во время формирования плодоносящих органов и цветения растений, когда наблюдается наибольшая их потребность во влаге. Отсутствие дождя длительное время влечет за собой повышение температуры и понижение относительной влажности воздуха. Обычно большая сухость воздуха и высокая температура воздействуют на растения одновременно.

Другой характеристикой засухи, широко используемой в практике, является гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова [15].

$$\text{ГТК} = 10 \Sigma R / \Sigma t,$$

где ΣR - сумма осадков в мм за период вегетации с температурой воздуха $\geq 10^\circ\text{C}$; Σt - сумма температур воздуха в $^\circ\text{C}$ за этот же период. По Г.Т. Селянинову, увлажнение вегетационного периода бывает избыточным при $\text{ГТК} > 2,0$, засушливым при $\text{ГТК} < 1,0$ и сухим при $\text{ГТК} \leq 0,5$.

Длительные периоды без дождя, высокие температуры и низкая относительная влажность воздуха приводят к тому, что усваиваемые растениями запасы влаги в почве исчерпываются и наступает почвенная засуха. Причем, если атмосферная засуха возникает быстро и развивается интенсивно, то запасы почвенной влаги истощаются постепенно. Переход от достаточного увлажнения почвы до состояния почвенной засухи совершается сравнительно медленно. По исследованиям С.А. Вериги и Л.А. Разумовой, а также М.С. Кулика, почвенная засуха характеризуется запасами продуктивной влаги в пахотном слое почвы 0-20 см и в слое почвы 0-100 см. Запасы почвенной влаги, исходя из сезонов года и фаз развития растений, оцениваются по-разному. Так, для фаз всходов и кушения зерновых культур за оптимальные принимаются запасы влаги 25-30 мм в пахотном слое почвы; за недостаточные 10-20 мм; запасы влаги ниже 10 мм оцениваются как плохие. В слое почвы 0-100 см весенние запасы влаги оцениваются следующим образом: недостаточные (80-130 мм), плохие (50-80 мм), очень плохие (менее 50 мм).

В период от выхода в трубку до цветения запасы почвенной влаги метрового слоя приобретают решающее значение. Они оцениваются как хорошие при 120 мм и более, удовлетворительные при 80-120 мм, неудовлетворительные при менее 80 мм. На завершающем этапе развития растений (формирование зерна) неудовлетворительными считаются запасы влаги в метровом слое почвы 30-40 мм, плохими 25 мм. По результатам наблюдений метеорологических станций, при высоких влагозапасах интенсивность почвенной засухи заметно ослабевает. Так, если весенние влагозапасы в слое почвы 0-100 см составляют менее 150-200 мм, то с большей вероятностью можно утверждать, что засухи не могут нанести губительных повреждений, и урожайность понизится незначительно.

Вероятность наступления засухи увеличивается, если в предшествующий осенне-зимний период выпало мало осадков или же отмечалось быстрое оттаивание снежного покрова. Влага при этом не успевает впитаться в промерзшую почву и стекает в пониженные участки рельефа. Степень повреждения зерновых культур, зависящая от критических значений дефицита влажности воздуха и запасов продуктивной влаги в почве по Б.А. Цубербиллер, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Критические значения дефицита влажности воздуха, вызывающие различные виды повреждений зерновых культур при определенных запасах влаги в почве

Вид повреждения	Критические значения дефицита влажности воздуха, гПа	Запасы продуктивной влаги, мм, в слое почвы, см	
		0-20	0-100
Легкое снижение тургора	20	< 20	< 100
Скручивание листьев	26	< 10	80-90
Значительное снижение тургора	33	10-15	70-80
Пожелтение листьев	33	< 10	< 50
Подсыхание листьев	40	0-5	50
Очень сильное снижение тургора	40	0-5	< 35
Побеление колосовых чешуй и захват зерна	40	< 10	< 35

Влияние засухи на растения проявляется по-разному в зависимости от времени ее наступления. Исходя из этого, А.И.Руденко [13], Ю.А.Израэль, А.Н.Кашпанов, Е.С.Уланова и др. [26], Е.К.Федоров [17] различают три типа засухи: весенняя, летняя и осенняя. Весной у большинства растений формируется корневая система, поэтому весенние засухи наиболее опасны. Этот тип засух задерживает развитие растений, а иногда вызывает их частичную или полную гибель. При достаточных запасах почвенной влаги весенняя засуха вредит на растения незначительно. Летняя засуха приостанавливает накопление вегетативной массы и прирост корневой системы растений. Особенно неблагоприятно воздействует на формирование урожайности яровой пшеницы дефицит осадков в фазу "выход в трубку - колошение", проходящийся на июнь - июль. Степень опасности засухи зависит не только от температурно-влажностного режима этого периода, но и предшествующего ей весеннего увлажнения. Летняя засуха особенно опасна, если следует сразу же после весенней.

Зависимость производства яровой пшеницы от погодных условий первой половины вегетационного периода ярко проиллюстрирована в работах [17,20]. В благоприятные годы в северных и западных районах Казахстана урожай могут достигать 15-18 ц/га. Сильные засухи снижают их до 3 ц/га, а иногда даже ниже при средних значениях 7-9 ц/га. Не менее впечатляющие цифры можно привести и по урожайности пастбищной растительности. Так, в степной зоне при средней урожайности 6 ц/га сильные засухи понижают ее до 2 ц/га и менее. В пустынной зоне в годы сильной засухи урожайность трав падает до 0,5-1,0 ц/га. Отрицательные последствия таких засух особенно сильно начинают сказываться в зимне-весенний период, когда при пастбищном содержании животных происходит их массовый падеж.

Из всех рассмотренных типов засух осенняя хотя и влияет на растения, но не так сильно, как весенняя или летняя. Именно поэтому основным недостатком использования урожайности яровой пшеницы в качестве критерия при выделении засух является то, что она в значительной мере зависит от увлажненности первой половины вегетационного периода. Поясним данный тезис на конкретном примере. Самым неурожайным в последнее десятилетие был 1984 г. (6 ц/га, или 63 % тренда), что послужило поводом для включения его наряду с другими неурожайными годами в каталог засух. Однако по критерию S_1 температурно-влажностный режим той части вегетационного периода, от которой значительно зависит состояние пшеницы, мало чем отличается от других лет, хотя средняя урожайность в них была несравненно выше. Осредненные по 30 станциям в мае - августе 1984 г. индексы засушливости $S_1 = 1,3, 0,8, 1,8, \text{ и } 1,3$ соответственно. Из них три случая, согласно критерию, следует отнести к слабым засухам, а один - к ее отсутствию. Обращает на себя внимание то, что пространственное распределение S_1 имеет ярко выраженный пятнистый характер, когда засуха поражает лишь отдельные, хотя и обширные по площади, районы Казахстана. Даже в наиболее засушливом месяце - июле, когда на северо-востоке Казахстана значения $S_1 = 3$ и более (Костанай, $S_1 = 3,7$), на крайнем востоке наблюдалась область отрицательных значений S_1 (Усть-Каменогорск, $S_1 = -2,3$). Тем не менее, как это видно из приведенных данных, вспышка засушливости, наблюдавшаяся на большей части рассматриваемой территории в июле 1984 г., оказалась решающей при формировании урожая. Это могут подтвердить результаты сопоставления урожайности яровой пшеницы с крупными аномалиями температуры, показавшие, что засухи по принятому критерию чаще всего возникают, когда высокие температурные аномалии в июне - июле сопровождаются значительными дефицитами осадков [19, 20]. Им, как правило, сопутствуют низкая относительная влажность воздуха, большая испаряемость и сухие ветры, часто переходящие в пыльные бури. Исключения составили лишь четыре случая, когда засуха была, а круп-

ных положительных аномалий не было. Средняя по Казахстану урожайность в эти годы не превышала 7 ц/га.

По сочетанию нескольких критериев А.И. Руденко [13] условно разделяет засухи на три типа: очень сильная, сильная и средняя засуха. Интенсивность засухи характеризуется нижеследующими критериями и их значениями (табл. 3).

Таблица 3

Сочетание значений критериев для разного типа засух

Критерии	Тип засухи		
	очень сильная	сильная	средняя
Количество осадков за вегетационный период, % нормы	40-50	62-70	69-93
Количество засушливых декад за вегетационный период	4,5-5,4	3,5-4,2	2,8-3,2
Сумма осадков за период всходы-колошение, мм	13-18	28-35	30-42
ГТК за вегетационный период	0,34-0,39	0,46-0,49	0,55-0,56
Превышение температуры воздуха за вегетационный период над нормой, °С	1-4	≥ 2	1-2
Снижение урожая, %	> 50	20-50	< 20

Другим немаловажным фактором, определяющим степень засушливости территории, являются суховеи. Согласно определению Е.А. Цубербиллер и других авторов, суховой представляет собой сухой и знойный ветер, дующий при высоких температурах, значительном дефиците и низкой относительной влажности воздуха. Суховеи приводят к усилению транспирации растений, нарушению их водного баланса, а иногда, вследствие этого, и к гибели. Суховой - это та же атмосферная засуха, но более интенсивная, которая, как правило, сопровождается повышенными скоростями ветра. В результате многочисленных исследований установлено, что суховеи преимущественно возникают при антициклоническом типе погоды на периферии антициклонов. Их образование вызвано интенсивной тепловой трансформацией воздушных масс в результате прогресса при перемещении над континентами и вертикального перемешивания. Если атмосферная засуха одновременно охватывает громадное пространство, то суховой представляет собой преимущественно локальное и кратковременное явление.

Для характеристики суховея используются сочетания значений температуры, дефицита, относительной влажности воздуха и скорости ветра, которые, в конечном итоге, определяют интенсивность испарения. В количественном выражении суховея представляет собой сочетание одновременно наблюдаемых значений метеорологических величин: относительной влажности воздуха 30 % и ниже, температуры воздуха 25 °С и более, дефицита влажности воздуха 20-22 гПа и более при скорости ветра 5 м/с и более на высоте флюгера. Но существуют и другие критерии. В агрометеорологии, например, в настоящее время широко используются критерии, разработанные Е.А. Цубербиллер. Они включают дефицит насыщения водяного пара в воздухе, равный 15 гПа и более, и силу ветра, измеренные в 15 ч. В табл. 4 приведена типизация суховея в соответствии с критериями Е.А. Цубербиллер.

Таблица 4

Дефицит насыщения водяного пара (гПа) в 15 ч в сутки с суховеями различной интенсивности

Тип суховея	Скорость ветра в 15 ч, м/с	
	≥ 8	< 8
Слабый	15-19	20-29
Средней интенсивности	20-29	30-39
Интенсивный	30-39	40-49
Очень интенсивный	≥ 40	≥ 50

Температурный фактор Е.А. Цубербиллер [18] не учитывала, поскольку в некоторых случаях в ранне-весенний период суховея могут быть относительно "прохладными". В этой связи только сухость воздуха является постоянным и важнейшим признаком этого явления. Такие суховея не могут вызывать большого расхода влаги, но все же длительное действие сухого ветра может погубить или ослабить неокрепшие всходы растений. При слабых суховеях нарушение водного баланса растений выражается в потере тургора листьев и их скручивании. При длительном действии слабых суховея происходят большие потери влаги в почве, что при отсутствии осадков приводит к почвенной засухе. В результате, растения желтеют, а листья подсыхают. При большом недостатке влаги в почве слабые суховея способствуют образованию щуплого зерна. При интенсивных суховеях значительно быстрее нарушается водный баланс растений, у них быстро желтеют и подсыхают листья. Отмечается захват и запал зерна, преждевременное его созревание. При очень интенсивных суховеях растения повреждаются еще быстрее. Степень повреждения растений зависит как от наличия влаги в почве

(достаточные ее запасы снижают вредное действие суховея), так и от закаленности растений к началу действия засухи. Кроме того, степень повреждения растений зависит и от продолжительности суховея, которая может колебаться от одних суток до нескольких недель. Ветер усиливает вредное воздействие как слабых, так и интенсивных суховея.

В связи с усилившимся влиянием антропогенных факторов на природную среду резко возросла частота экстремальных событий [1, 7, 8, 19-21, 25, 33]. Такое положение стимулирует изучение причин формирования крупных экстремумов погоды и создает необходимые предпосылки для активизации исследований по их предсказанию. Этому же способствует тот факт, что последние годы отличились повышенной повторяемостью засушливых и пересушливых периодов в различных странах мира, в том числе и в Казахстане [20, 22-24, 27-32]. Тенденция эта полностью проявила себя и в 1995 году в виде сильной летней засухи на территории Северного Казахстана и избыточным увлажнением в Центральной Европе. Все это делает целесообразным подготовку и издание обобщенных материалов справочного характера по засушливым явлениям.

Метеорологическими станциями и постами Агентства по гидрометеорологии и мониторингу природной среды накоплено достаточно материалов наблюдений за различными величинами, позволяющими судить о распределении засушливых явлений по территории Казахстана как во времени, так и в пространстве. Учитывая важность проблемы, в настоящее время в Агентстве готовится к изданию научно-прикладной справочник "Засушливые явления", главным редактором которого является автор данной статьи. В Справочнике обобщены данные по 149 метеорологическим станциям и постам на территории Казахстана с апреля по октябрь за период с 1951 по 1985 гг. Таблицы содержат средние многолетние и вероятностные характеристики максимальных температур воздуха, бездождных периодов, относительной влажности воздуха 30 % и менее, показателя увлажнения Г.Т. Селянинова, суховея, запасов почвенной влаги в слоях почвы 0-20 и 0-100 см под озимыми, ранними яровыми культурами и кукурузой в отдельные периоды их вегетации. Ниже приводится краткая характеристика метеорологических и агро-метеорологических величин, помещенных в таблицах Справочника, которые в комплексе дают представление о засушливых явлениях на территории Казахстана.

Одним из основных элементов засухи является максимальная температура воздуха. Пик ее значений, независимо от территории, приходится на летние месяцы - июль - август. В подтверждение этому на рис. 1 представлены средние значения из ежегодных максимумов температуры воздуха по метеорологическим станциям, расположенным в разных природно-климатических зонах.

Абсолютный максимум температуры воздуха в северных и центральных областях, за указанный период, отмечался в первой декаде

июля 1975 года. В северных областях значения абсолютного максимума достигали 37-40 °С, в центральных - 43-47 °С. Число суток по декадам с максимальной температурой воздуха 25, 30, 35, 40 °С и выше в северных и центральных областях увеличивается в основном к июлю, когда во все декады этого месяца оно имеет наибольшее значение; в южных областях наибольшее его значение наблюдается как в июле, так и в августе. Наглядно это представлено на примере М Шымкент на рис. 2.

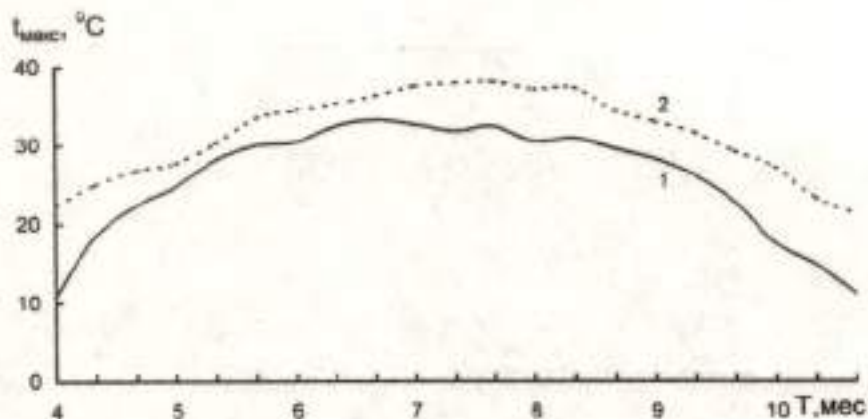


Рис. 1. Средние многолетние значения максимальной температуры воздуха на М Айдарлы (1) и Костанай (2)

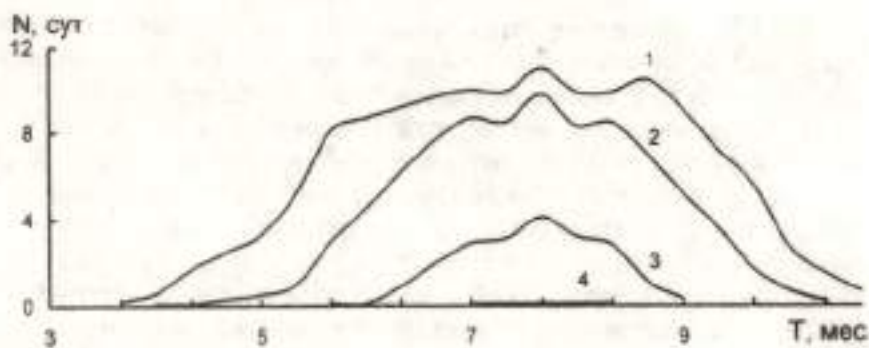


Рис. 2. Число суток с максимальной температурой воздуха по декадам на М Шымкент:

1 - ≥ 25 °С; 2 - ≥ 30 °С; 3 - ≥ 35 °С; 4 - ≥ 40 °С.

Наибольшая вероятность (до 100 %) наступления максимальной температуры воздуха 25 °С и выше почти повсеместно приходится на

летние месяцы, но в южных районах республики 100 % вероятность наступления таких температур отмечается также в мае и сентябре. Здесь же ежегодно во все декады июня, июля и августа имеют место максимальные температуры воздуха 30 °С и выше, а температуры воздуха 40 °С и выше в отдельные декады наблюдаются с вероятностью 20-40 % (рис. 3).

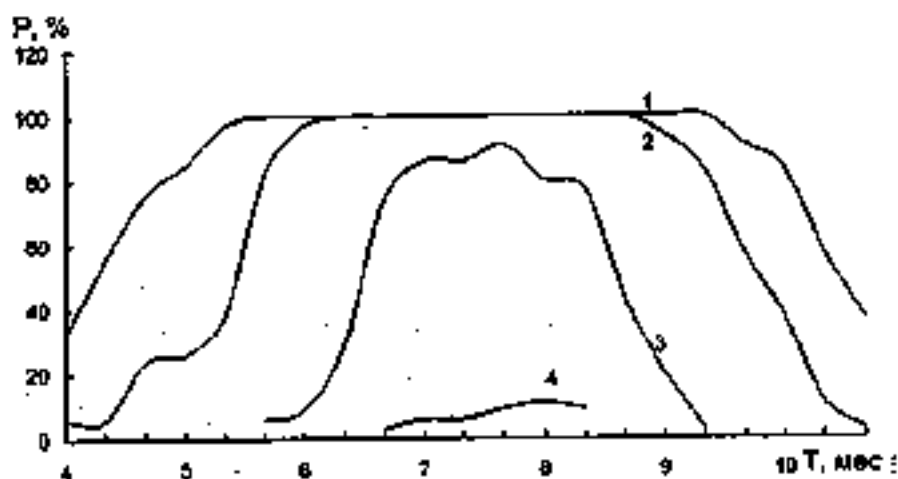


Рис. 3. Вероятность (%) суток с максимальной температурой воздуха 25, 30, 35 и 40 °С и выше по декадам на М Шымкент: 1 - $\geq 25^{\circ}\text{C}$; 2 - $\geq 30^{\circ}\text{C}$; 3 - $\geq 35^{\circ}\text{C}$; 4 - $\geq 40^{\circ}\text{C}$.

Как отмечалось ранее, величиной, способствующей возникновению засух, является и бездождный период различной продолжительности. Такие явления на территории Казахстана наблюдаются повсеместно, но данные о числе бездождных периодов за вегетацию и вероятности начала бездождных периодов различной продолжительности, помещенные в научно-прикладной справочник "Засушливые явления", показывают, что какая-либо закономерность в распределении этих характеристик не прослеживается.

В свою очередь, такой показатель засушливых явлений, как число суток с относительной влажностью воздуха 30 % и менее, имеет сложный характер распределения по территории Казахстана. Так, в теплый период года в северных и центральных областях республики отмечается два максимума числа суток с относительной влажностью воздуха 30 % и менее, (рис. 4а). Первый и более значительный пик наблюдается во второй половине мая, второй приходится на конец августа - начало сентября. На юге республики максимальное число суток за декаду (8-10) с относительной влажностью воздуха 30% и менее наблюдается с мая по сентябрь с некоторым увеличением в июле - августе (рис. 4б).

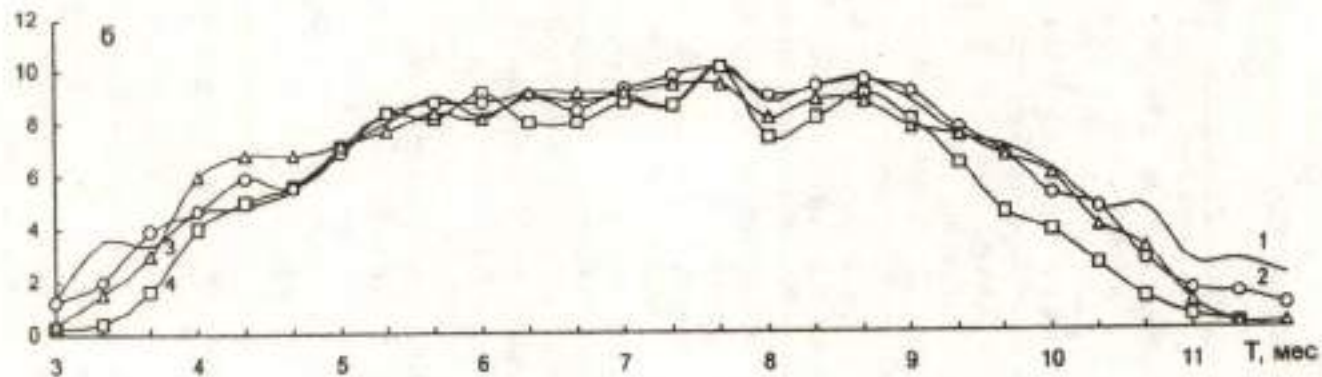
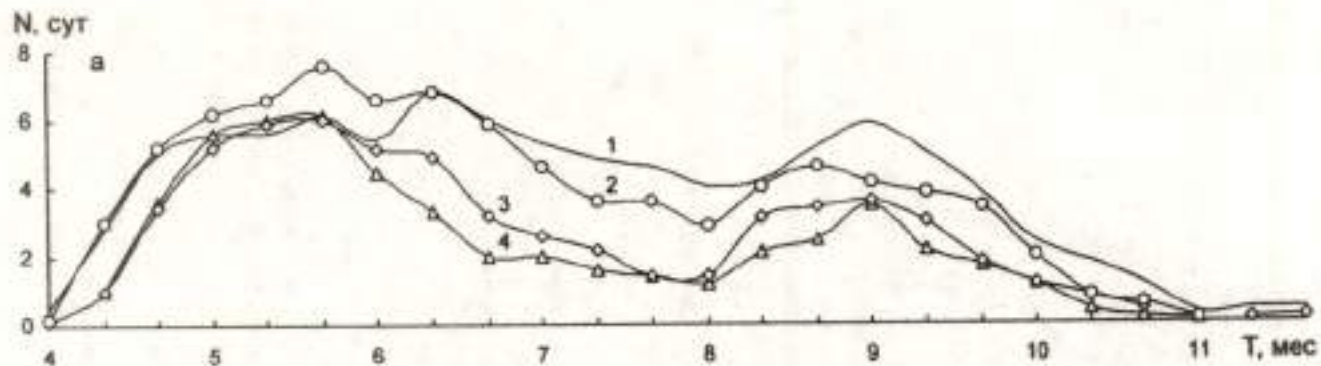


Рис. 4. Число суток с относительной влажностью воздуха 30 % и менее:
 а) метеостанции северных и центральных областей: 1 - Пресногорьевка; 2 - Рузаевка; 3 - Успенка; 4 - Корнеевка.
 б) метеостанции южных областей: 1 - Жамбыл; 2 - Аккудук; 3 - Бетпак-Дала; 4 - Орнбасар.

По показателю увлажнения Г.Т. Селянинова (ГТК) засухи на территории Казахстана приходится на май - август, их интенсивность имеет зональное распределение. Так, в северных областях республики в мае - июне наиболее вероятно наступление полувзасушливых периодов (ГТК от 0,5 до 0,7). В июле - августе повышается вероятность интенсивных атмосферных засух (ГТК $\leq 0,4$).

В подготовленном к изданию научно-прикладном справочнике "Засушливые явления", помимо сведений об атмосферных засухах, помещены данные и о почвенных засухах, наблюдающихся в различные периоды вегетации кукурузы, озимой и яровой пшеницы. В таблицы включены данные о числе декад с почвенной засухой как по месяцам, так и за отдельные периоды вегетации культур в слоях почвы 0-20 и 0-100 см с учетом различных критериев увлажнения почвы. В связи с физико-географическими особенностями расположения метеорологических станций, микрорельефа местности, большой пестротой почв и рядом других существенных причин закономерность в распределении числа засушливых декад с почвенной засухой по территории Казахстана не прослеживается (аналогично вероятности начала бездождных периодов различной продолжительности). Кроме того, на юге республики вредное влияние засух снижается за счет поливов. Более подробную информацию о почвенных засухах по метеорологическим станциям и постам можно почерпнуть из таблиц научно-прикладного справочника "Засушливые явления".

По сравнению с почвенными засухами суховеи, как это показывают данные, помещенные в Справочник, имеют выраженную закономерность в распределении по территории и во времени. Так, суховеи слабой и средней интенсивности ежелекдно наблюдаются практически повсеместно с апреля по сентябрь, а в южных районах республики и по октябрь включительно. Максимальное число суток за каждую декаду с суховеями различной интенсивности приходится на июнь - начало сентября. Летом в северных областях интенсивные суховеи в среднем наблюдаются сутки за декаду, в центральных и южных 1-2 суток в среднем за декаду. Продолжительность очень интенсивных суховеев незначительная - менее суток за декаду. Максимальная продолжительность интенсивных и очень интенсивных суховеев (4 и более суток за декаду) наблюдается на юге Южно-Казахстанской области. Число суток с суховеями различной интенсивности по двум метеорологическим станциям, расположенным в разных природно-климатических зонах, показано на рис. 5.

В вероятности распределения суховеев различной продолжительности и интенсивности по территории также прослеживается определенная закономерность. Так, в умеренно влажной и влажной зонах Северного Казахстана суховеи средней интенсивности продолжаются 2-4 суток в основном в июне - июле. Суховеи продолжительностью 5-7 суток наблюдаются здесь редко, всего 1-2 раза в 20 лет. Интенсив-

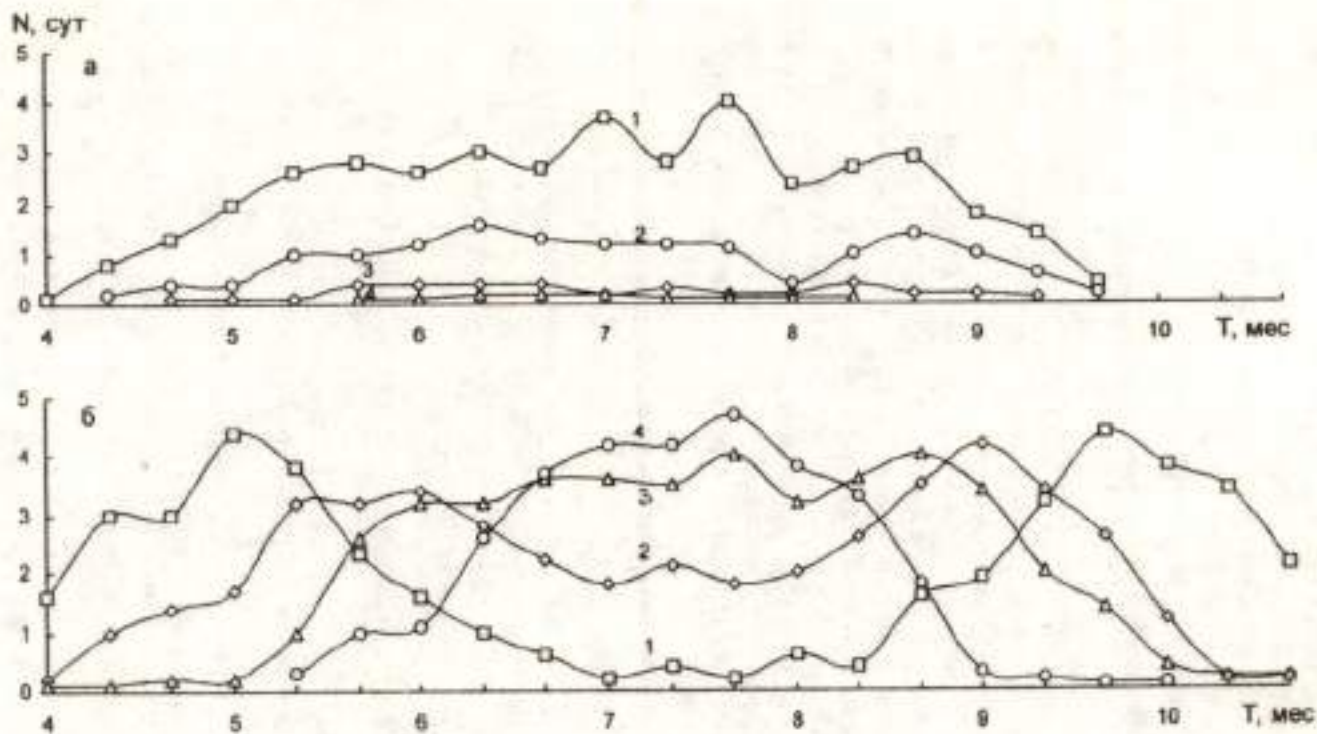


Рис. 5. Число суток с засухами различной интенсивности по данным М. Костанай (а) и Байракум (б): 1 - слабый; 2 - средний; 3 - интенсивный; 4 - очень интенсивный.

ные и очень интенсивные суховеи, независимо от продолжительности, наблюдаются в этой зоне исключительно редко. В умеренно засушливой и засушливой зонах повышается вероятность начала периодов с суховеями средней интенсивности на 2-4 суток в июне - июле. Также заметно увеличивается частота появления и продолжительность интенсивных, а в некоторых случаях, и очень интенсивных, суховеев. В зоне пустынь суховеи средней интенсивности и продолжительности 2-4 суток - обычное явление. Также велика вероятность наступления периодов с интенсивными суховеями, 9 лет из 10. Очень интенсивные суховеи могут наблюдаться здесь 1-3 раза в 20 лет. В предгорье южных областей вероятность начала суховеев средней интенсивности и продолжительности 2-4 суток в июне - июле составляет 7-9 лет из 10. Значительно реже, 3-5 раз в 10 лет, наблюдаются интенсивные суховеи такой же продолжительности. Средние и интенсивные суховеи с продолжительностью 5-7 суток встречаются 2-3 раза в 20 лет.

Сведения о закономерностях распределения засушливых явлений по территории и их количественные характеристики помогут специалистам различного профиля, в том числе и оперативно-производственных подразделений, в решении инженерных и прикладных задач [6, 20, 22].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенные изменения климата / И.И. Борзенкова, Н.И. Будыко, Э.К. Бютнер и др. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 407 с.
2. Байдал М.Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебаний климата Казахстана. Ч. 1 и 2. - Л.: Гидрометеиздат, 1964. - 446 с.
3. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 214 с.
4. Дроздов О.А. Засухи и динамика увлажнения. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 96 с.
5. Логинов В.Ф., Неушкин А.И., Рочева Э.В. Засухи, их возможные причины, предпосылки, предсказания: Обзор // ВНИИГМИ - МЦД. - Обнинск, 1976. - 72 с.
6. Монокрович Э.И. Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 175 с.
7. Монокрович Э.И., Тулина Л.П., Чичасов Г.Н. О проблеме адаптации народного хозяйства Казахстана к изменениям климата // Вестн. АН КазССР. - 1990. - № 10 - С. 44-51.
8. Об исследовании влияния глобального потепления на природные ресурсы и экономику Казахстана и действиях по смягчению негативных последствий возможных изменений климата / И.Б. Есеркепова, О.В. Пилифосова, Г.Н. Чичасов, А.М. Шамен // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 2 - С. 58-75.
9. Педь Д.А. О показателе засух и избыточного увлажнения // Тр. Гидрометцентра СССР. - 1975. - Вып. 156. - С. 19-38.

10. Покровская Т.В. Синоптико-климатические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 254 с.
11. Раунер Ю.Л. О периодичности засух на территории зерновых районов СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1976. - № 6. - С. 37-54.
12. Раунер Ю.Л. Климат и урожайность зерновых культур. - М.: Наука, 1981. - 163 с.
13. Руденко А.И. Типы засух вегетационного периода и их характеристика // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. - Л.: Гидрометеиздат, 1958. - С. 46-53.
14. Сазонов Б.И. Суровые зимы и засухи. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 240 с.
15. Селянинов Г.Т. Происхождение и динамика засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. - Л.: Гидрометеиздат, 1958. - С. 5-30.
16. Утешев А.С. Атмосферные засухи и их влияние на природные явления. - Алма-Ата: Наука, 1972. - 176 с.
17. Федоров Е.К. Погода и урожай. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 57 с.
18. Цубербиллер Е.А. Агрометеорологическая характеристика суховеев. - Л.: Гидрометеиздат, 1959. - 119 с.
19. Чичасов Г.Н. О пространственно-временной структуре крупных аномалий термического режима в Казахстане // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1987. - Вып. 96. - С. 47-63.
20. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб.: Гидрометеиздат, 1991. - 304 с.
21. Шамен А. Гидрометеорология и мониторинг природной среды Казахстана. - Алматы: Галым, 1996. - 295 с.
22. Шамен А.М., Чичасов Г.Н. Об основных результатах и перспективах развития исследований в области гидрометеорологии и окружающей среды в Казахстане // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 4. - С. 7-28.
23. Шаменов А.М. Гидрометеорологическое обеспечение хозяйств Казахстана в условиях проведения экономических реформ // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 1. - С. 12-31.
24. Шаменов А.М. Об актуальных проблемах агрометеорологии Казахстана // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 4. - С. 60-75.
25. Шаменов А.М., Кожаметов П.Ж., Власенко Е.Ф. О распределении числа невыпасных суток для овец зимой в Восточном Приаралье // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 2. - С. 78-90.
26. Экология, климат и влияние их изменений на сельское хозяйство СССР / Ю.А.Израэль, А.Н.Каштанов, Е.С.Уланова и др. // Обеспеченность устойчивого развития сельскохозяйственного производства и борьба с засухой: Материалы сессии ВАСХНИЛ, Волгоград, 26-28 мая 1987. - М., 1988. - С. 39-70.

27. Arnique B. Le point sur les changements climatiques // Acta geogr. (Fr.) - 1995. - № 102. - P. 5-16.
28. Chattopadhyay J., Singh G.P. Trends in surface air temperature over northern tropic and northern hemisphere during the past one hundred years // Indian J. Phys. B. - 1995. - Vol. 69, № 4. - P. 275-281.
29. Erda L. Agricultural vulnerability and adaptation to global warming in China // Water, Air, and Soil Pollut. - 1996. - Vol. 92, № 1-2. - P. 63-73.
30. Hulme M. Recent climatic change in the world's drylands // Geophys. Res. Lett. - 1996. - Vol. 23, № 1. - P. 61-64.
31. Nonhebel S. Effects of temperature rise and increase in CO₂ concentration on simulated wheat yields in Europe // Clim. Change. 1996. - Vol. 34, № 1. - P. 73-90.
32. Pate - Cornell E. Uncertainties in global climate change estimates // Clim. Change. - Vol. 33, № 2. - P. 145-149.
33. Vulnerability and Adaptation Assessment for Kazakhstan. / O.V.Pilifosova, I.B.Eserkepova, S.V.Mizina, G.N.Chichasov et. al. / Joel B. Smith et.al. (Ed.) // Vulnerability and adaptation to climate change. A synthesis of results from the US Country Studies Program, 1996. - P. 161-181.

Агентство по гидрометеорологии и мониторингу
природной среды Минэкобиоресурсов

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ ЗЕРТТЕУ ТУРАЛЫ

Экон. ғ. канд. А.М. Шөмен

Көптеген ғалымдардың зерттеулерін сынды таллау арқасында атмосфералық, топырақтық қуаңшылықтың және анызақ желдің түсініктемелеріне анықтама берілді және олардың гидрометеорологиялық жағдай бойынша пайда болуы және қайталануы қарастырылды. Қуаңшылық пен анызақ желдің белгілеріне байланысты әр түрлері келтірілді. Экобиоресурстар министрлігінің гидрометеорология және табиғи ортаның мониторингі жөніндегі Агенттікте жарыяға шығарылуға дайындайтын "Қуаңшылық құбылыстары" атты ғылым-қолданбалы анықтамаға шолу берілген. Анықтамаға кіргізілген мәліметтер әртүрлі саладағы мамандарға практикалық іс жүргізу кезінде көмектін тиімді.

SATELLITE INVESTIGATION OF DUST IN THE TARIM BASIN

XU XI-HUI

Рассматриваются особенности эволюции облачности, которая отражает формирование, движение и развитие погодных систем. Она может реально характеризоваться космическими снимками разных масштабов. Эти снимки можно использовать для записи и анализа погодных явлений, составления прогнозов, а также для научных исследований.

1. The characteristics of satellite images of the dust devil over the Taklamakan Desert

The normal approach for studying the dust devil over the Taklamakan Desert was based on the limited data from the surface observing stations in the margin area of the Desert because of free meteorological-data area within the Desert. It has caused more difficulties to study the dust devil over the Desert. However, this situation has been changed since first meteorological satellite was launched in 1960. By using the remote-sensing data of meteorological satellites, cloud systems, dust devil, rain trails and snow cover over the Desert can be monitored. Therefore, it is very useful for the study on the desert meteorology, especially dust devil, since the meteorological satellites can provide a plenty of data, i.e., satellite images and digital remote-sensing data over the Desert. The regions of the land surface with water-cover, rain-trails, and forest have the lowest albedo shows dark black on satellite visible images, while the regions with grass, crop and desert show dark gray or gray. The desert with dry climate shows gray or light gray since there is few vegetation. The cloud systems and snow cover of the mountain area have the largest albedo and show gray or white on visible images. The "dust plume", which is formed by fly ash, floating dust, and dust devil, shows gray or white which is similar to that of low-level clouds. Also, on false-color remote-sensing images composed three satellite channels (normally, channels 4, 2, 1), wind-driving dust is shown as light

blue. But, fly ash, floating dust, and dust devil give distinct colors (i.e., dark or light color) which can be identified by using meteorological data on wind-driving dust observation at the meteorological stations around the desert.

The distinguish between low-level clouds and dust devil is that the former has clear boundary with a typical shape or fluctuating surface which is caused by a disturbance in atmosphere. The fly ash, floating dust, and dust devil show the fuzzy boundary and the homogenous plume which is distributed below the cloud systems so that they can be easily identified on the satellite images. The distribution of the "dust plume" is influenced by topography, and its margin is coincide with the basin border. In addition to the "dust plume", the form of the dust devil over the Taklamakan Desert could be "dust-storm belt" which is caused by the invasion of cold air, and "dust-storm circle" which is produced by a suction tube effect. The thickness, shape, area and movement direction of the dust devil are associated with the background atmospheric circulation, dominant wind, specific topography, and geographic environment. The following will focus on the primary analysis on the severe "dust-storm" weather. The satellite image data, the dust devil and wind data from the meteorological stations around the basin in the period of 1978-1987 were systematically investigated, and the remote-sensing images from the US TIROS-NOAA meteorological satellites in the period of 1991-1995 are monitored and analyzed. We choose 59 cases with significant characteristics of the dust devil in the Desert from the above-mentioned data, and analyze their occurrence time, intensity, weather situation and characteristics on the satellite images. The dominant characteristics of the dust-storms over the Taklamakan Desert is following.

2. The monthly and quarterly distributions of the occurrence frequency of the dust devil

(1) The dust devil weather over the Taklamakan Desert occurs most frequently in April and September which are transitional seasons in the Desert, with 13 and 10 times a year, respectively, which are 20 % and 16,9 % of total annual number.

(2) The occurrence frequency of the dust-devil over the Desert are 52,6 %, 22,1 %, and 22 % in spring (March, April and May), summer (June, July and August) and autumn (September, October and November) compared to the total number over a year, respectively (see Table 1). This indicates that the dust devil occurs in the seasons of the crop growth in the Tarim Basin, especially in spring. Obviously, this situation could cause severe threat to crop growth, exploration and exploitation of patrolmen in the Taklamakan Desert.

Table 1

Statistics of monthly and quarterly occurrence of dust devil over the Tarim Basin (1978-1987)

month\term	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
occurrence time	1	9	13	9	6	4	3	10	2	1	1	59
monthly percentage	1,7	15,3	22	15,3	10,2	6,8	5,1	16,9	3,4	1,7	1,7	100
quarterly percentage (%)	Spring 52,6			Summer 22,1			Autumn 22,0			Total 96,7		

3. Types, occurrence times and evolution characteristics of the dust devil

The types of the weather which causes the dust devil in the Tarim Basin can be summarized as follows:

- (1) Type I: cold air sinking after crossing over the mountain;
- (2) Type II: cold air pouring back from east;
- (3) Type III: cold air invading from west;
- (4) Type IV: combination of (1) and (2);
- (5) Type V: suction tube effect.

The statistics of the examined 59 cases (see Table 2) indicate that there are 27 dust devils with cold air sinking after crossing over the mountain, which is 45,8 % in the total number.

Table 2

Statistics of occurrence frequency of various type dust devil over the Taklamakan Desert

Dust devil type	term	wind direction	occurrence time	percentage (%)
sinking		northwest	8	13,6
east pouring back		north-east and east	27	45,8
west invading		west and southwest	11	18,6
sinking and pouring		northwest and around east	11	18,6
suction tube effect		northwest, southeast, and southwest in upper air	2	3,4
Total			59	100

It indicates that the dust devil was caused by cold air from west invading northern Xinjiang and then pouring back from east. The Tarim Basin is geographically surrounded by mountains, but is opened at the east side. The underlying surface of the Basin is primarily consisted of the Taklamakan Desert without vegetation and with high temperature and drought. In this case, the wind of 4-5 grade in the Beaufort wind scale can blow sand and dust in the Desert up into air. If this blowing spreads widely, a dust devil is produced. It should be noted that the dust devil with a suction tube effect is of the most severe damage although its occurrence frequency is the lowest (3.4 % in the total number).

(1) **Type I:** Cold air sinking after crossing over the mountain.

This type of dust devil is mainly produced by cold air from northwest near the Lake Brackish or by cold air sinking at the hill of the Tianshan Mountain after crossing over the mountain. The cold air makes a strong northwest wind which causes more strong sand-dust-blowing weather in the northwest and western parts of the Tarim Basin. The weather is often accompanied by a dust devil as a form of "dust-storm belt", affecting the whole Basin from north to south.

(2) **Type II:** cold air pouring back from east.

The weather conditions for producing dust devil Type II can be described by the following: the upper-air trough at 500 hPa, which may affect northern Xinjiang, moves east or southeast. It displays a vortex cold-front cloud system on satellite images. This system is developing as it moves east. After the end of the cloud system reaches the east part of the Basin, the cold air from north is poured into the Basin along the east part. The east gale produces a dust devil weather affecting mainly the southern part of the Basin, from Ruqiang to Minfeng. When the cold air arrives at Hetian, the intensity of the east gale is declined, which is also accompanied by the dust devil weakening into the floating for a few days.

As shown in Table 3, a typical example of this type of dust devil occurred on May 1-2, 1981 is given. At 20:00 of May 1, a severe dust devil occurred and recorded at Quemu, Arnar Keping, and Bachu, accompanying by east gale with 4-5 grade in the Beaufort wind scale. The cold air pouring into the Basin from east was very strong, which caused a severe dust devil in the northern Basin. However, there was a floating dust weather in the southern and middle parts of the Basin because the influence of the cold air was a little weak in the remaining parts of the Basin. After the weather system was passing over the Basin, the area of about 34 km² in the Basin was filled with floating dust for six days.

(3) **Type III:** cold air invading from west.

This type of dust devil is produced by a short-wave trough cloud system in a shield form moving from west to east and passing over the Basin. The cloud system is normally the southern branch of the upper-air frontal

zone in spring. It can be observed from the satellite remote-sensing images that most parts of the Desert is covered by the homogenous blue color representing sand-dust plume.

Table 3

Sand-driving records at the meteorological stations at the border of the Tarim basin on May 1-2, 1981

time	Station name and weather phenomena			
	Quemo	Keping	Bachu	Arnar
20:00, 01/05	☁ (S)	☁ S	☁ S	☁ S
11:00, 02/05		☁ S		

(4) **Type IV:** combination of cold air sinking after crossing over the mountain with pouring back from east.

This type of dust devil is more severe, and may cause more damage.

(i) Cold air pouring from east after crossing over the mountain.

The cold-frontal cloud system or the shield-form cloud system, locating normally on the south of the Basin, moves into the Basin after crossing over northern Tianshan Mountain. The accompanied northwest gale caused a dust devil weather in the western and northern parts of the Basin. When the cloud system moves southeast, it makes more cold air from north pouring into the Basin. Meanwhile, the northeast wind in the eastern Basin enters into the Basin, causing the dust-flowing weather in the northern Basin (see Table 4). The strong wind, floating sand, and dust devil phenomena occurred at the meteorological stations around the Basin: Shache → Pishan → Yutian → Minfeng → Tieganlike, and caused a severe damage.

Table 4

Sand-driving records at the meteorological stations at the border of the Tarim basin on May 10-13, 1981

date/time station	May 10	May 10	May 11	May 12	May 13	May 13
	02:00	05:00	02:00	14:00	02:00	11:00
Shache	☁ S	☁ S		☁	☁ S	
Pishan	☁	☁				
Yutian			☁			
Minfeng			☁ S			
Tieganlike						☁ ☁

(ii) Cold air in southwest weather system invading after crossing over the mountain and pouring back from east.

The north branch of the cold-frontal cloud system just moves out Xinjiang, the end of the cold-front causes the cold air to pour back from east into the Basin and produce sand-dust plume. At the same time, a belt of jet cloud system moves from southwest into the Basin, and brings west gale to produce a dust devil weather over the western part of the Desert. Also, the east-west wind shear makes more severe dust devil in Quemo and Ruqiang.

(iii) combined influence of the south and north weather systems.

The combination of the south and north weather systems makes more complicated wind direction, more intensified wind, and more severe dust devil over the Taklamakan Desert (see Table 5).

Table 5

Sand-driving records at the meteorological stations at the border of the Tarim basin on April 18-19, 1985

time	Ru-qiang	Tie-galike	Ke-ping	Kashi	Bac-hu	Sha-ze	Pis-han	He-tian	Yu-tian	Min-feng
17:00, 18/4								S	S	S
20:00, 18/4	↖ ↗	↖ ↗	↖ (S)	↖ ↗	↖ ↗	↖ ↗	↖ ↗	↖ ↗	↖ ↗	S
02:00, 19/4										↖ ↗

(5) Type V: suction tube effect.

This type of dust devil occurred twice in the Taklamakan Desert during 1978-1987, accounting for only 3.4 % in the total number of the dust devil. However, they were the most severe and made the most damage to industry, agriculture and human life as they passed over. They are called as "black wind".

For example, a very strong dust devil ("black wind") occurred in the Tarim Basin and the eastern Xinjiang from the late afternoon of May 18 to the early morning of May 20, 1986. The mean wind intensity over the whole Basin was 8-9 grade in the Beaufort wind scale, with the instantaneous wind speed 25 m/s. The visibility in the counties of Hetian, Moyu, and Luopu was close zero, and lasted 42 hours. The "black wind" caused a huge loss: 10 people and 4128 livestock died, 9 people lost, and the Lanzhou-Xinjiang rail seriously damaged.

The occurrence of the "black wind" was closely associated with the thermal low system which was developed over the Tarim Basin from the Wular low trough moving southeast. There was a strong wind shear over the

Basin, which produced a strong convergence in the low-level and a strong divergence in the upper-level. Adding the specific topography of the Tarim Basin, the weather system made very strong "suction tube effect" to produce the most severe dust devil. The suction tube effect was displayed as a "dust-storm circle" on the satellite images. The "dust-storm circle" was connected with the front of the jet cloud system, which was clearly seen on the satellite images.

The application of meteorological satellite remote-sensing data has provided a very useful tool to analyze dust devil over the desert. It is of significant for the present work to serve exploration and exploitation of patrolmen, agriculture development, and ecological environment protection in the Tarim Basin.

REFERENCES

1. Lio De-cai. Climate and desertation (translation from English) // Xinjiang Research Institute of Meteorology. - 1988. - P. 28-35.
2. Xu Xi-hui. Case study of severe weather systems in Xinjiang in spring by using the meteorological satellite images // J. Xinjiang Meteorology. - 1989. - №. 8-9. - P. 13-17.

Xinjiang Meteorological Bureau, Urumqi, 830002, China

ТАРИМА АЛҚАБЫНДАҒЫ ШАҢДЫ ДАУЫЛДЫ КОСМОС АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ

XU XI HUI

Ауа-райы жүйелерінің өркендеуі мен қозғалысын, қалыптасуын қамтып көрсеттетін бұлттың даму ерекшелігі арқылы қарастырылады. Ол өртүрлі масштабтағы космос суреттері арқылы анық байқалады. Ол суреттерді ауа-райын жазу және талдауда, және ғылым зерттеулерде қолдануға болады.

**ИЗМЕРЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ
УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ РАДИАЦИИ СОЛНЦА**

Канд. физ.- мат. наук А.И. Иванов
О.А. Зырянова
Л.М. Каримова
В.Н. Коровченко

Обосновывается необходимость мониторинга спектрального состава биологически активной ультрафиолетовой радиации в спектральной области 290-320 нм. Анализируются экспериментальные сложности измерения ультрафиолетовой спектральной энергетической освещенности на поверхности Земли и пути их решения. Описывается конструкция реально действующего спектрорадиометра и методика измерений. Приводятся первые результаты.

Ультрафиолетовая (УФ) радиация Солнца, контролируемая атмосферным озоном, чрезвычайно активна в биологическом отношении. В процессе эволюции животный и растительный мир адаптировался к определенному уровню УФ - радиации на поверхности Земли. Однако в результате антропогенного воздействия озоновый слой постепенно разрушается. Это может привести к экологической катастрофе. Достаточно упомянуть не только биологические эффекты (нарушение структуры молекул ДНК, влияние на иммунную систему и т.п.), но и изменение теплового режима стратосферы с дальнейшими климатическими последствиями.

Уровень ультрафиолетовой освещенности (УФО) в довольно широких спектральных участках измерялся на протяжении многих лет. Однако, как сравнительно недавно было установлено биологами, реакция живых организмов и растений сильно зависит от спектрального состава УФ- радиации. Таким образом, наибольший интерес представляют измерения УФО в абсолютных энергетических единицах с хорошим разрешением по спектру (не хуже 1 нм). Из-за их сложности подобные систематические измерения проводятся лишь в США, где создана целая широтная сеть станций мониторинга УФО от Антарктики до Аляски. Измерения УФО сложны по целому ряду причин. Среди основных следует указать следующие. Во-первых, из-за сильного поглощения озоном приходящая УФ- радиация имеет коротковолновую границу около 290 нм. Интенсивность УФ- радиации в приграничной области ничтожна. Отсюда вытекает требование очень высокой чувствительности прибора. Во-вторых, основным элементом прибора является рассеиватель, который должен быть, с од-

ной стороны, ламбертовским, а с другой, - достаточно прозрачным для УФ- радиации. Сочетать эти свойства практически невозможно. Поэтому конструкция рассеивателя и используемые материалы являются предметом прецизионной фотометрии. В- третьих, при измерениях в УФ- области спектра близ коротковолновой границы особую опасность представляет рассеянный свет. Здесь интенсивность входящего излучения на много порядков меньше интенсивности в более длинноволновой области, и сигнал от рассеянного света может существенно превысить полезный. Существует ряд способов устранения или снижения интенсивности рассеянного света. Среди них - двойная или тройная монохроматизация (двойные, тройные монохроматоры); предварительное (до монохроматора) выделение УФ-диапазона с помощью светофильтров; использование солнечно-слепых фотоумножителей с максимальной чувствительностью в УФ-области. В-четвертых, абсолютные измерения освещенности предполагают особые требования к стабильности разных параметров измерительного прибора и его предварительную калибровку по эталонным фотометрическим стандартам.

Ниже описывается конструкция уже созданного спектро радиометра. Особое внимание обращено на перечисленные выше требования.

Устройство и принцип действия спектро радиометра. В основе спектро радиометра использован монохроматор МУМ с вогнутой дифракционной решеткой, которая позволяет свести до минимума количество элементов оптической схемы. Обратная линейная дисперсия монохроматора (3-4 нм/мм) позволяет проводить измерения со спектральным разрешением, удовлетворяющим как измерениям спектральной освещенности, так и общего содержания озона.

Принципиальная схема спектро радиометра приведена на рис. 1.

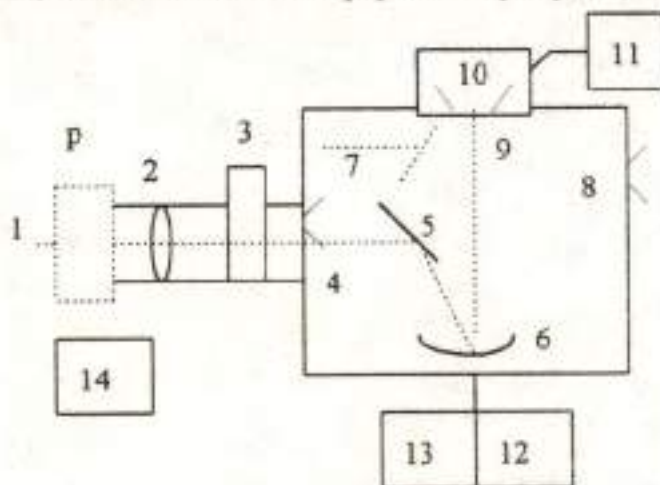


Рис. 1. Принципиальная схема спектро радиометра

Рассмотрим принцип действия прибора, следуя ходу солнечного луча. При измерениях УФО входная труба 1 прибора (с рассеивателем "р") приводится в вертикальное положение. Кварцевая линза 2 собирает лучи рассеянного света с нижнего торца светорассеивающего цилиндра на входной щели монохроматора 4. В блоке 3 размещен затвор, срабатывающий автоматически по заданной программе; абсорбционный светофильтр, пропускающий только солнечный ультрафиолет; ослабители. С помощью плоского зеркала 5 световой пучок направляется на вогнутую дифракционную решетку 6, где раскладывается по длинам волн и фокусируется на выходной щели 9. Предусмотрена возможность вывода пучка на другую выходную щель 8, для чего используется плоское зеркало 7. После выходной щели 9 свет попадает на фотокатод фотоэлектронного умножителя 10, сигнал от которого обрабатывается системой управления и регистрации 11. Ее описание будет приведено ниже. Сканирование спектра осуществляется поворотом дифракционной решетки с помощью шагового двигателя 12. Для автоматического слежения за Солнцем используется полярная установка 13 с часовым механизмом. Для того, чтобы исключить возможную временную зависимость чувствительности прибора к измеряемой радиации, используется источник постоянной яркости 14, который насаживается на входную трубу.

На рис. 2 приведена блок-схема системы регистрации и управления.

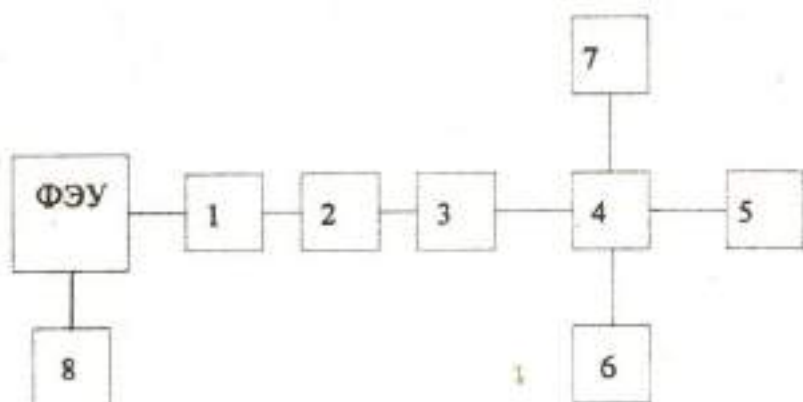


Рис. 2. Блок-схема системы регистрации и управления

Фотоэлектронный умножитель ФЭУ-103 работает в режиме счета фотонов. Его питание высоким напряжением осуществляется от блока 8 с программным управлением. Импульс фототока поступает в предусилитель 1, который усиливает сигнал и формирует прямоугольный импульс. Прямоугольные импульсы разной амплитуды поступают в усилитель-дискриминатор 2, где импульсы усиливаются и, одновременно, ограничиваются по амплитуде. Окно дискриминации

задается программным путем. Использовалась дискриминация только по минимальным амплитудам, чтобы обрезать шум, связанный с отрывом электронов с динодов ФЭУ. Блок 3 представляет счетчик импульсов (10 МГц), на котором так же программным путем можно задавать разное время накопления. Контролер 4 осуществляет связь ПК ДВК-3 (5) с периферийными устройствами, в частности, блоком управления шаговым двигателем 6 и блоком управления затвором 7.

Все блоки 2-8 являются элементами системы КАМАК.

Косинусный рассеиватель. Принято описывать приходящую на земную поверхность УФ-радиацию Солнца величиной освещенности горизонтально расположенной площадки рассеивателя. Обычно экспериментально измеряется величина, пропорциональная яркости рассеивателя в каком-нибудь направлении (для отраженного или пропущенного света). Если яркость не зависит от направления, то она будет пропорциональна освещенности вне зависимости от способа освещения. Такие рассеиватели называют ламбертовскими или косинусными. Проверить косинусность рассеивателя можно, освещая его под различными углами точечным источником. Тогда, поскольку освещенность будет изменяться пропорционально косинусу угла падения светового пучка, измеряемая яркость также должна изменяться по закону косинуса. Как правило, закон косинуса выполняется только в диапазоне малых углов падения. Поэтому разрабатываются специальные конструкции рассеивателей.

Сконструированный рассеиватель выполнен в виде насадки на входную трубу спектрорадиометра. Его основная часть представляет светорассеивающий цилиндр [3]. Верхний торец и боковая стенка цилиндра изготовлены из тефлона, а нижний торец — из специального оптического пластика. В процессе измерений ось цилиндра ориентирована в вертикальном направлении. Прибором фиксируется яркость нижнего торца в направлении, нормальном к торцу. Рассмотрим принцип действия рассеивателя. Представим, что он освещается под разными углами точечным источником, например Солнцем, с постоянной силой света. Верхний торец цилиндра пропускает свет таким образом, что его яркость со стороны прибора непостоянна в разных направлениях (индикатрисный эффект). Она больше в направлении падающего светового пучка. Таким образом, при увеличении угла падения света от точечного источника на верхний торец, его яркость будет уменьшаться не только из-за уменьшения освещенности торца (по закону косинуса), но и вследствие описанного индикатрисного эффекта. Рассмотренный эффект свойственен в большей или меньшей мере любой плоской рассеивающей пластинке. Чтобы его компенсировать, нужно ликвидировать нарастающий дефицит света, попадающего в регистрирующий прибор при увеличении угла падения. Для этого используется часть боковой стенки цилиндра. Когда угол падения светового пучка на торец цилиндра увеличивается и

уменьшается освещенность торца, угол падения на боковую стенку будет уменьшаться, а ее освещенность, наоборот, увеличиваться. Таким образом в светорассеивающий цилиндр будет попадать дополнительное количество света. Нижний торец цилиндра интегрирует свет, пропущенный верхним торцом и боковой стенкой. Однако при достаточно больших углах падения боковая стенка начинает добавлять избыточное количество света. Чтобы его ограничить, используется цилиндрический экран так, что при угле падения 90° он полностью экранирует боковую стенку. Описанный рассеиватель был исследован на косинусность. Полученная косинусность рассеивателя сохраняется вплоть до угла падения $i \approx 85^\circ$, что отвечает лучшим образцам, описанным в литературе.

Учет рассеянного света. Чтобы избавиться от рассеянного света за счет видимого диапазона спектра, использовался ультрафиолетовый светофильтр УФС-6, устанавливаемый на входе монохроматора. Однако такой прием не устраняет возможности попадания рассеянного света от соседних спектральных участков. Для исследования его уровня и дальнейшего учета проведен следующий эксперимент. Известно, что оптическая система монохроматора строит изображение входной щели в плоскости выходной. Если закрыть экранами, например, половину входной щели и соответствующую половину выходной, то через оставшуюся свободную часть выходной щели будет проходить только рассеянный свет. Получена спектральная зависимость отсчетов прибора от рассеянного света в исследуемом диапазоне спектра 290-320 нм. Соответствующая кривая нормировалась по среднему из отсчетов в диапазоне 286,8-290,0 нм, где полезный сигнал заведомо отсутствует. Учет рассеянного света производится теперь следующим образом. Перед каждым измерением, когда прибор находится в рабочем исходном состоянии (щели не заэкранированы, введены необходимые ослабители и т. п.), находится среднее значение из отсчетов в области 286,8-290,0 нм. Далее для каждой длины волны он умножается на соответствующее (данной длине волны) значение нормированной кривой и вычитается из суммарного отсчета (полезный сигнал + рассеянный свет). Естественно, вся эта процедура является частью программы и выполняется ПК.

Калибровка прибора для измерений УФО в энергетических единицах. Кратко опишем основные моменты калибровки прибора по Солнцу для измерения УФО в энергетических единицах. Смысл состоит в том, чтобы соотнести отсчеты прибора в той или иной длине волны соответствующим значениям энергетической освещенности рассеивателя. Поскольку существует временная изменчивость чувствительности прибора к измеряемой радиации, все отсчеты прибора, пропорциональные освещенности, делились на отсчет от стандартной лампы постоянной яркости.

Тогда

$$K_{\lambda} \frac{n_{\lambda}}{n_{\lambda}} = E_{\lambda}, \quad (1)$$

где K_{λ} - калибровочный коэффициент в длине волны λ ; n_{λ} - отсчет прибора, пропорциональный освещенности E_{λ} ; n_{λ} - отсчет прибора от стандартной лампы; E_{λ} - спектральная энергетическая освещенность горизонтальной площадки на поверхности Земли.

Чтобы найти коэффициенты K_{λ} , измеряется освещенность площадки прямыми солнечными лучами E_{λ} (площадка ориентирована перпендикулярно к лучам и расположена на поверхности Земли). В этом случае закон Бутера будет выглядеть следующим образом:

$$E'_{\lambda} = E_{0\lambda} e^{-\tau_{\lambda} m_{\lambda}}, \quad (2)$$

где $E_{0\lambda}$ - спектральная солнечная постоянная; τ_{λ} - оптическая толщина экстинкции; m_{λ} - атмосферная масса в направлении Солнца.

С учетом (1) уравнение (2) можно переписать в следующем виде:

$$K_{\lambda} \frac{n'_{\lambda}}{n_{\lambda}} = E_{0\lambda} e^{-\tau_{\lambda} m_{\lambda}}. \quad (3)$$

Выражение (3) использовалось для нахождения коэффициентов K_{λ} . В этом выражении $\frac{n'_{\lambda}}{n_{\lambda}}$ - измеряется; m_{λ} - рассчитывается; $E_{0\lambda}$ - находится из литературных источников.

Что касается τ_{λ} , то она находится с помощью долгого метода Бутера (Ленгли), согласно которому

$$\lg\left(\frac{n'_{\lambda}}{n_{\lambda}}\right) = (\lg E_{0\lambda} - \lg K_{\lambda}) - (\tau_{\lambda} \lg e) m_{\lambda}. \quad (4)$$

Это уравнение прямой, где $(\tau_{\lambda} \lg e)$ - тангенс угла наклона. Постоянство величины τ_{λ} в течение измерений контролировалось путем частых замеров (на других приборах) ее слагаемых (аэрозольной и поглощение озоном). В конечном итоге по формуле (3) рассчитывались мгновенные значения E'_{λ} и, далее, искомые коэффициенты K_{λ} . Остановимся более подробно на величине $E_{0\lambda}$. Она измерялась мно-

гие десятилетия как с поверхности Земли, так и с ракет, баллонов и космических аппаратов. При этом использовалась спектральная аппаратура с различным разрешением. Корректное использование литературных данных требует их обязательной редукции на спектральное разрешение данного спектрального прибора. Иными словами, величины E'_λ и $E_{\text{сд}}$ из (3) должны быть получены с одним и тем же спектральным разрешением (измерены, в идеале, одним и тем же прибором). Таким образом, выбору литературного источника с экспериментальными данными о величинах $E_{\text{сд}}$ должно предшествовать исследование так называемой аппаратной функции спектрального прибора [1]. Для измерения аппаратной функции в качестве квазимонохроматического излучения была выбрана линия ртути $\lambda = 2967,3 \text{ \AA}$. Полученная аппаратная функция имела вид гауссианы с шириной по основанию 20 \AA и полушириной (на уровне $0.5 I_{\text{max}}$) 10 \AA .

Практически с такой же аппаратной функцией (полуширина 13 \AA) были получены значения спектральной освещенности в работе [2]. Они в дальнейшем использовались при расчете коэффициентов K_λ .

Упомянем также, что была проведена работа по редуцированию спектральных коэффициентов поглощения озоном и молекулярного рассеяния. Для их расчета использовалось следующее выражение:

$$Y_{\lambda'} = \int_{\lambda - \Delta\lambda}^{\lambda + \Delta\lambda} P(\lambda - \lambda') y(\lambda) d\lambda, \quad (5)$$

где $Y_{\lambda'}$ - соответствующий коэффициент; $P(\lambda)$ - аппаратная функция; $y(\lambda)$ - спектральная зависимость соответствующего коэффициента, полученная с высоким спектральным разрешением; $\Delta\lambda$ - полуширина аппаратной функции.

Измерения УФО. С помощью описанного выше метода проведена калибровка спектрорадиометра и получен ряд результатов по ультрафиолетовой освещенности. На рис.3 приведен пример спектральной зависимости УФО в биологически активной области спектра УФ-Б (280-320 нм) для трех зенитных углов Солнца Z_\odot .

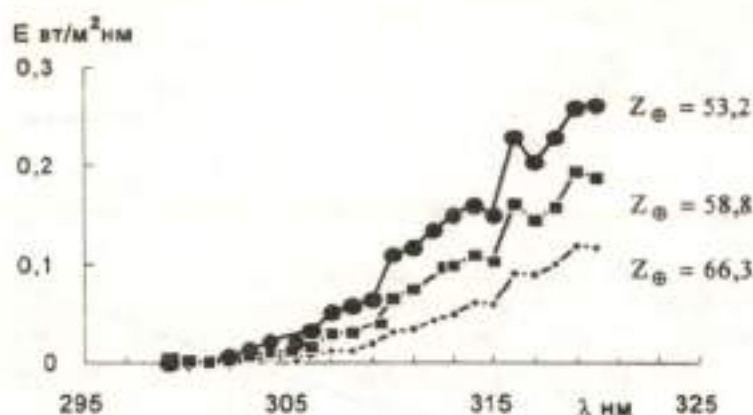


Рис. 3. Зависимость ультрафиолетовой освещенности в биологически активной области спектра для трех зенитных углов Солнца

Из полученных данных следует, что величины E существенно зависят от высоты Солнца, т.е. от оптического пути луча в атмосфере. Анализ других факторов (альbedo земного покрова, облачность, мутность атмосферы, общее содержание озона и т. п.) требует значительно-го статистического материала измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пейсахсон И.В. Оптика спектральных приборов. - Л.: Машиностроение, 1970. - 271 с.
2. Ultraviolet solar irradiance measurements from 200 to 355 nm during spacelab 1 mission / Labs D., Neckel H., Simon P. C., Nhillier G. Solar Physics. - 107/2. - 1987. - P. 203 - 219.
3. UV-B Monitoring Workshop: A Review of the Science and Status of Measuring and Monitoring Programs / 10-12 March 1992, Washington, D.C. : Science and Policy Associates, Inc. The West Tower, Suite 400 - 1333 H Street, NW, Washington, D.C. - 324 p.

Алматинский Государственный
Университет имени Абая

КҮННИҢ УЛЬТРАКҮЛГІНДІ СӘУЛЕСІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНІҢ ӨЗГЕРҮІ

Физ. мат. г. канд. А.Н. Иванов
О.А. Зырянова
Л.М. Каримова
В.Н. Коровченко

290-320 нм спектр облысында ультракүлгін сәулесінің белсенділігінің спектр құрамын зерттеу қажеттігі дәлелденген. Жер бетін жарысталғандықардағы қауытты спектрлі ультракүлгінді өлшеу тәжірибесінің күрделілігі және оны шешу жолдары талданы. Нақты қолданылатын спектрометрдің құрылысы мен оның жұмыс істеу тәсілдері көрсетіліп, алғашқы нәтижелері келтірілді.

О ДИНАМИКЕ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В ГОРНОМ РАЙОНЕ
ЮГА КАЗАХСТАНА

Канд. физ.-мат. наук А.И. Иванов
О.А. Зырянова
В.Н. Коровченко

Проведен анализ результатов двухлетних измерений содержания приземного озона в предгорьях Алатау близ города Алматы. Для измерений использовался стандартный хемилюминисцентный озонметр. Найдена суточная и сезонная зависимость концентрации озона, которая объясняется фотохимической природой озона. Делается вывод о наличии в летнее время фотохимического смога в городе.

Озон относится к малым газам атмосферы. Его основная масса сосредоточена в нижней стратосфере. Именно стратосферный озон определяет приход на земную поверхность биологически активной ультрафиолетовой радиации Солнца [4,6]. Тем не менее, определенный интерес проявляется и к озону в приземных слоях атмосферы [1, 2, 5]. Это связано с его сильной химической и биологической активностью. Кроме того, он может образовываться в результате фотохимических реакций в смогах лос-анджелесского типа и показывать их наличие.

Существуют различные методы определения концентрации приземного озона. Широкое применение получил хемилюминисцентный метод. Его сущность состоит в том, что химическое взаимодействие молекул озона с некоторыми веществами сопровождается люминесценцией. На этом методе основан прибор газоанализатор 202АЦ-2, на котором проводились наши измерения.

В первом режиме, режиме калибровки прибора, воздух засасывается в каталитический деозонатор, очищаясь от озона. Далее он поступает в генератор озона, где под воздействием ультрафиолетового излучения образуется известное количество озона. Потом воздух попадает в хемилюминисцентный реактор, вызывая свечение, которое регистрируется с помощью фотоумножителя. Во втором режиме анализируемый воздух засасывается в прибор и, минуя деозонатор, попадает на хемилюминисцентный элемент реактора. Прибор снабжен блоками управления режимами, регистрацией и питания.

Измерения концентрации озона в приземном слое атмосферы проводились в течение 1993-1995 годов на горной экспериментальной станции атмосферного мониторинга Алматинского Государственного Университета имени Абая, расположенной на высоте 1317 метров близ Алматы. Общее число измерений составило около 5000.

Целью измерений было проследить суточные и сезонные вариации концентрации приземного озона, а также его динамику в условиях резкой оптической нестабильности. Под последним понимают резкое изменение прозрачности (или мутности) атмосферы.

Наличие суточной изменчивости демонстрируется на рис.1. Заметное увеличение концентрации в полуденные часы летом вполне объяснимо резким увеличением плотности потока солнечной радиации в эти часы и фотохимической природой появления озона. Зимой в светлое время суток высота Солнца изменяется много меньше, чем летом. Отсюда вытекают и меньшие вариации плотности потока, и отсутствие выраженной временной зависимости концентрации озона.

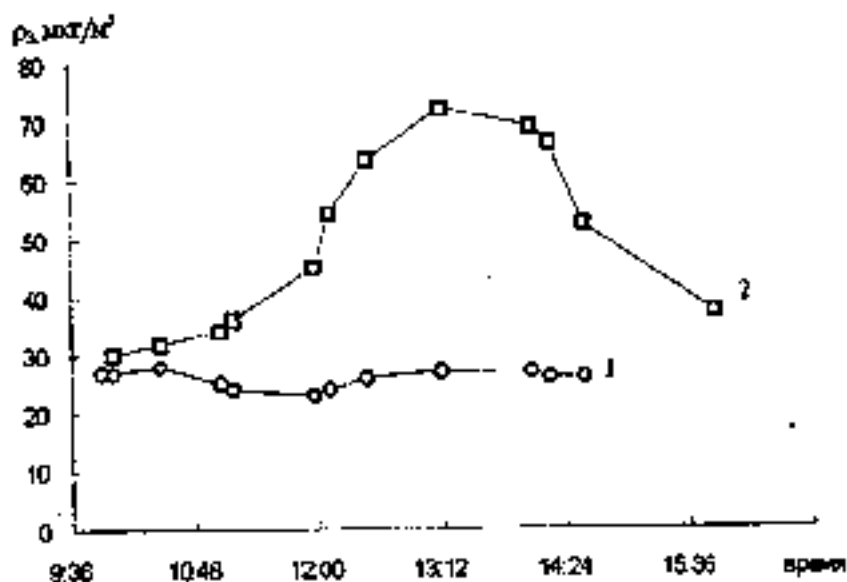


Рис.1. Суточный ход концентрации приземного озона зимой (1) и летом (2) на месте измерений

Та же самая причина, увеличение потока солнечной радиации, обуславливает относительное увеличение концентрации озона в летнее время и это показано на рис.2.

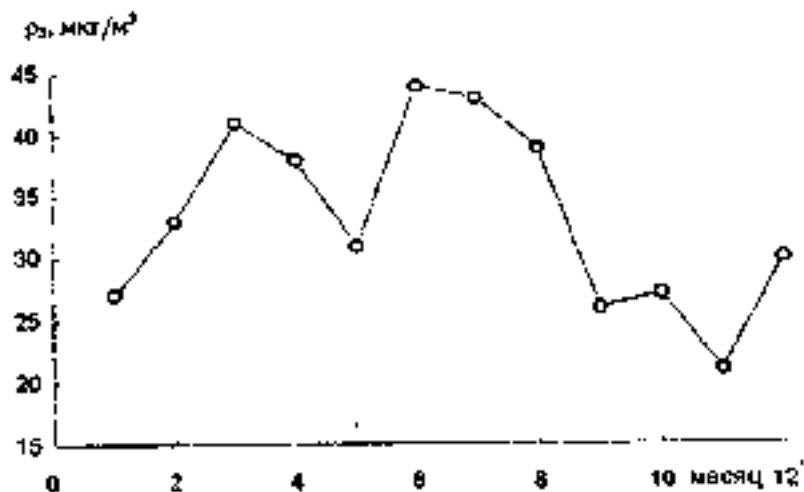


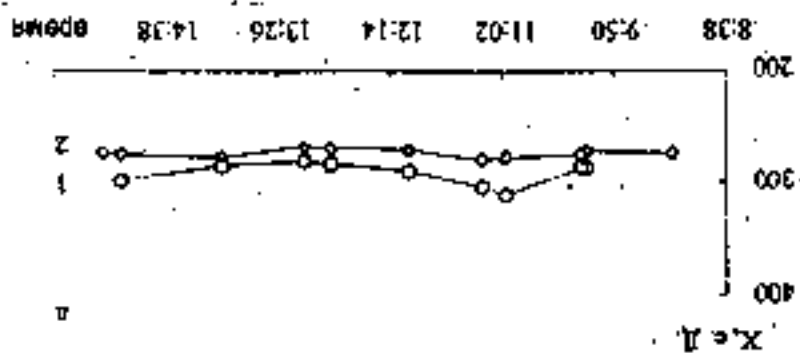
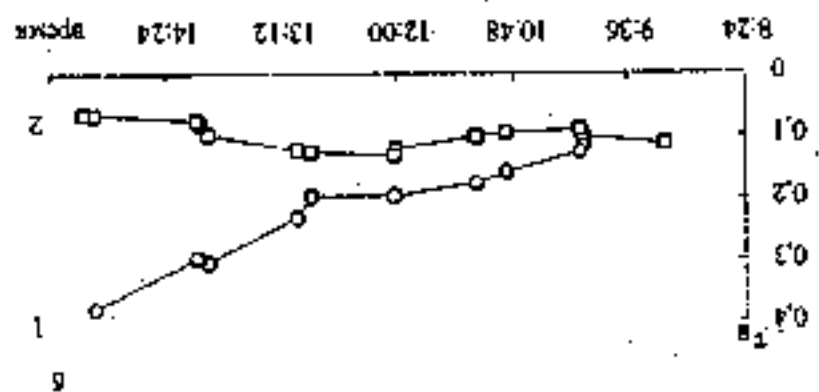
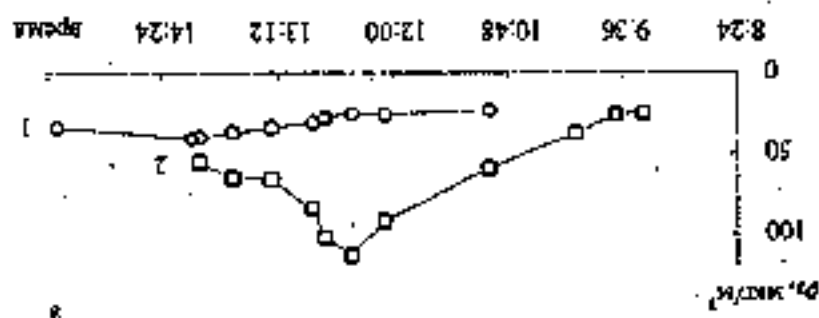
Рис.2. Годовой ход приземного озона

Указанная суточная и сезонная динамика характерна и для других географических районов [1, 2].

Значительный интерес представляют данные наблюдений в периоды сильной оптической нестабильности. Для университетской станции, расположенной южнее города, периоды нестабильности связаны, в основном, с горно-долинной циркуляцией масс воздуха. Утром станция находится в зоне чистого горного воздуха. В течение дня на станцию натекают загрязненные воздушные массы со стороны города.

В летнее время в городе Алматы можно ожидать присутствие фотохимического смога из-за наличия как продуктов сгорания в бензиновых двигателях, так и высотой плотности солнечного излучения. Поэтому приход городских воздушных масс на станцию должен сопровождаться значительным увеличением концентрации приземного озона. В такие моменты одновременно измерялись общее содержание озона, мутность атмосферы и концентрация приземного озона. Примеры поведения измеряемых величин в периоды неустойчивости даны на рис.3. Приводимые данные действительно подтверждают наличие фотохимического смога в летнее время.

Рис. 3. Изменение характеристик озона в период олимпиады нестационарной атмосферы (а) и в период олимпиады стационарной атмосферы (б); а) концентрация приземного озона (О₃); б) общая концентрация озона (Х, в л.д.); в) концентрация озона (Х, в л.д.); г) концентрация озона (Х, в л.д.) и в.д.д. (2)



Зимой же приход городских масс воздуха не приводит к заметному увеличению озона. Видимо зимой конкурируют два процесса: образование озона в результате фотохимических реакций (фотохимический смог) и гибель озона на аэрозольных частицах, концентрация которых в зимнее время резко возрастает.

Подводя итоги, отметим следующее: на наличие суточной изменчивости приземного озона показывает его увеличение в полуденные часы летом; годовой ход приземного содержания озона в предгорьях Алатау близ Алматы характеризуется летним максимумом и зимним минимумом; загрязнение атмосферы играет двойственную роль: летом способствует образованию озона, зимой понижает его содержание; в атмосфере Алматы возможно наличие фотохимического смога лос-анджелеского типа в летнее время; для более глубокого анализа поведения приземного озона необходимо продолжить его измерения в различных атмосферно-оптических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бритаев А.С., Фаранонова Г.П. Пространственно-временное распределение концентрации озона в приземном слое атмосферы // Атмосферный озон. - М.: Наука, 1982. - С. 89-95.
2. Ивлев А.С. Временная изменчивость содержания приземного озона в нижних слоях атмосферы. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. - С. 86-101.
3. Кароль И.Л., Розанов Е.В., Тимофеев Ю.М. Газовые примеси в атмосфере. - Л.: Гидрометеоиздат, 1983. - 192 с.
4. Перов С.П., Хргиан А.Х. Современные проблемы атмосферного озона. - Л.: Гидрометеоиздат, 1980. - С.189-204.
5. Попов В.А., Черных Л.Н., Целинникова Е.В. Содержание озона в городской атмосфере в зависимости от метеорологических условий. - М.: Гидрометеоиздат, 1980. - С. 105-108.
6. Хргиан А.Х. Физика атмосферного озона. - Л.: Гидрометеоиздат, 1973. - С. 171-188.

Алматынский Государственный
Университет имени Абая.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУЛЫ АУДАНЫНДА ЖЕРГЕ ЖАҚЫН ЖАТҚАН АУАДА, ОЗОННЫҢ ӨЗГЕРІСІ ТУРАЛЫ

Физ.-м.р. канд. А.И. Иванов
О.А. Зырянова
В.Н. Коровченко

Алматы қаласының маңындағы Аятау етегіндегі жерге жақын жатқан ауада озон құрамының екі жылдық өлшеуінің нәтижесіне талдау келтірілген. Өлшеу үшін стандартты хромометриялық озонметр қолданылған. Озон концентрациясының тәуліктік және маусымдық тәуелсіздігі табылған, ол озонның фотохимиялық тазығы түсінің барына қорытынды жасалған.

**РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА КАЗАХСТАНА И ЕГО
ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ**

Канд. геогр. наук Д.В. Лебедь
З.С. Беленкова

Рассматриваются способы решения некоторых агрометеорологических задач из области прогнозирования и программирования урожайности зерновых Казахстана в условиях нестабильного развития сельскохозяйственного производства.

В последние годы разрабатываемые агрометеорологические методы и расчетные схемы не всегда реализуются в практике обслуживания сельскохозяйственного производства Казахстана, часто не отражают его современного состояния и потребностей. Одной из причин этого является неустойчивость развития сельскохозяйственного производства республики, особенно в последнее десятилетие. Наглядно это видно на примере кривых динамики ежегодной урожайности и сглаженных кривых трендов урожайности зерновых культур (рис.1). В целом, по всем областям Казахстана кривые характеризуют общий подъем урожайности в 80-е годы (за счет повсеместного внедрения интенсивных технологий возделывания) и устойчивый ее спад в 90-е годы. Последний объясняется снижением, в первую очередь, агротехнического уровня возделывания зерновых. Наиболее заметные изменения урожайности зерновых отмечаются (см. рис. 1) на поливных землях, занятых под рис, кукурузу, озимую пшеницу (южные области). Также значительно в 90-е годы понизилась урожайность проса, гречихи, озимой пшеницы, высаиваемых на относительно небольших площадях в западных и восточных областях, а также ячменя и овса, занимающих 3,4-ые места после пара в зональных севооборотах.

Менее заметное снижение урожайности отмечается у яровой пшеницы-ведущей культуры в полевых севооборотах северной половины Казахстана. По мнению авторов, спад урожайности яровой пшеницы был в определенной степени сглажен сокращением с 1991 года в масштабе республики ее посевных площадей, в основном на менее плодородных землях. Так, к примеру, только в Костанайской области посевные площади под яровой пшеницей сократились с 3200-3700 тыс.га (средняя 80-х годов) до 2600 - 2200 тыс.га (первая половина 90-х годов).

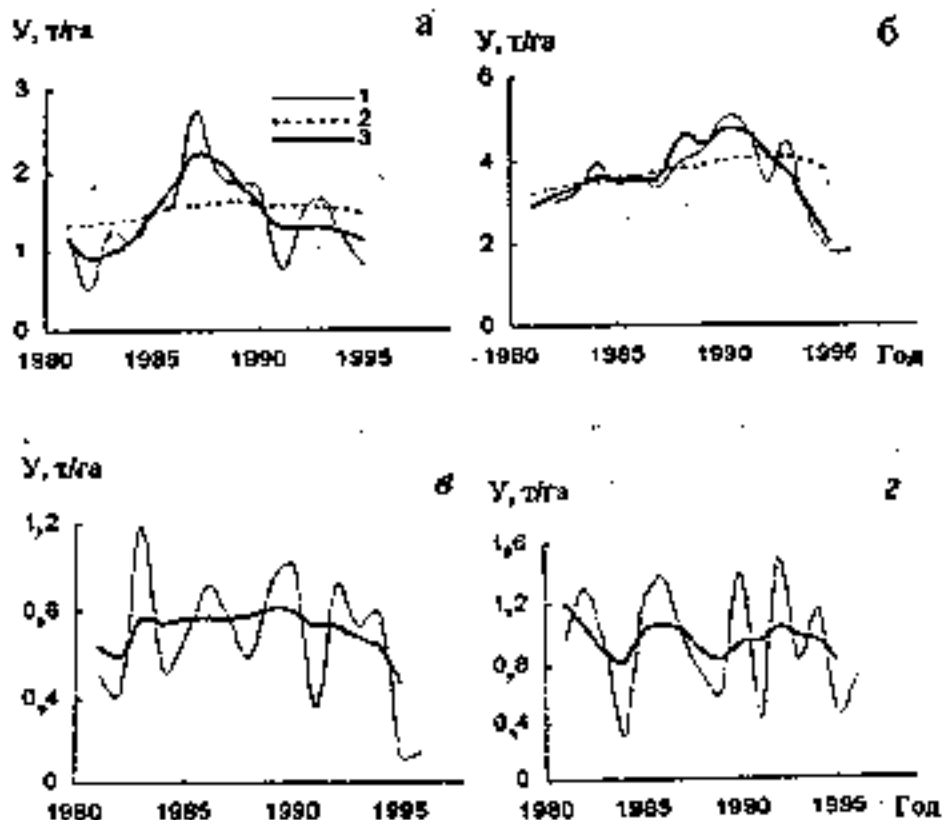


Рис. 1. Динамика урожайности зерновых по отдельным областям Казахстана за 1981-1996 гг.

а - Алматинская область, озимая пшеница; б - Алматинская область, рис; в - Западно-Казахстанская область, яровая пшеница; г - Костанайская область, яровая пшеница. 1 - фактическая урожайность в т/га, 2 - тренд урожайности $t > 16$, 3 - тренд урожайности $t < 10$.

В сложившихся условиях агрометеорологическая информация, наряду с объективным отражением природно-климатического потенциала территории, должна также объективно отражать и уровень сельскохозяйственного производства. В этой связи необходимо, чтобы агрометеорологические модели и расчетные схемы гибко учитывали как фактическое состояние, так и хозяйственную стратегию аграрного сектора. Наряду с этим, они должны иметь современную научную и техническую базу, применяться для решения прогностических задач, агроклиматических расчетов, в том числе связанных с перспективным программированием урожайности. Кроме того, отвечая современным требованиям рыночной экономики, агрометеорологиче-

ская информация обязана быть относительно дешевой и окупаемой, ориентированной на различные уровни потребителя.

В статье рассматриваются случаи решения отдельных задач, касающихся прогнозирования и программирования агрометеорологических условий вегетации зерновых и их урожайности как при стабильном, так и резко меняющемся агротехническом уровне возделывания полей. Задачи решаются на базе динамико-статистической модели урожайности зерновых с использованием стандартной информации сети метеорологических станций. Урожайность зерновой культуры на год (Y_t) рассчитывается по формуле общего вида

$$Y_t = Y_{\text{тп}} \cdot C_t, \quad (1)$$

где $Y_{\text{тп}}$ - трендовая составляющая урожайности зерна как функция агротехнического фактора, плодородия почвы и длиннопериодных колебаний климата; C_t - интегральная оценка агрометеорологических условий произрастания и формирования продуктивности посевов на год (t).

Интегральная оценка условий вегетационного периода культуры в общем виде может быть представлена как

$$C_t = F(W, T, D), \quad (2)$$

где W - ресурсы влаги; T - ресурсы тепла; D - степень засушливости критического периода вегетации.

Модель подробно описана авторами [3]. Она использовалась при оценке уязвимости посевов пшеницы в связи с возможными изменениями климата Казахстана под влиянием увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере. Такие расчеты на дальнюю перспективу выполнялись для случая устойчивого повышения агротехнического уровня возделывания зерновых [1].

Однако попытка использования модели для случаев, когда агротехнический фон резко изменялся, не дала положительных результатов. Анализ трендовой составляющей урожайности показал, что в нестабильных условиях производства более оправдывает себя гибкий нелинейный тренд, полученный с ограниченным временным шагом. Такие тренды урожайности зерновых с временным шагом $t < 10$ и $t > 10$ показаны в виде кривой 3 (см. рис. 1).

Для восстановления таких нелинейных трендов применялся метод гармонических весов [5]. Устойчивость трендовой составляющей на концах временных рядов достигается путем учета ее численных значений за несколько последних лет.

Нелинейные тренды с относительно коротким временным шагом использовались для авторских прогнозов среднеобластной урожайности зерновых на 1990-1991 и 1995-1996 годы. В качестве примера

в табл. 1 приводятся некоторые результаты прогнозирования урожайности зерновых для Западно-Казахстанской области. Заблаговременность прогнозов с использованием трендовой составляющей и фактической информации об агрометеорологических условиях вегетационного периода зерновых составляет от 1-2 и до 3-4 месяцев.

Таблица 1

Влияние точности аппроксимации тренда урожайности зерновых на точность прогноза ее средних величин для Западно-Казахстанской области

Культура	Год	Урожайность, т/га		
		расчетная		фактическая
		$t > 16$	$t < 10$	
Озимая пшеница	1990	2,35	2,55	2,61
	1991	1,33	1,65	1,58
Яровая пшеница	1990	1,12	1,23	1,00
	1991	0,39	0,43	0,36
	1995	0,20	0,18	0,13
	1996	0,33	0,26	0,15
Просо	1990	1,80	2,29	1,99
	1991	0,25	0,34	0,47
	1995	0,90	0,30	0,10

В некоторых случаях для определения резервов повышения урожайности полей и уточнения хозяйственной стратегии требуется отдельно оценить агрометеорологическую и агротехническую составляющие урожайности зерновых на конкретный год или период лет. В этой связи в табл. 2 для яровой и озимой пшеницы приводятся рассчитанные на 1996 год примерные потери урожайности зерна с гектара и в валовых сборах. Расчеты выполнены с учетом фактических агрометеорологических условий вегетационного периода 1996 года (C_t) и заданного агротехнического уровня полей на 1987 и 1991 годы ($ATФ_{87}$ и $ATФ_{91}$). Потери в валовых сборах зерна получены с учетом площадей, фактически засеваемых яровой и озимой пшеницей в эти годы. По оценке авторов, недобор зерна яровой пшеницы только по Костанайской области за счет агротехнического фактора составил около 30 % валового сбора его в 1996 году. По Западно-Казахстанской области этот недобор зерна, по той же причине, в несколько раз превышает зарегистрированный его сбор в 1996 году. Потери зерна озимой пшеницы для этой области в 1996 году за счет ухудшения агротехнических условий после 1991 года (год максимального эффекта интенсификации технологии возделывания озимой пшеницы) оцениваются величиной до 30 % его обычных валовых сборов. Для Алматинской области также отмечено уменьшение валовых сборов зерна озимой пшеницы и стабилизация их на одном уровне с 1991 года.

Таблица 2

Возможные недоборы урожая пшеницы (т/га) и валового сбора зерна (тыс. т) за счет агротехнического фактора (АТФ) в агрометеорологических условиях 1996 года (C_1) на примере отдельных областей Казахстана

Культура	Область	C_1	Недобор урожая		Потери валового сбора	
			АТФ _{ур}	АТФ _{об}	АТФ _{ур}	АТФ _{об}
Яровая пшеница	Западно-Казахстанская	0,69	-0,17	-0,15	-247	- 54
	Костанайская	0,85	-0,16	-0,07	-465	-480
Озимая пшеница	Западно-Казахстанская	1,13	-0,27	-1,34	+ 82	- 53
	Алматинская	0,61	-0,64	-0,09	- 60	+ 8

Как показывает практика, в сложившихся условиях кардинальное повышение продуктивности полей в Казахстане возможно после существенных материальных вложений в сельскохозяйственное производство. Однако, по агрометеорологическим расчетам, определенные резервы повышения урожайности зерновых имеются и в современных условиях. Рассмотрим это на примере возделывания яровой пшеницы в северной половине Казахстана. Известно, что здесь хозяйствами практикуются относительно поздние сроки ее сева. Для большинства районов это вторая половина, для западных и восточных - первая половина мая. Такие поздние сроки сева в основном ориентированы на использование посевами яровых зерновых так называемого июльского максимума атмосферных осадков. По мнению авторов статьи, эффект июльских осадков неоправданно завышен в практике возделывания яровой пшеницы на территории Северного Казахстана. Это наглядно представлено табл. 3, где обобщены результаты оценки агрометеорологических условий вегетационного периода яровой пшеницы при заданных и фактических сроках ее сева. Оценка условий влаго-и теплообеспеченности посевов выполнена на базе модели урожайности зерновых. Расчеты показывают, что в целом более благоприятные условия для вегетации пшеницы складываются при сроках сева на одну - две недели раньше обычных. Однако, на практике, сев пшеницы раньше обычных сроков возможен только в годы с ранним наступлением весны, как например в 1990, 1991, 1995 гг. (западные области) и в 1991, 1995 гг. (северные). Как показали расчеты (см. табл. 3), наибольший эффект от ранних сроков сева пшеницы отмечен в годы с достаточными запасами почвенной влаги на весен-

ный период. Нужно при этом отметить, что ранние сроки сева пшеницы весной требуют проведения предпосевной обработки почвы, направленной на сохранение влаги и уничтожение всходов сорняков, в более сжатые сроки.

Таблица 3

Возможные изменения агрометеорологических условий вегетации и урожайности яровой пшеницы в зависимости от сроков сева на примере отдельных областей Казахстана

Год	Сроки сева	Оценка агрометеорологических условий вегетации (относительные единицы)				Урожайность, т/га
		W	T	D	C	
Западно-Казахстанская область						
1990	16-30.04	1,34	1,09	1,38	2,02	1,62
	26.04-10.05	1,03	1,08	1,38	1,54	1,23
	5-20.05	0,83	1,00	1,24	1,03	0,82
1991	16-30.04	1,13	1,10	1,24	1,40	1,25
	26.04-10.05	0,80	0,90	0,71	0,48	0,43
1995	16-30.04	0,69	0,89	0,60	0,36	0,19
	26.04-10.05	0,48	0,80	0,60	0,23	0,12
	10-25.05	0,44	0,65	0,60	0,17	0,09
Костанайская область						
1990	10-25.05	1,28	0,94	1,04	1,25	1,15
	20.05-5.06	0,98	0,90	1,04	0,92	0,85
1991	26.04-10.05	0,61	0,84	0,60	0,31	0,27
	10-25.05	0,49	0,80	0,62	0,24	0,21
1995	26.04-10.05	0,51	1,00	0,86	0,44	0,45
	10-25.05	0,45	0,90	0,60	0,30	0,31
	20.05-5.06	0,42	0,88	0,61	0,12	0,23
1996	10-25.05	0,90	0,91	0,89	0,73	0,64
	20.05-5.06	0,59	0,89	0,96	0,50	0,44

Одним из резервов повышения эффективности агрометеорологического обслуживания аграрного сектора Республики Казахстан является использование, наряду с традиционными данными сети метеорологических станций, новой, аэрокосмической информации. Аэро- и космическая съемки сельскохозяйственных полей позволяют одновременно получать несколько видов оперативных данных о состоянии посевов в динамике за вегетационный период с одновременным охватом больших территорий. Результатом таких съемок являются спектральные отражательные характеристики, надземная биомасса посевов и другая информация.

Практически, в конце 70-х - начале 90-х годов в Казахском научно-исследовательском институте мониторинга окружающей среды и климата (бывшем КазНИГМИ) выполнялись регулярные аэроспектрометрические обследования полей под зерновыми культурами, велись научно-методические работы по тематической интерпретации этой информации [7]. Оперативные сведения о состоянии посевов зерновых регулярно передавались для использования в хозяйственном производстве Казахстана.

В настоящее время для контроля состояния сельскохозяйственных полей и природных объектов успешно используется новая цифровая информация со спутника серии NOAA (радиометр AVHRR-3). Спутник NOAA выполняет съемку с шириной захвата на местности 2700 км. Полезная для цифровой обработки информация заключается в центральной части снимка шириной 800-900 км. Для получения характеристик растительности используются цифровые данные спектральных каналов 0,58-0,68 и 0,725-1,10 мкм с разрешением сигнала в надире 1100 м. В гидрометеорологических службах России, Казахстана, Узбекистана в настоящее время разработан ряд приемов и методик по использованию цифровой информации с ИСЗ NOAA [4, 6, 8]. Данные ИСЗ NOAA широко используются в США, Китае, от дельных государствах Африки для оценки засушливости территории и контроля растительного покрова. В Казахстане с 1994 года осуществляется прием цифровой информации с ИСЗ NOAA. Данные радиометра AVHRR позволяют оценить состояние растительности на уровне совокупности сельскохозяйственных полей. Тематической интерпретации космической информации предшествуют основные операции, связанные с приемом, географической привязкой, первичной обработкой и коррекцией сигнала на условия освещенности объекта, поглощение и рассеивание его толщей атмосферы. Одним из способов коррекции космического сигнала на оптическое состояние атмосферы является проведение подспутниковой аэроспектрометрической съемки [8]. На отражение солнечной радиации, наряду с перечисленными факторами, влияют морфометрические характеристики растительного покрова, фазовое и биоэкологическое его состояние, физические свойства почв, ее поверхностное увлажнение. В табл. 4, по материалам [2], показан диапазон возможных погрешностей измерения зеленой биомассы посевов за счет различных факторов.

Прием космической информации осуществляется в наиболее информативные для сельскохозяйственных культур периоды их вегетации. Выбор этих периодов для космических съемок зависит от участия сельскохозяйственных культур в зональных севооборотах и фенологического календаря их развития. Для каждого природного региона разрабатывается свой календарь космических съемок.

На рис. 2 в качестве примера показана динамика зеленой биомассы на полях с посевами озимой пшеницы по отношению к биоло-

гическому календарю их развития. Материалы получены в результате аэроспектрометрических съемок полей экспериментальной КазНИГМИ на территории Талдыкорганской области за ряд лет.

Таблица 4

Величина погрешности при измерениях наземной биомассы растительности из космоса за счет влияющих факторов

Влияющий фактор	Погрешность, %	
	средняя	максимальная
Вид культуры и тип растительности	60 - 130	150
Фенологическое состояние растительности	30 - 110	140
Тип и увлажнение почвы	3 - 15	28
Оптическое состояние атмосферы	12 - 38	90
Высота Солнца	5 - 48	82
Неортогностность рассеяния	5 - 75	-
Спутниковая аппаратура	12 - 42	-

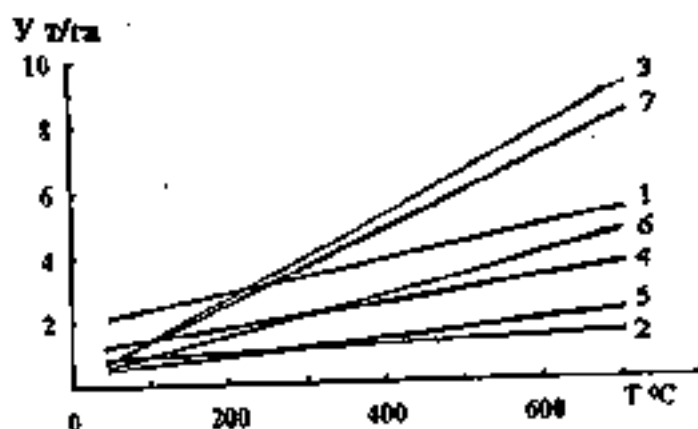


Рис. 2. Динамика зеленой биомассы посевов озимых культур на полях Талдыкорганской области по результатам аэроспектрометрических обследований в 1981-1987 годах (1-7)

Данные о зеленой биомассе посевов зерновых на больших площадях используются в расчетных схемах их урожайности. Одна из таких расчетных прогнозных схем приведена на рис. 3. Результаты ис-

пытаний прогноза урожайности озимых зерновых с использованием данных о зеленой биомассе посевов показывают приемлемую точность для практического их использования.

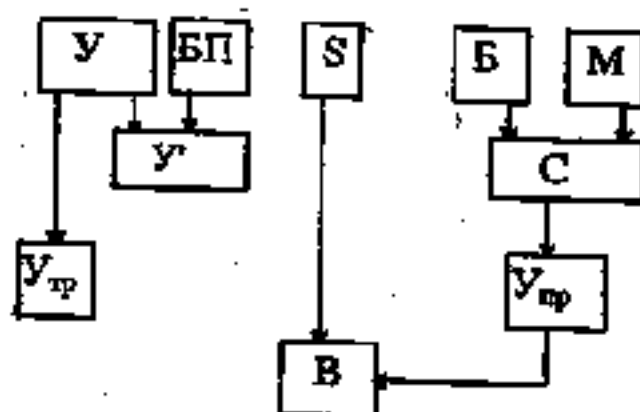


Рис. 3. Общая схема оценки и прогноза урожайности зерновых. У - урожайность зерна в т/га, БП - плотность почвы в баллах, S - площадь посевов в тыс.га, Б - зеленая биомасса в т/га, М - метеорологическая информация, У' - урожайность зерна на 1 балл почвенного бонитета; С - агрометеорологическая оценка условий в относительных единицах, Утр - трендовая составляющая урожайности в т/га, Упр - урожайность прогнозируемая, В - сбор зерна в тыс.т.

Выполняемые в этих направлениях исследования позволят получить агрометеорологическую информацию более высокого уровня, направленную на повышение эффективности сельскохозяйственного производства Казахстана, его стабилизацию и перспективное развитие

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Госсен Э.Ф., Лебедь Л.В. К оценке уязвимости и адаптации зерновых на территории Казахстана в связи с возможными изменениями климата // Гидрометеорология и экология. - 1996. - N 1. - С. 77-93.
2. Кондратьев К.А., Козодеров В.В., Косояанов В.С. Проблемы изучения атмосферы из космоса // Исследование Земли из космоса. - 1992. - N 2. - С. 7-13.
3. Лебедь Л.В., Беленкова З.С. Агроклиматические прогнозы и расчеты урожайности зерновых в Казахстане в современных условиях хозяйствования // Тр. КазНИГМИ. - 1991. - Вып.110. - С. 115-121.
4. Методические указания. Оценка состояния посевов озимых культур в осенний и весенний периоды вегетации для южных районов

- европейской части СССР на основе цифровой обработки спутниковых данных / Госкомгидромет СССР. - Обнинск, 1991. - 14 с.
5. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988. - 318 с.
 6. Рекомендации по использованию спутниковой информации для определения состояния посевов сельскохозяйственных культур / УТКС УзССР. - Ташкент, 1985. - 47 с.
 7. Рекомендации по организации и проведению аэрофотометрических обследований сельскохозяйственных угодий Казахстана / КазНИГМИ. - Алма-Ата, 1989. - 69 с.
 8. Разработка оперативной системы ластбишного мониторинга (пустынная зона) на базе аэрокосмической информации, оценка состояния сельскохозяйственных угодий в целях агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства Казахстана: Отчет НИР (заключительный) / КазНИИМОСК, отв. исполнитель Л.В. Лебедь. - ГР 01930011293. - Алматы, 1995. - 128 с.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

БІРҚАТАР АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРДІ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚАЗІРГІ АУЫЛ- ШАРУАШЫЛЫҚ ӨНДІРІСТЕРІНІҢ ШАРТЫНА ЖӘНЕ ОНЫҢ КЕЛЕШЕКТЕГІ ӨРКЕНДЕУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ШЕШУ

Геогр. г. канд. Л.В. Лебедь
З.С. Беленцова

Ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақсыз өркендеу жағдайында Қазақстан астығының түсіміндігін болжау мен бағдармалау бойынша бірқатар агрометеорологиялық мәселелерді шешу тәсілдері қарастырылды.

О РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАСТБИЩ

Канд. техн. наук	П.Ж. Кожаметов
Канд. с.-х. наук	С.М. Смагулов
Доктор с.-х. наук	К.А. Сагиндыков
	С.С. Байшоланов

Чрезмерная эксплуатация пастбищ в Мойтыкумах, Бетпак-Дале и Сары-Арке стала причиной их деградации. Для рационального использования пастбищ предлагается оптимизировать нагрузку животных в зависимости от складывающихся агрометеорологических условий. При осеменении и яглении овец указывается на необходимость выделения сезонных пастбищ с учетом ботанического состава растений.

К деградации пастбищ и сокращению угодий приводит их нерациональное использование, чрезвычайное уплотнение скота на единичные площади, что наблюдается в местах наибольшего скопления животных - пунктах осеменения, стрижки, водопоя, близ животноводческих помещений, на скотопрогонных трассах. Такие пастбища не только снижают свою продуктивность, но и засоряются сорняками и ядовитыми травами, такими, как ирисгех, польнь веничная, софора лисохвостая, адраслан и др.

Повсеместное уменьшение поголовья скота снизило интенсивность использования пастбищ и приносит убытки за счет недополучения продукции. Интенсивность пользования сезонными угодьями неравномерна. С переходом на рыночные условия, большинство хозяйств из-за своего финансового положения и недостаточного материально-технического снабжения не может пользоваться пастбищами Бетпак-Далы и Сары-Арки. В то же время, в Мойтыкумах выпас животных продолжается круглый год. Причем скот выпасают, в основном, вблизи стационарных зимовок, где имеются колоды, запас стойловых кормов и помещения. В результате, ближние к зимовкам участки пастбищ выталпываются, а дальние остаются нетронутыми. Не менее вредным для пастбищ является не только перетравливание, но и отсутствие скота. Известно [1], что если пастбище 4-5 лет не стравливается животными, то урожайность его снижается на 20%. Выпасающиеся на пастбищах животные, скучивая части растений, стимулируют их рост, втаптывая семена в землю, предохраняют их от высыхания, удобряют почву.

сов сезонных пастбищ, а также получение наибольшего количества животноводческой продукции лучшего качества при наименьшей ее стоимости и без снижения уровня производства этой продукции в будущем.

Сезонность использования пастбищ в различные периоды года зависит от многих условий: ботанического состава травостоя и его физического состояния при скармливании, запаса кормов на пастбищах и его поедаемости, метеорологических условий местности, обеспеченности участка водоемкими, помешенными и др. Для каждого периода года при отгонно-пастбищном содержании скота требуются определенные типы пастбищ. Смена сезонных пастбищ должна происходить раздельным подбором с учетом количества и качества кормов и других условий.

Нами изучалась пригодность пастбищных условий Мойнкумов, Бетпак-Далы и Сары-Арки для рационального проведения технологических процессов в каракулеводстве. Отбор проб пастбищного корма для определения урожайности и биохимических показателей проводился по методике, разработанной Л.Я. Курочкиной с соавторами [3]. Пригодность пастбищ к началу скармливания определялась по С.И. Прянишникову [5]. Высота растений измерялась согласно "Инструкции по производству агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений в районах пастбищного животноводства" [6]. Зоотехнический анализ пастбищного корма проводился в лаборатории оценки кормов института лугов и пастбищ Национального академического центра аграрных исследований. Динамика урожайности пастбищ определялась по общепринятой методике системы делянок размером 1:2,5 м в четырехкратной повторности. Площадки разбивались в шахматном порядке на весь вегетационный период. При этом эфемерные многолетние растения срезались на высоте 3-5 см, а у полужустарников отщипывались листья и мелкие однолетние побег.

Правильное сочетание смены сезонных выпасов в пастбищеобороте должно быть приурочено к основным производственным процессам в овцеводстве. В конце зямы-начале весны, когда запас полужных кормов значительно уменьшается и качество их резко ухудшается, потребность сухих и окотившихся овцематок в количестве и, особенно, в качестве питательных веществ увеличивается.

Максимальная урожайность зимних пастбищ наблюдается в летние месяцы. К осени из-за осыпания листьев растений, вымываемости части питательных веществ дождями зимний корм тем же пастбищ имеет пониженную питательность. Например, зимой количество протеина в покрове беловосковой снижается до 3,9 %, жира - до 8,9 % и безазотистых экстрактивных веществ - до 48,7 % [3].

Очень важным является знание сроков использования пастбищ, различных по ботаническому составу, с наибольшей эффективностью. По условиям обеспечения овец подюжными кормами весна, в полупустыне и пустыне, является наиболее благоприятным, а для осуществ-

ления производственных процессов - наиболее напряженным периодом года. В это время продолжается окот маток, формируются сакманы, в каракульском овцеводстве забиваются матки на каракульчу, ягнята на смушку, проводится стрижка. Весенние пастбища дают раннюю и обильную зеленую массу. При ранней и дружной весне особенно хорошие условия складываются на эфемеровых пастбищах. Для холодной и затяжной весны опытные чабаны сохраняют нетронутыми часть зимних прикошарных участков пастбищ или создают страховой запас концентратов, сена и других кормов.

В пустыне с весны успешно используются пастбища с обилием эфемеровых злаков (однолетние - пырей, ячмень, костер), однолетние астроголы, мятлик луковичный, осока толстостолобиковая и вздутая; летом - такие пастбища, где сохранились на корню эфемероиды, особенно с солянками в качестве нажировочного корма, в сочетании с зелеными джугунами и хорошо поедаемым разнотравьем летней вегетации. Осенью хорошими пастбищами являются те, в травостое которых сохранилось много сухостоя эфемеров и эфемероидов, плодоносящих однолетних и многолетних маревых полыней. Зимой в пустыне эффективно используется полукустарничковые, маревые, саксаул, однолетки, солянки и др. Наиболее эффективны для круглогодичного использования эфемерокустарничковые песчаные пастбища с обилием осоки вздутой, эфемеров, джугуна, кустарниковых и полукустарничковых солянок, саксаулов и др.

Нами отмечено, что в разные сезоны года у животных меняется потребность не только в количестве корма, но и в качестве. Поздней осенью и зимой овцы охотно поедают полыни, саксаулы, солянки, многие высокозольные, горькие и колючие растения, в то время как в другие периоды года эти растения остаются почти нетронутыми. Поэтому на таких типах пастбищ запас кормов на зимний период не снижается, а сохранившийся используется наиболее эффективно. Осенью, способствующими повышению упитанности, многоплодию овцематок являются сочные и полусочные солянки, эфемерово-полынные, саксаульные пастбища и др.

Известно, что загонная пастьба животных является наиболее современной и эффективной системой выпаса. По сути, использование Мойынкумов, Бетпак-Далы и Сары-Арки по сезонам года при содержании оптимального количества овец на единице площади, правильного выбора начала выпаса животных в зависимости от высоты растений, есть не что иное, как загонная система выпаса.

Немаловажно использовать пастбища по их ботаническому составу и во время подготовки и проведении разных технологических процессов (осеменения, ягнения). По ботаническому составу пастбища Мойынкумов соответствуют проведению осеменения. Здесь имеются камфоросомовые (караматауы) пастбища. Овцы, выпасающиеся на них, быстро нагуливаются и более охотно идут в случку. Имеются также изе-

новые пастбища, климакстера шерстистая (без соран), особо ценные в предсучный и случный периоды (октябрь-ноябрь). Также произрастают наживочные корма: ебелек (рогач песчаный), кейреук (солянка жесткая), май кара жусан (полынь черная). Кроме того, к осени у животных в кишечниках и желудках накапливаются личинки различных вредителей, которые уничтожаются полынью. Распространен жантак (верблюжья колючка) - наживочный корм для каракульских овец. Овцы, не получившие осенью эти корма, плохо переносят зиму.

В связи с различным сроком появления и разницей фаз развития растительности Мойынкумов, Бетпак-Далы и Сары-Арки необходимо перегонять на эти пастбища овец таким образом, чтобы весной не стравливать иссохшие травы, а умеренный выпас дал возможность накопить растениям достаточное количество питательных веществ. В Мойынкумах произрастают травы, хорошо выдерживающие раннее стравливание, удовлетворительно отрастающие после выпасывания скотом и дающие отаву. К ним относятся: ебелек (рогач сумчатый), кейреук (солянка восточная), жантак (верблюжья колючка), сарсазан, бозжусан (полынь белоземельная), кара жусан (полынь туранская), жабайм карабидай (рожь дикая), ран (осока толстолобиковая), конырбас (мятник луковичный), бетет (типчак), еркек (житняк).

В апреле овец должны быть перегнаны на пастбища Бетпак-Далы, где в изобилии находятся весенние растения, хорошие корма для овец: туйе жапырак (ревень татарский), сасыр (ферула зонтичная), шайыр сасыр (ферула шар), баялыш, биюргун (ежовник солончаковый), изень (прутняк), кейреук (солянка восточная). Во второй половине апреля основные растения, такие, как полынь, баялыш, ковыль по всей трассе перегона овец, пролегающей в Мойынкумах, Бетпак-Далы и Сары-Арке, стравливаются без ущерба урожайности будущего года.

Рациональный выпас скота складывается из ряда организационных и технических положений, основным из которых является обязательное соответствие нагрузки скота к емкости пастбища. Любое перетравливание пастбища ведет к ослаблению и выпадению ценных кормовых растений, эрозии почвы, снижению его продуктивности, засорению неподаваемыми и ядовитыми травами.

Для ведения рационального выпаса прежде всего необходимо определить урожайность пастбищных участков и на ее основе рассчитывать возможность их использования по сезонам года. Скот должен использовать не более $\frac{2}{3}$ имеющейся на пастбище надземной массы. Поэтому для определения поедаемости кормовой массы на пастбищах необходимо величину общей кормовой массы растений умножить на коэффициент 0,7. В этом случае всегда будет оставаться часть надземной массы растений, что ускорит их возобновление [2].

В зависимости от погоды в массиве Мойынкумов овцы могут выпасаться в благоприятных условиях со второй половины апреля [4]. В мае устанавливается жаркая погода, овцы паразитируются клещами,

что в значительной мере затрудняет выпас и снижает продуктивность животных. Поэтому, ошсы должны выпасаться в марте и первой половине апреля в Мойынкумах, затем их нужно перегонять на пастбища Бетпак-Далы. Пастбища Сары-Арки стравливаются летом, от июля до августа включительно. Пастбища Бетпак-Далы используются в сентябре, во время перегона овец. С октября до весны овец выпасают в Мойынкумах.

В таблице приведены расчетные значения урожайности, степень стравливания и потребность площади пастбищ в различные сезоны года. Во все годы большой урожайностью отличаются весенние пастбища. Наибольшей урожайностью характеризуются весенние пастбища Бетпак-Далы. Постепенно, с течением времени, к зиме, продуктивность пастбищ по сравнению с весенним периодом снижается в 1,5-2,0 раза. Так, на зимних пастбищах Мойынкумов в неблагоприятные годы урожайность снижается до 1,15 ц/га. В целом, урожайность в благоприятные и средние по агрометеорологическим условиям годы в 2,3 и 1,6 раза соответственно выше, чем в неблагоприятные годы.

Таблица

**Урожайность, степень стравливания и потребность
площади пастбищ**

Месторасполо- жение пастбищ	Сезон	Годы с различными кормовыми условиями		
		неблаго- приятный	средний	благо- приятный
Урожайность поедаемой растительности (ц/га)				
Мойынкум	Весна	1,75	2,66	3,81
Бетпак-Дала	Весна	2,28	3,59	4,02
Сары-Арка	Лето	1,62	2,89	4,00
Бетпак-Дала	Осень	1,23	1,72	3,61
Мойынкум	Осень	1,24	2,09	3,83
Мойынкум	Зима	1,15	1,64	2,41
В среднем за год		1,55	2,43	3,61
Степень стравливаемости (%)				
Мойынкум	Весна	60,1	54,2	47,3
Бетпак-Дала	Весна	48,3	45,4	43,8
Сары-Арка	Лето	62,2	55,4	49,2
Бетпак-Дала	Осень	63,3	58,3	50,1
Мойынкум	Осень	64,5	57,4	48,6
Мойынкум	Зима	65,6	58,7	49,8
В среднем за год		60,7	54,9	48,1

Месторасположение пастбищ	Сезон	Годы с различными кормовыми условиями		
		неблагоприятный	средний	благоприятный
Потребность площади пастбищ на 1 овцу (га)				
Мойынкум	Весна	3,45	2,57	1,88
Бетпак-Дала	Весна	2,68	1,04	0,92
Сары-Арка	Лето	2,97	1,82	1,38
Бетпак-Дала	Осень	1,66	1,22	0,63
Мойынкум	Осень	3,60	2,16	1,90
Мойынкум	Зима	6,69	4,68	3,36
В среднем за год		3,50	2,24	1,67

Процент стравленности находится в зависимости от урожайности сезонных пастбищ. С уменьшением урожайности растительности возрастает стравливание пастбищ до 65,6 %. Наибольшему стравливанию подвергаются пастбища в Мойынкумах (до 49,8 - 65,6%). Меньше всего стравливаются пастбища Бетпак-Далы (до 43,8 - 48,3 %).

В среднем в неблагоприятные по агрометеорологическим условиям годы требуется пастбищ на 1 овцу в 1,6-2,1 раза больше, чем в средние и благоприятные годы соответственно. Потребность площади пастбищ на 1 овцу весной, летом и осенью в 2-4 раза меньше, чем зимой. Такая тенденция отмечается во все годы, но с разной степенью потребности в площади пастбищ. Это связано с низкой кормоемкостью зимних пастбищ.

В пустыне, в связи с нарастанием высоких температур происходит быстрое усыхание растений, животные не в состоянии использовать всю сформировавшуюся зеленую массу. Как слишком раннее стравливание, так и позднее приводит к большому недобору корма. Поэтому начинать выпас надо, когда травостой достигнет высоты не менее 5-7 см, т.е. не ранее фазы массового кущения [3].

Исследования показали, что в зависимости от агрометеорологических условий весны, определяющих высоту растений, можно начинать выпас овец без нанесения ущерба урожайности пастбищам в Мойынкумах: на полынных - в третьей декаде апреля или в первой декаде мая; на терескеновых - в первой или во второй декаде мая; на бияргуновых - во второй или третьей декаде мая. В Бетпак-Дале начало выпаса овец можно приурочить: на полынных - к третьей декаде апреля или первой декаде мая; на боялышевых - к первой или второй декаде мая. В годы с худшими погодными условиями весенняя растительность Бетпак-Далы

и Мойынкумов не достигает той высоты, при которой выпас овец не наносит ущерба их продуктивности.

На пастбищах Сары-Арки выпас овец можно начинать: на полных - во второй декаде апреля или в первой декаде мая, в худшие по погодным условиям годы - в третьей декаде мая; на ковыльных - в первой или во второй декаде апреля, а в худшие годы - в первой декаде мая.

Суровая зима Сары-Арки, безводность и необжитость Бетпак-Далы делают невозможным круглогодичное использование этих пастбищ. Наоборот, теплая зима и пересеченность территории Мойынкумов смягчают воздействие холодной погоды на животных, что дает возможность выпаса овец. Кроме того, в Мойынкумах песчаные пастбища с обилием осоки вздутой, эфемеров, джужгуна, кустарниковых и полукустарниковых солянок, саксаулов наиболее эффективны для круглогодичного использования. Для правильного использования пастбищ полупустынных и пустынных районов необходимо соблюдать два основных правила: стравливать каждый тип в период его высокой питательной ценности и использовать отдельными участками.

В заключении отметим, что урожайность и питательность пастбищной растительности Мойынкумов и Сары-Арки до перехода в рыночные условия снижалась из-за большого количества выпасаемого скота на единице площади. Содержание большого количества скота на этих пастбищах вызвало чрезмерное стравливание трав, а также исчезновение ценных кормовых растений, появление вместо них сорных и ядовитых. С переходом на рыночные условия пастбища Бетпак-Далы и Сары-Арки используются не в полной мере из-за финансовых и материальных трудностей, что приносит хозяйствам убытки. Пастбища Мойынкумов по тем же причинам используются круглогодично, что ведет к дальнейшей их деградации. В связи с этим, считаем целесообразным выпас овец производить из расчета не менее 2,2 га пастбищ на 1 овцу, а в неблагоприятный год увеличить необходимую площадь до 3,5 га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баскин Л.М. Этология стадных животных. - М.: Знание, 1986. - 183 с.
2. Бекмухамедов Э.Л., Бекмухамедова Н.З. Справочная книга луговода. - Алма-Ата: Кайнар, 1988. - 160 с.
3. Курочкина Л.Я., Османова Л.Т., Карибаева К.Н. Кормовые растения Казахстана. - Алма-Ата: Кайнар, 1986. - 135 с.
4. Сагиндыков К.А. Отгонно - пастбищное содержание каракульских овец. - Алматы: типография ин-та КазПКИИагрострой, 1995. - 150 с.
5. Справочник овцевода / Под ред. К.У. Медеубекова. - Алма-Ата: Кайнар, 1990. - 184 с.
6. Инструкция по производству агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений в районах пастбищного животноводства. - Л.: Гидрометеонадат, 1978. - 215 с.

Бюро погоды Казгидромета

Казахский Государственный Аграрный Университет

Казахский Государственный Национальный
Университет им. аль-Фараби

ӨРІСТІ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ ТУРАЛЫ

Техн. г. канд.	П.Ж. Қожахметов
Ауыл-ш. г. канд.	С.М. Смағұлов
Ауыл-ш. г. докторы	К.А. Сағындықов
	С.С. Байшоланов

Мойынқұм, Бетпақдала және Сарыарқа жайылымдарының азаю себебі шектен тыс қолданудан болды. Жайылымды ұтымды қолдану үшін малдардың жүктелімін агрометеорологиялық жағдайға байланысты қолдану керектігі ұсынылды. Қойлардың ұрықтану мен толдеу кезінде өсімдіктердің құрамын ескере отырып маусымды өріс болу керектігі көрсетілген.

О ВОЗМОЖНОМ ИЗМЕНЕНИИ УРОВНЯ
КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов
Канд. техн. наук В.И. Ли

Рассматриваются вопросы возможного изменения уровня Каспийского моря на ближайшую перспективу. Приведенные результаты оценки основаны на использовании повторяемости группировок лет различной длительности повышенных и пониженных значений элементов водного баланса.

Современное повышение уровня Каспийского моря продолжается в течение 18 лет (1978 - 1995 гг.). За это время уровень моря повысился на 2,5 м и к началу 1996 г. достиг отметки минус 26,6 м. Средняя интенсивность подъема уровня за этот период составила около 14 см/год. Наиболее интенсивное повышение уровня наблюдалось в 1979 г. (0,31 м), в 1990 г. (0,36 м), в 1991 г. (0,29 м) и в 1994 г. (0,28 м).

В 1995 г. повышение уровня существенно замедлилось, а в 1996 г. наблюдалось его значительное понижение в основном за счет маловодья в бассейне р. Волги. К началу текущего года уровень моря понизился почти до отметки минус 27 м.

Исследования авторов по разработке метода расчета (вероятностного прогноза) уровня Каспийского моря и оценке гидрологических и гидрогеологических условий побережья на ближайшую и более отдаленную перспективу начаты в 1991 г. В 1992 - 1993 гг. они продолжены при составлении по поручению правительства "Технико - Экономического Доклада" (ТЭДа) по проблемам Каспийского моря в пределах Республики Казахстан. Большая заслуга в организации и выполнении этих исследований и работ принадлежит академику Сыдыкову Ж.С. и заслуженному экономисту республики Исентаеву К.Б. Активную финансовую поддержку в выполнении исследований и обеспечения научного сопровождения при проектировании берегозащитных сооружений и других хозяйственных объектов в прибрежной зоне моря оказали Министерство Науки - Академия Наук, Главное управление по гидрометеорологии, Комитет по чрезвычайным ситуациям, Комитет по водным ресурсам Республики Казахстан, а также руководство Атырауской областной администрации и консорциум "Казахстан - Каспий - Шельф" (издание монографии по рассматриваемой проблеме).

Комплексная научно-техническая программа дальнейших исследований по проблеме Каспийского моря рассмотрена и одобрена коллегией Министерства Науки и Новых Технологий Республики Казахстан (Постановление 10-12 от 6 июля 1995 г.). Несмотря на это, важные и крайне необходимые для народного хозяйства республики исследования по проблемам Каспийского моря с 1995 г. прекращены из-за ограниченности бюджетных ассигнований.

Результаты исследований ученых Главного управления по гидрометеорологии (Казгидромета) - сотрудников Казахского научно-исследовательского института мониторинга окружающей среды и климата (КазНИИМОСК) изложены в первом томе ТЭДа "Характеристика прибрежной зоны и акватории Каспийского моря в пределах Республики Казахстан", подготовленного под руководством одного из авторов в 1993 г., а также в научных изданиях и коллективной монографии, вышедших в 1995 г. [1,3,4,5].

Исследования и расчеты, выполненные в КазНИИМОСК авторами [1], показали, что в современных климатических условиях при достигнутом в бассейне Каспия водопотреблении, равном 40 - 45 млрд м³/год уровни моря 1 % - й обеспеченности (повторяемости один раз в 100 лет) имеют отметку минус 26 м, а уровни 0,1 % - й обеспеченности (повторяемость один раз в 1000 лет) - около минус 25 м. Для нужд строительного проектирования и обеспечения мероприятий в прибрежной зоне в качестве предельной рекомендована отметка фоновый уровня 0,1 %-й обеспеченности (повторяемость один раз в 1000 лет), равная минус 25 м. Это значение соответствует, в естественных климатических условиях и при отсутствии водопотребления в бассейне моря, отметке уровня Каспия минус 22 м, которая является наивысшей за последние 2000 - 2500 лет. Расчеты также показали, что в условиях современного подъема уровня моря его значения в 1995 г. и 2000 г., при отсутствии роста водопотребления, с доверительной вероятностью 96 % не превысят отметок соответственно минус 26,5 м, минус 26,3 м, а с доверительной вероятностью 98 % - соответственно минус 26,6 м и минус 26,1 м.

Исследованиями канд. техн. наук Шиваревой С.П. [2] установлено, что во время ветровых нагонов морской воды на побережье Каспия его уровни могут повышаться по сравнению с фоновыми значениями на 0,7 - 2,6 м в зависимости от геоморфологических условий побережья и скорости ветра. Повышение фоновый уровня моря способствовало распространению воздействия ветровых нагонов морской воды на населенные пункты и хозяйственные объекты, которые ранее не подвергались затоплению. После прекращения нагонов и возвращения уровня к его фоновым значениям часть морской воды остается в понижениях побережья и находится там в течение длительного времени в связи с высоким положением грунтовых вод и верховодки. Повышение увлажнения побережья снижает устойчивость

зданий и сооружений, обуславливает нарушение коммуникаций и создает неблагоприятную экологическую обстановку в населенных пунктах, расположенных в прибрежной зоне.

Вопрос об изменении уровня моря на более отдаленную перспективу не может быть решен без вариантного рассмотрения влияния на его величину возможного антропогенного изменения климата, обусловленного увеличением содержания в атмосфере так называемых парниковых газов, в первую очередь углекислого газа, образующегося при сжигании углеродного топлива (уголь, нефть, сланцы), а также малых газовых примесей: метана, окислов азота и др. В 1985 г. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) провела в Филлахе (Австрия) совещание, которое приняло Заявление правительствам всех стран мира о предстоящем изменении климата нашей планеты под влиянием хозяйственной деятельности человека. В этом заявлении отмечалось, что изменение химического состава атмосферного воздуха, обусловленное указанными причинами, приведет в недалекой перспективе к значительному потеплению климата, которое еще не наблюдалось в предшествующие десятилетия. В нем также указывалось, что в настоящее время уже нельзя принимать важные хозяйственные решения, основываясь только на представлениях о сохранении в будущем климатических условий недавнего прошлого. Координационный совет по атмосфере Государственного комитета по науке и технике (ГКНТ) бывшего Союза также рекомендовал принимать во внимание материалы о климате будущего при решении проблем народного хозяйства на перспективу.

В настоящее время в КазНИИМОСК выполнены только поисковые научные исследования в направлении обоснования изменения уровня моря и водных ресурсов республики с учетом возможных антропогенных изменений климата. Эти исследования показывают, что проектируемые и строящиеся в настоящее время хозяйственные объекты и гидротехнические сооружения можно считать достаточно обоснованными расчетными гидрологическими характеристиками только на перспективу 20-25 лет (примерно до 2020 г.). При расчете этих сооружений и объектов на перспективу эксплуатации 30-50 и более лет необходимо дополнительное гидрологическое обоснование, выполненное с учетом предстоящих антропогенных изменений климата.

Подъем уровня (1978 - 1995 гг.) не является исключительным явлением. Аналогичные по высоте и средней интенсивности повышения уровня наблюдались в XVIII веке, когда за период с 1723 г. по 1742 г. (19 лет) уровень моря поднялся почти на 2,5 м. Затем он начал понижаться. Исследования показывают, что трансгрессии на Каспии не развиваются непрерывно, а чередуются с периодами стабилизации и некоторого понижения уровня. Длительные группировки повышенных (или пониженных) значений уровня осуществляются чрез-

вычайно редко. Поэтому полагать, что высокие уровни моря очень редкой повторяемости будут достигнуты в процессе непрерывного современного подъема, было бы совершенно неверно.

Вследствие увеличения площади моря в конце 1995 г. на 40 000 км² (11,2 %) по сравнению с ее значением в начале повышения уровня (1978 г.), затраты на испарение (за вычетом осадков) увеличились примерно на 27 км³. Кроме того, с 1996 г. в залив Кара-Богаз-Гол (после его заполнения, начавшегося в июне 1992 г.) будут поступать 16-18 км³ морской воды в год, которые будут расходоваться на испарение с его поверхности. Это количество испарившейся воды обеспечит уменьшение подъема уровня моря или увеличение его понижения на 3,5 - 4,5 см в год. Следовательно, в ближайшие годы затраты воды на испарение будут на 43-45 км³ больше, чем в начале подъема уровня. Увеличение расходной составляющей водного баланса моря на указанную величину значительно сокращает возможность дальнейшего повышения его уровня.

В связи с отсутствием в ближайшей и даже более отдаленной перспективе возможности разработки надежного прогноза изменения климата и основанного на нем однозначного прогноза уровня Каспия на предстоящие десятилетия, работникам проектных и планирующих организаций следует ориентироваться на его расчетные значения, характеризующиеся редкой повторяемостью, а также на вероятностный прогноз его изменения на ближайшую перспективу, основанный на использовании статистических закономерностей группировок лет повышенных и пониженных значений элементов водного баланса моря.

Уровень равновесия (средний многолетний уровень моря) при современном водопотреблении (40-45 км³ в год) примерно равен минус 28,5 м, т.е. почти на 2 м ниже отметок поверхности моря, наблюдавшихся в последние годы. Это указывает на то, что после завершения текущего подъема уровня, наиболее вероятной общей тенденцией его изменения будет стабилизация с последующим понижением. Такая тенденция обуславливается стремлением величин элементов водного баланса Каспия к наиболее часто встречающимся средним значениям, а отметок поверхности моря - к уровню его равновесия.

В природе реализация процессов изменения уровня моря и основных элементов его водного баланса (речного стока, атмосферных осадков и испарения) осуществляется в виде группировок лет повышенных и пониженных значений различной длительности. Наиболее вероятно осуществление группировок малой и средней продолжительности. С увеличением длительности группировок (по сравнению со средними значениями) вероятность их осуществления уменьшается. Анализ моделированных рядов изменения уровня позволил установить, что повторяемость 18 - летней группировки повышения

уровня моря (1978 - 1995 гг.) в среднем составляет не более 2 - х случаев за 1000 лет. Этот результат указывает на незначительную вероятность продолжения современного подъема уровня и может быть положен в основу формулировки его вероятностного прогноза.

На основании вышеизложенного, авторы в 1993 - 1994 гг. [1, 3, 4, 5] прогнозировали очень малую вероятность дальнейшего непрерывного повышения уровня моря и значительную вероятность прекращения роста уровня в ближайшие годы и его переход к стабилизации (колебаниям в пределах достигнутых отметок) с некоторой тенденцией к снижению. Вместе с тем отмечалось, что в дальнейшем имеется сравнительно небольшая вероятность того, что после периода стабилизации и снижения уровня может начаться новый период его повышения до отметок редкой повторяемости (по крайней мере до отметки минус 26 м). Незначительное приращение уровня в 1995 г. и его понижение в 1996 г. позволяют надеяться, что этот прогноз оправдается.

Стабилизация и понижение фонового уровня моря несколько ослабит негативное воздействие ветровых нагонов морской воды на сооружения и объекты, расположенные на побережье. Однако значительное ослабление воздействия нагонов на указанные сооружения и объекты произойдет только при снижении уровня моря не менее чем на 1,5 - 2,0 м. Негативное воздействие грунтовых вод на эти же сооружения и объекты при понижении уровня моря будет уменьшаться очень медленно в связи с низкими инфильтрационными характеристиками грунтов побережья. Все это указывает на необходимость продолжения осуществления берегозащитных мероприятий в прибрежной зоне моря.

Не секрет, что многие защитные дамбы, построенные на побережье Каспия, быстро разрушаются и поэтому недостаточно эффективны. Они вызывают подпор поверхностных и подземных вод, стекающих к морю с прибрежных участков суши, и часто задерживают отток морской воды, поступающей в прибрежную зону во время ветровых нагонов. Поэтому в настоящее время необходимо воспользоваться передышкой, обусловленной прекращением повышения уровня моря, и использовать финансовые ресурсы не только на осуществление берегозащитных мероприятий, но и для научного обоснования и сопровождения проектирования хозяйственных объектов и гидротехнических сооружений в прибрежной зоне моря с учетом местных условий, а также передового отечественного и зарубежного опыта.

В заключение следует отметить, что методика расчета (вероятностного прогноза) уровня Каспийского моря на ближайшую и более отдаленную перспективу нуждается в дальнейшем обосновании и совершенствовании с учетом перспектив водопотребления в его бассейне и предстоящих антропогенных изменений климата. Для этого необходима финансовая поддержка Министерства Науки - Ака-

демин Наук, Комиссия по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан и международных фондов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В.В., Ли В.И. О расчете уровней Каспийского моря на перспективу с учетом возможных изменений климата // Гидрометеорология и экология. - 1995. - №1. - С. 28-38.
2. Шиварева С.П. Особенности гидрометеорологического режима Каспийского моря вдоль казахстанского побережья // Гидрометеорология и экология. - 1995. - №1. - С. 39 - 57.
3. Сыдыков Ж.С., Голубцов В.В., Куандыков Б.М. Каспийское море и его прибрежная зона. - Алматы: Олке, 1995. - 211 с.
4. Колебания уровня Каспийского моря и его прогноз / Ж.С. Сыдыков, В.В. Голубцов, Ж.Д. Дуйсебаев, В.И. Ли // Доклады НАН РК. - 1995. - № 6. - С. 9 - 19.
5. Проблема Каспия: колебания уровня моря и его прогноз / Сыдыков, В.В. Голубцов, Ж.Д. Дуйсебаев, В.И. Ли // Геология Казахстана. - 1996. - № 1. - С. 19 - 29.

Казахский научно - исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

КАСПИЙ ТЕНІЗІ ДЕНГЕЙІНІҢ ӨЗГЕРУ МҮМКІНШІЛІГІ ТУРАЛЫ

Геогр. г. канд. В.В. Голубцов
Техн. г. канд. В.В. Ли

Жақын болашақтағы Каспий теңізі деңгейінің өзгеру мүмкіншілігі туралы сұрақтар қарастырылды. Келтірілген баға су балансы элементтері мәнінің төмендеуі мен жоғарылауы ұзақтығының әртүрлі уақытқа топталу жылдарының қайталану негізінде жасалды.

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ БАТИМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Н.И. Ивкина
Т.П. Строева
Е.И. Васенина
Г.И. Нестеркина

Рассматриваются основные принципы создания батиметрических моделей Каспийского моря (сетка с шагом 10 x 10 км), его северной части (сетка с шагом 2 x 2 км) и локальной батиметрии, замыкающейся в г. Атырау (сетка с шагом 0,5 x 0,5 км), на основе датской гидродинамической модели MIKE 21.

Современное повышение уровня Каспийского моря продолжалось в течение 18 лет (1978-1995 гг.). За этот период уровень моря повысился на 2,5 м и достиг отметки минус 26,6 м. В настоящее время обстановка на казахстанском пологом побережье моря, несмотря на стабилизацию его уровня, остается достаточно сложной. Во время ветровых нагонов морской воды, достигающих 2,0-2,6 м, подтапливаются прибрежные населенные пункты, сельхозугодья, линии электропередач, участки нефтедобычи и другие хозяйственные объекты. Высота нагона определяется направлением, скоростью и продолжительностью ветра. Снижение фонового уровня моря не приведет к уменьшению высоты нагонов, а может лишь незначительно сократить их площадное распространение за счет понижения максимальных отметок нагонов [2].

В Атырауской области при сильных нагонах, в условиях крайне малых уклонов прилегающей к морю суши, затопляется побережье шириной до 15-30 км. Такие нагоны и оставленная ими в понижениях суши вода способствуют повышению уровня грунтовых вод и верховодок, увеличивая ширину подтопленной полосы еще на 2-5 км. Зимой во время оттепелей, весной и осенью понижения в рельефе также заполняются талой и дождевой водой, повышая увлажнение побережья. Это снижает устойчивость зданий и сооружений, обуславливает нарушение коммуникаций и создает неблагоприятную экологическую обстановку в прибрежной зоне.

Побережье Северного Каспия в пределах Атырауской области - слабоизученный в гидрологическом отношении район Каспийского

моря. Именно в этой части Северного Каспия, в связи с падением уровня моря к 1977 г. и повышением его в последние 18 лет, произошли наибольшие изменения конфигурации береговой линии, гидрологических и геоморфологических процессов.

Для построения модельной батиметрической карты Каспийского моря необходимо было определить размер сетки модели, её протяженность, ширину и ориентацию. При изображении рельефа особое внимание уделялось изгибам, которые должны характеризовать форму рельефа. Чтобы иметь возможность соединить отдельные топографические карты, счет горизонталей велся от основной уровенной поверхности (минус 28,00 м абс.). Методом интерполяции скорректированы карты Каспийского моря масштаба 1:500 000. Эти и более крупного масштаба карты северной части Каспийского моря и Гурьевского фарватера оцифрованы при помощи прибора дигитайзера, создающего файл с глубинами и их отметками в равноугольной цилиндрической проекции Меркатора (UTM - координатах).

Ставилась задача создания 3-х моделей: батиметрии Каспийского моря (сетка с шагом 10 x 10 км); батиметрии северной части Каспийского моря (сетка с шагом 2 x 2 км); локальной батиметрии, замыкающейся в г.Атырау (сетка с шагом 0,5 x 0,5 км). Решение этой задачи включало преобразование батиметрии в цифровую форму и собственно создание её моделей посредством инструментов пакета программ Датского гидравлического института MIKE-21 [3]. Все глубины отнесены к одному справочному уровню - минус 28,00 м. В связи с затоплением и осушением береговых зон было очень важно включить их в модель. Для этого все площади оцифровывались до отметки минус 23,00 м - установленной максимальной высоты при экстремальном штормовом поднятии. Эта характеристика рассчитана на возможный подъем уровня в течение следующих 10 лет. Линия минус 23 м стала контуром границы между "истинной землей" и "водой" в гидродинамической симуляции. Под "истинной землей" понимается та территория, которая никогда не затопливается. Расчеты по точкам "истинная земля" не выполняются. Рассчитываются только точки "воды", которые могут быть осушены или затоплены.

Полученные графические модели батиметрии Каспийского моря представлены на приложенных рисунках.

На рис.1 видно, что батиметрическая модель с шагом 10 x 10 км не имеет открытых границ и поэтому граничные условия не нуждаются в спецификации. Представленные на рис. 2 и 3 батиметрические модели северной части Каспийского моря (сетка с шагом 2 x 2 км) и локальной части, замыкающейся в створе г.Атырау (сетка с шагом 0,5 x 0,5 км), имеют открытые границы, поэтому для этих моделей было очень важно провести сопоставления глубин по линиям открытых границ и добиться высокой сходимости, что и выполнено в работе

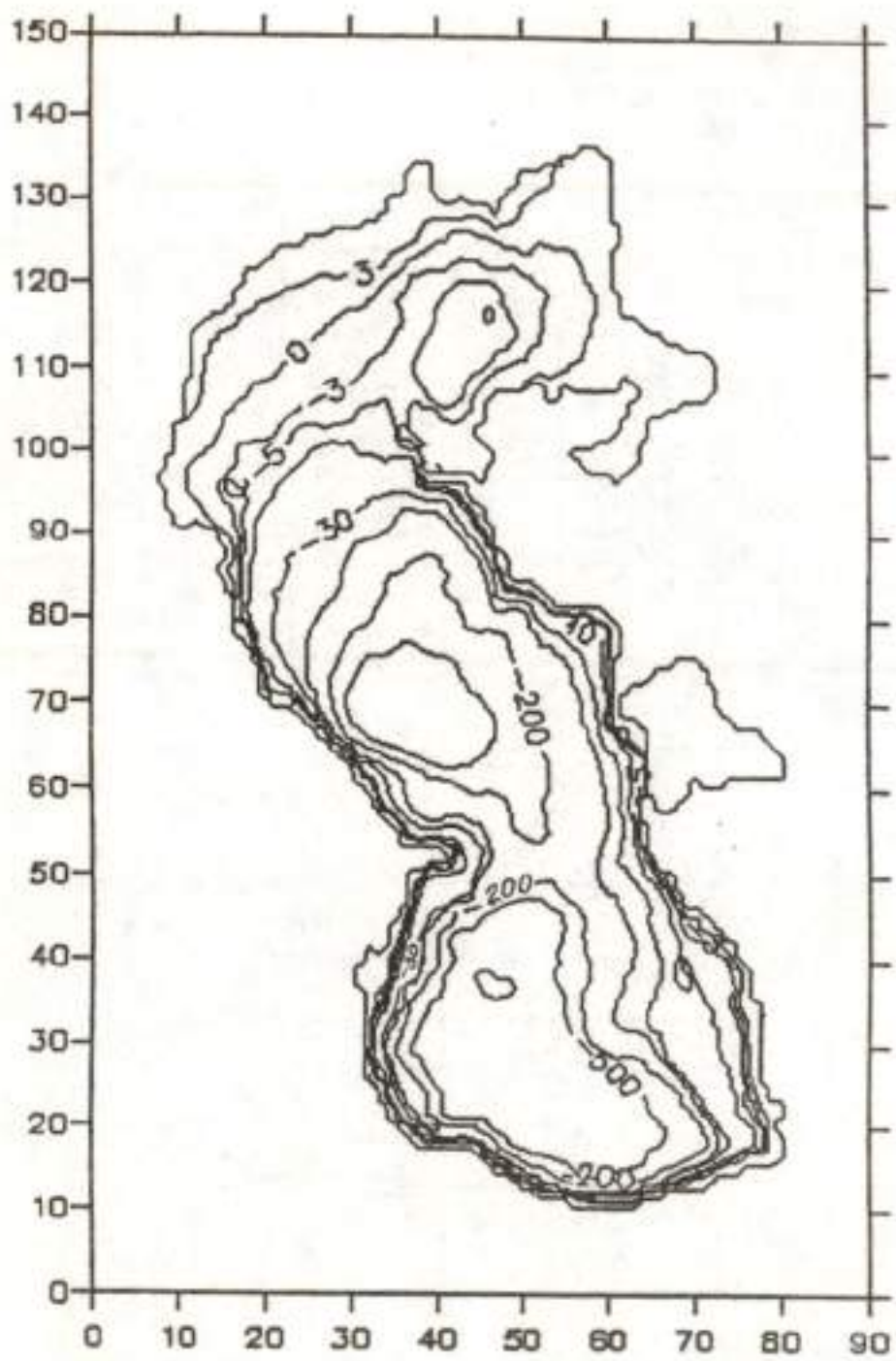


Рис. 1. Батиметрическая карта акватории Каспийского моря (сетка с шагом 10 x 10 км)

Анализируя карту батиметрии (см. рис. 1), условный продольный разрез вдоль большой оси Каспийского моря (рис.4) и, используя литературные источники [1,2], ниже представляем описание Каспийского моря.

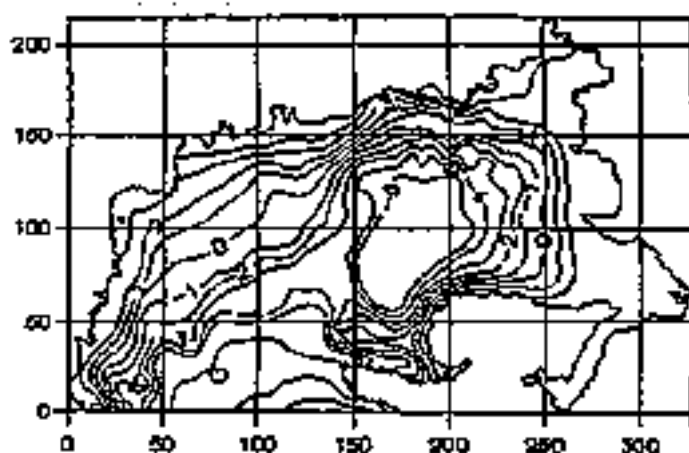


Рис. 2. Батиметрическая карта северной части Каспийского моря (сетка с шагом 2 x 2 км)

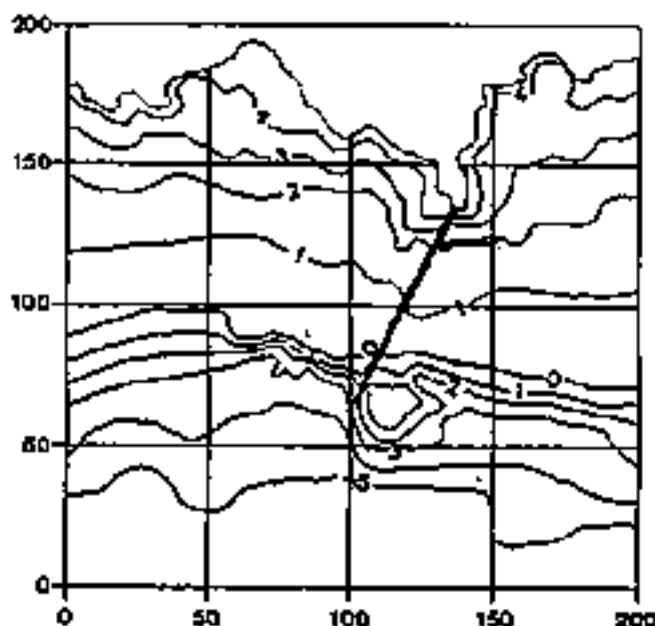


Рис. 3. Локальная модель батиметрии, замыкающаяся в г. Атырау (сетка с шагом 0,5 x 0,5 км)

Каспийское море является внутренним водоемом, расположенным в обширной материковой депрессии на границе Европы и Азии, между $47^{\circ} 07'$ и $36^{\circ} 33'$ северной широты, $45^{\circ} 43'$ и $54^{\circ} 03'$ восточной долготы. Его протяженность по меридиану около 1200 км, средняя ширина 310 км.

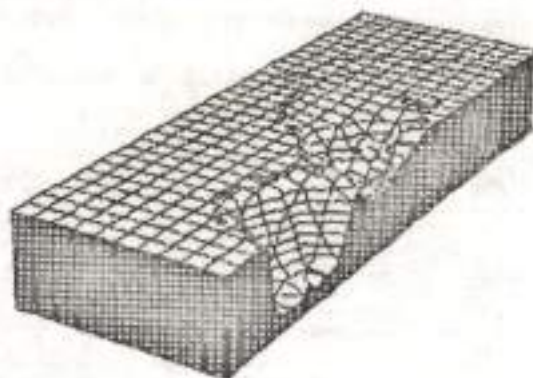


Рис.4. Продольный разрез вдоль большой оси Каспийского моря

По характеру подводного рельефа море условно можно разделить на три части: северную, среднюю и южную. Шельф Каспийского моря в среднем ограничен глубинами около 100 метров. Материковый склон, который начинается ниже бровки шельфа, заканчивается в средней части примерно на глубинах 500-600 м, в южной части, где он очень крутой, на 700-750 м. У западного побережья шельф узкий, средняя ширина его 40 км. Еще более узкий шельф у южного побережья, где глубины 400 м находятся в 5-10 км от берега. У восточного побережья шельф более обширный, средняя ширина его около 130 км. Северная часть моря мелководная, средняя ее глубина 5-6 м, максимальные глубины 15-20 м расположены на границе со средней частью моря. Рельеф дна осложнен наличием банок, островов, бороздин. Средняя часть моря представляет собой обособленную котловину, область максимальных глубин которой - Дербентская впадина - смещена к западному берегу. Средняя глубина этой части моря 190 м. Южная часть моря отделена от средней Апшеронским порогом, являющимся продолжением Главного Кавказского хребта. Это наиболее глубоководная часть Каспийского моря с глубинами, достигающими 1000 м.

Берега Каспийского моря отличаются разнообразием. В северной части они довольно сильно изрезаны. Здесь расположено несколько заливов и множество мелководных бухт. Наиболее крупными являются острова Кулалы и Тюлений. В дельтах Волги и Урала прирост прибрежной суши происходит за счет мощного потока терригенного материала, участвующего в дельтообразовании, береговая линия

усложнена и часто меняет свое положение. Средняя часть моря имеет относительно ровную береговую черту. В южной части располагаются острова Бакинского архипелага [1].

В результате проделанной работы определены позиции батиметрий, которые помещены в таблице.

Таблица

Масштабные характеристики карт батиметрии, полученные с помощью модели MIKE - 21

Масштабная характеристика	Размер квадрата сетки, км		
	10	2	0,5
Общая длина сетки по оси X, км	900	654	100
Общая длина сетки по оси Y, км	1500	430	100
Широта позиции нуля, град	36,0	44,2	46,5
Долгота позиции нуля, град	45,0	46,5	51,0
Ориентация относительно истинного севера, град	2,6	-2,02	2,6

Полученные модели батиметрии явились основой для разработки гидродинамической модели Каспийского моря, использование которой позволит создать автоматизированную систему прогнозирования сгонно-нагонных явлений в береговой зоне Северо-Восточного Каспия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том 6. Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. - СПб. : Гидрометеониздат, 1992. - 359 с.
2. Сыдыков Ж. С., Голубцов В.В., Куандыков Б.М. Каспийское море и его прибрежная зона. - Алматы : Олке, 1995. - 211 с.
3. Warren I.R., Bundgaard H.I. MIKE 21 - A Modelling System for Estuaries, Coastal Waters and Seas // 3rd International Software Exhibition for Environmental Science. - 1991. - 121 p.

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

КАСПИЙ ТЕІЗІНІҢ БАТИМЕТРИЯЛЫҚ ҮЛГІСІН ҚҰРУ ТУРАЛЫ СҰРАҚҚА

Н.И. Ивкина
Т.П. Строева
Е.И. Васенкина
Г.И. Нестеркина

Данияның гидродинамикалық MIKE 21 үлгісінің негізгі бойынша Каспий теңізінің (тор 10x10 км адыммен) солтүстік бөлігінде (тор 2x2 адыммен) және Атырау қаласында тұйықтайтын (тор 0,5x0,5 км адыммен) батиметриялық үлгінің негізгі принциптері қарастырылды.

УДК 504.75 (094)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА БИЙЛИКОЛЬ

Канд. хим. наук

Х.Т. Супнева

Канд. хим. наук

Р.К. Кайдарова

Приводятся результаты гидрохимических и токсикологических исследований озера Бийликколь, на их основе дана оценка современного состояния его водной среды.

Озеро Бийликколь - одно из крупнейших в Талас-Ассинском бассейне, расположено у подножья гор Каратау. Оно имеет неправильную форму и состоит из двух частей - Большой и Малой чаши, соединенных горловинной шириной около 1,5 км. Наибольшая площадь его зеркала - около 8,7 км². В шестидесятые-семидесятые годы оз. Бийликколь было одним из крупнейших рыбохозяйственных водоемов, годовой вылов рыбы достигал 1500 тонн [1]. Основным источником питания озера является река Асса, длиной 253 км, с притоками р. Терс и р. Куркуресу. Площадь водосбора 8756 км² [2]. Средний многолетний расход воды (ГП Маймак) составляет 11,1 м³/с, в 1995 году он снижался до 10,8 м³/с, а в многоводном 1994 г. был равен 16,1 м³/с, что благоприятно сказалось на водном режиме озера.

Для решения задач водопользования в бассейне р. Ассы построен целый комплекс гидротехнических сооружений, что отрицательно сказалось на гидрологическом состоянии многих естественных водоемов. Часть из них: Акуль, Ашикуль, Калоты исчезли, другие - Бийликколь, пойменные озера р. Чу резко сократили свой продукционный потенциал. Почти исчезнувшее в 1984 году озеро, благодаря попускам воды, к 1989 году возродилось вновь. Однако водоем продолжает оставаться загрязненным, находится на стадии глубокого эвтрофирования и его необходимо считать объектом особой охраны. С целью восстановления озера, согласно Постановлению Совета Министров КазССР № 37-73-418 от 11.05.84 г., производились санитарные выпуски из р. Асса, и объем озера на протяжении 1990-1994 гг. колебался от 180 до 220 млн м³.

Крупнейшие промышленные предприятия: Жамбылский суперфосфатный и Новокамбылский фосфорный заводы на протяжении десятилетия выбрасывали в атмосферу соединения фтора, аммиака, серы, окислы фосфора и азота, неорганическую пыль, концентрации которых превышали ПДК в 2-3 раза. Снижение концентрации загряз-

няющих веществ происходило на расстоянии 8-10 км от источника загрязнения, однако, оседая, они продолжали загрязнять большие территории, включая подземные горизонты. В 1990 году суперфосфатный завод осуществил ряд аварийных сбросов в канал Талас-Асса с расходом $1 \text{ м}^3/\text{с}$, с содержанием фосфатов до 18625 мг/л , фтора 532 мг/л , сульфатов $6144,5 \text{ мг/л}$, в результате чего в створе ниже сброса концентрация фосфатов составила 194 ПДК, фторидов 1,5 ПДК.

Жамбылский спиртоводочный комбинат АО "Тараз", осуществляя ежегодно высококонцентрированные по органическим веществам сбросы в р. Асса, оказывает негативное воздействие на экосистему оз. Бийликоль. Значения показателей химического потребления кислорода (ХПК), биохимического потребления кислорода (БПК) и аммиака в сбросах АО "Тараз" достигают соответственно $768 \text{ мгО}_2/\text{л}$, $345 \text{ мгО}_2/\text{л}$ и $32,4 \text{ мг/л}$.

Ретроспективный анализ гидрохимических показателей за 1980-1995 гг. показывает, что в системе Талас-Ассинского бассейна самым загрязненным водоемом является оз. Бийликоль, в котором на протяжении 15 лет наблюдается превышение ПДК по биохимическому потреблению кислорода (в 20 раз), по фенолам (в 12,0), по нефтепродуктам (в 18 раз), по фторидам (в 5 раз), по аммонийному азоту (в 13 раз).

Систематические наблюдения за качеством воды проводились только по одному створу оз. Бийликоль (с. Жанануткель, 2 км от восточного берега), результаты которых помещены в табл. 1. За период с 1986 по 1990 год, несмотря на то, что дефицита растворенного кислорода в водоеме не отмечалось, общая минерализация воды в озере возросла в два и более раз. Высоким оставался уровень органического загрязнения. В 1993 г. индекс загрязненности воды постепенно возрастал и достиг в 1994 г. величины 4,56. По индексу загрязненности воды относятся к категории грязных.

В 1992 году нами проведено более развернутое гидрохимическое обследование оз. Бийликоль. Съемка выполнялась в восьми пунктах на двух уровнях: 0,5 м от поверхности и 0,5 м от дна водоема. Поверхностный водный слой характеризовался отсутствием двуоксида углерода, рН колебался от 8,0 до 8,6, содержание растворенного кислорода в норме (от 4,4 до 7,2). Наиболее благоприятен водный режим в Малой чаше озера. Накопление легкоразлагающихся органических соединений в Большой чаше достигало $24,6 \text{ мгО}_2/\text{л}$ по перманганатной окисляемости, отмечен высокий уровень БПК_{полное}, до $37,2 \text{ мгО}_2/\text{л}$ (пункт 2). Наблюдалась концентрация нитритов, в 2 раза превышающие ПДК. Исследования показали, что в водоеме улучшается качество водной среды, отмечено снижение уровня минерализации в Большой и Малой чашах до 2276-2426 мг/л.

Таблица 1

Качество воды оз. Бидляколь, створ 2 км от восточного берега с. Жанауткель за период с 1986 по 1990 гг.
(данные Казгидромета и облуправления экобиоресурсов)

Показателя	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	ПДКр/х
Кислород, мгО ₂ /л	8,30	8,7	8,7	8,50	8,00	4 - 6
Окисл.бихроматная, мгО ₂ /л	184,00	22,3	86,7	151,00	140,00	
БПКполнос, мгО ₂ /л		27,6	16,2	17,60	17,40	3,00
Сумма ионов, мг/л	1900	2780	4285	4037		
Азот аммонийный, мг/л	1,16	0,64	0,12	0,47	0,25	0,50
Азот нитритный, мг/л	0,04	0,06	0,03	0,01	0,40	0,08
Азот нитратный, мг/л	0,64	0,53	1,16	0,36	1,20	40,00
Фосфор(общий), мг/л	0,429	0,283	0,101	0,081	0,100	
Фосфаты, мг/л			0,027	0,024	0,030	3,50
Нефтепродукты, мг/л	0,04	0,02	0,07	0,03	0,61	0,05
СПАВ, мг/л	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,10
Сумма ДДТ, мкг/л				0,02		0
Сумма ГХЦГ, мкг/л			0,007	0,025		0
Фториды, мг/л	1,77	2,95	1,83	1,39	2,00	фон+0,05

Примечание. ПДКр/х - предельно допустимая концентрация для рыбохозяйственных водоемов

Бийликоль относится к типу солоноватых озер, по химическому составу воды - к сульфатному классу группы магния. Содержание минерального растворенного фосфора в воде Большой чаши выше, чем в Малой, и достигает 0,5 мг/л. Анализ придонного водного слоя указывает на процессы вторичного загрязнения озера, т.е. свидетельствует о десорбции токсикантов из донных отложений и их окислении кислородом. Отмечено низкое содержание кислорода в придонном слое, высоко биохимическое потребление кислорода - до 56,2 мгО₂/л (пункт 2), следы растворенного сероводорода и элементарного фосфора, повышенное содержание аммонийного азота - до 0,40 мг/л, нитритов - до 0,062 мг/л. Установлено наличие различных загрязняющих веществ как в поверхностном, так и в придонном слоях озера, фторидов - до 3,7 ПДК, меди - до 10 ПДК, цинка - до 2,6 ПДК, фенолов - до 12 ПДК (табл. 2).

Таблица 2

Содержание загрязняющих компонентов (мг/л) в поверхностном водном слое оз. Бийликоль (август, 1992 г.)

Показатели качества воды	Пункт наблюдений			
	1	4	6	8
Фенолы	0,012	0,010	0,007	0,006
СПАВ	0,030	0,020	0,030	0,020
Медь	0,008	0,010	0,009	0,008
Цинк	0,026	0,013	0,014	0,016
Свинец	н/о	н/о	н/о	н/о
Кадмий	н/о	н/о	н/о	н/о
Фториды	1,860	1,880	1,860	1,860

Примечание: н/о - не обнаружено

Проведен анализ проб водного поверхностного слоя озера на наличие в них остаточных количеств полихлорбифенилов (ПХБ) и пестицидов (табл. 3). Практически во всех пробах отмечено превышение концентраций ПХБ и пестицидов, которые, вероятно, поступают в водоем с поверхностным стоком и через дренажные сети. Исследования качества воды оз. Бийликоль в период 1992-1994 гг. показали увеличение индекса загрязненности вод (ИЗВ) до 4,68, что указывает на продолжающиеся в нем процессы вторичного загрязнения.

Остаточные количества ПХБ и пестицидов (мкг/л)
в воде оз. Бийликколь (август, 1992 г.)

Наименование токсикантов	Пункт наблюдений			ПДКр/х
	1	4	8	
Полухлорированные фенилы (ПХБ)	1,90	1,60	1,60	отс.
Изомеры ГХЦГ	0,08	0,10	0,10	отс.
Метаболиты ДДТ	н/о	0,07	0,06	отс.
Пропанка	2,00	0,50	0,30	отс.
Сатурн	н/о	0,10	0,50	0,20
Акрекс	0,20	0,20	0,2	отс.
Глидан	н/о	н/о	0,1	отс.

Для спасения озера необходимы, наряду с санитарными попусками воды, работы по проведению мелиоративных мероприятий в Большой чаше озера. Контроль за состоянием озера со стороны природоохранительных органов и проведение дальнейших наблюдений позволят сохранить его уникальность для будущего поколения и использовать его полный биопотенциал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изучить состояние сырьевой базы в озерах Бийликколь и Большие Камкалы и Таушуткульского водохранилища, разработать прогноз уловов рыбы на 1993 и 1994 годы: Отчет НИР (заключит.) / КазНИИРХ. - № ГР 01906040726. - Алма-Ата, 1992. - 30 с.
2. Ежегодник качества поверхностных и морских вод и эффективности проведенных водоохраных мероприятий по территории Республики Казахстан за 1993 год. - Алма-Ата: Казгидромет, 1994. - 165 с.

Государственное научно-производственное
объединение прикладной экологии "Казмеханобр"

БИЕЛІ КӨЛІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

Химия ғ. канд. Х.Т. Сүпиева
Химия ғ. канд. Р.К. Кайдарова

Биелі көлінің гидрохимиялық және токсикологиялық зерттеулерінің нәтижелері келтірілді. Солар арқылы оның су ортасы қалпына баға берілді.

УДК 551.510.42 + 551.515.3 (262.83)

О МОНИТОРИНГЕ ВЫНОСА ПЕСЧАНО-СОЛЕВОГО
АЭРОЗОЛЯ С ОСУШЕННОЙ ЧАСТИ ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

О.С. Галасва

Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов

Приводятся оценки выноса аральского аэрозоля с казахстанской части осушенного дна моря за различные временные интервалы. В 1966-1979 годах за контуры осушки в среднем за год выносилось 7,3 млн т песчано-солевого аэрозоля с обеспеченностью 5 % ($P_{5\%}$) и 1,6 млн т с 50 % накопленной вероятностью ($P_{50\%}$). За более длительный ряд (1966-1992 гг.) эта величина уменьшилась до 1,17 млн т в год ($P_{50\%}$) за счет снижения интенсивности дефляции в 80-х годах. При падении уровня воды на 20 метров и условии сохранения нынешних расходов песка во время бурь масса уносимого аэрозоля возрастет незначительно, до 1,29 млн т ($P_{50\%}$), вследствие изменения размеров источников. Однако в начале 90-х годов наметилась тенденция увеличения интенсивности выветривания, что требует внимательного слежения за процессом, мониторинг за которым прекращен в 1992 году.

Интерес широкой общественности и научного мира к оценке выносимых масс частиц твердой фазы с осушенной части дна моря возник сразу же после начала падения уровня воды в Арале. Не ослабевает он и сейчас, поэтому, как только в КазНИГМИ в 1984 г. создали первую модель бурь, позволяющую получать скалярные величины масс песка, была предпринята попытка оценить выносимую за контур Аральского моря массу песка и солей. Для этого средние многолетние значения масс песка, перемещаемых через фронт в один километр в районах станций Аральское Море, Баян и Уялы, были осреднены для всех вариантов средних геометрических размеров частиц песка и полученную величину умножили на длину периметра водоема. Таким образом, в 1985 году получена первая оценка КазНИГМИ величины мощности всего Аральского источника аэрозолей - 20-30 млн т в год, в том числе 200-300 тыс. т солей [1]. Усовершенствование модели, создание блока векторного анализа позволило уже более корректно оценить мощность двух основных источников выноса на казахстанской

части осушенного дна моря с учетом их геометрических размеров и направлений переноса.

Средний многолетний вынос из них аэрозолей определен величиной в 7,3 млн т в год за период с 1966 - 1979 гг. [3,4]. Обс эти оценки следует рассматривать как близкие к максимальным, т.к. в основу их получения положена зависимость общего расхода песка во время бурь в приземном слое атмосферы от динамического числа Фруда 5 % обеспеченности [6]. Для климатических оценок, как известно, целесообразнее использовать 50 % накопленные вероятности, которые близки к математическим ожиданиям. Поэтому, если использовать зависимость общего расхода песка 50 % обеспеченности [3], то оценка выноса массы в 7,3 млн т должна быть уменьшена до 1,6 млн т в год.

Дальнейший мониторинг за развитием дефляционных процессов на дне моря показал наличие цикличности в их интенсивности, и 80-ые годы пришлось на фазу их спада. Это привело, несмотря на рост осушенных площадей дна моря, к уменьшению средней многолетней величины выноса массы аэрозоля 50 % обеспеченности за период с 1966 по 1986 год до величины 1,12 млн т в год [5].

Сейчас, при снижении уровня моря на 15 м, на казахстанской части осушенного дна Арала действуют уже пять природных источников аэрозоля: на севере - это дно залива Сарышыганак и песчаные пляжи вокруг бывших островов Кокарал и Барсакельмес, на востоке - осушенное дно моря от устья р. Сырдарьи до бывшего Акпеткинского архипелага и на западе - новый крупный остров, образовавшийся из о. Возрождения и о. Лазарева. В табл. 1 приведены полученные новые оценки среднего многолетнего выноса массы песка 50 % обеспеченности из этих очагов выветривания по новым более детальным рядам наблюдений метеостанций за 1966 - 1992 годы [2].

Для расчетов использованы средние многолетние розы векторов переноса масс песка М. О. Лазарева - для нового западного источника, М. Арабское море - для Сарышыганакского и Кокаральского очагов выдувания, М. Уялы - для наиболее мощного Восточного, М. Барсакельмес - для песчаных пляжей одноименного острова [2]. По карте изобат масштаба 1 : 500 000 выделены контуры всех источников и измерена протяженность фронтов переноса для каждого вектора. Представлены произведения векторов на соответствующим км длины фронтов переноса (см. табл. 1). Вынос масс песка определен для всех 16 румбов, что позволяет оценить, сколько песчано-солевого аэрозоля поступает в конкретные районы Приаралья.

Таблица 1

Средний многолетний вынос песка (т/год) из основных очагов выветривания осушенной части дна Аральского моря на территории Казахстана при снижении уровня на 15 м

Направление выноса	Очаг выветривания				
	о.Лазарев	Барсакельмес	Восточный	Сарышыганак	Коккаральский
С	50	0	10094	5712	6324
ССВ	2552	0	8128	11132	20740
СВ	2520	0	22630	21021	30261
ВСВ	1488	77	15402	21157	25110
В	5775	255	37862	16215	11280
ВЮВ	2940	331	29827	13764	9213
ЮВ	7830	1200	66896	10152	7827
ЮЮВ	5424	810	19980	10773	9072
Ю	800	940	32857	13664	15128
ЮЮЗ	12876	2475	37084	14198	26452
ЮЗ	44856	31080	92418	14514	20894
ЗЮЗ	101742	7130	44394	13604	16146
З	20895	1887	55576	10235	7120
ЗСЗ	1050	0	22116	8246	5519
СЗ	90	0	7119	4257	3282
ССЗ	113	0	4680	4189	3528
Сумма	211001	46186	507063	192837	217890

Здесь представлены и суммарные по всем направлениям величины выноса масс твердой фазы для каждого источника. Интересно сопоставить эти величины с полученными за более короткое время (до 1986 год) [5]. В 1986 году было три очага выдувания - Восточный, Сарышыганакский и Коккаральский.

Из-за снижения интенсивности дефляционных процессов в последние 7 лет [2], по данным М. Уалы, несмотря на увеличение размеров Восточного источника, вынос средней многолетней массы аэрозоля уменьшился с 690 000 т до 500 000 т в год. Вынос массы аэрозолей снизился в 14 направлениях из 16 и вырос лишь на юг и северо-запад. Мощности Сарышыганакского и Коккаральского источников изменились незначительно, различия лежат в пределах погрешностей расчетов. Общий вынос массы аэрозолей со всей казахстанской части осушенного дна моря при падении уровня воды на 15 м оценивается в 1,17 млн т в год, т.е. вырос на 50 тыс. т в год по сравнению с предыдущей величиной [5].

В табл. 2 приведены прогнозируемые величины выноса аэрозолей с осушенного дна Арала при падении уровня воды на 20 м. Расчет выполнен при условии сохранения нынешних величин средних многолетних векторов переноса масс песка.

Таблица 2

Прогнозируемый средний многолетний вынос песка из основных очагов выветривания осушенной части дна Аральского моря на территории Казахстана при снижении уровня на 20 м, т/год

Направление выноса	Очаг выветривания		
	Северный	Восточный	о. Лазарева
С	13056	16758	56
ССВ	29737	11648	2882
СВ	35574	28520	3690
ВСВ	29062	18972	1624
В	24252	38794	6050
ВЮВ	24864	29827	3122
ЮВ	20770	69299	8486
ЮЮВ	23490	30192	7344
Ю	31232	54549	896
ЮЮЗ	37927	53144	14541
ЮЗ	24563	116472	65682
ЗЮЗ	18687	54684	111041
З	13308	56943	21890
ЗСЗ	14896	22116	1115
СЗ	8710	8253	97
ССЗ	9135	7072	153
Сумма по всем направлениям	359263	617243	248669

Дальнейшее падение уровня моря приведет к значительному росту геометрических размеров Восточного источника выноса, который сольется с о. Барсакельмес. Кокаральский и Сарышыганакский очаги образуют единый северный источник. Только за счет изменения геометрических размеров источников средний годовой вынос массы аэрозолей увеличится до 1,29 млн т в год. Но, скорее всего, эта цифра будет больше, т.к. уже в начале 90-х годов в трендах переноса песка начался рост и, вероятно всегда, за фазой спада интенсивности дефляционных процессов 80-х годов начнется период с повышенной ветровой активностью. Поэтому крайне необходимо продолжать климатический мониторинг за процессами дефляции осушенной части дна Аральского моря,

который был приостановлен в 1992 году. Климатическая модель позволяет проследить более детально вынос массы Аральского аэрозоля. Представляется необходимым в будущем определять не средние многолетние величины за тот или иной ряд лет, а получить ежегодные величины выносимых ветром масс песка и солей, что позволит проследить временную динамику дефляционного процесса на осушенном дне Арала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азмудова 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. Галаева О.С., Семенов О.Е., Шалов А.П. Об особенностях ветрового переноса песка в Аральском регионе // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 4. - С. 73-93.
3. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н.Чичасова. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 277 с.
4. Семенов О.Е. Оценка ветрового выноса песка и солей с осушенной части дна Аральского моря // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1988. - Вып.102. - С. 39-54.
5. Семенов О.Е., Тудина Л.П., Чичасов Г.Н. Об изменениях климата и экологических условий Приаралья // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. - С. 150-176.
6. Семенов О.Е. Об оценке масштабов выноса массы Аральского аэрозоля // Гидрометеорология и экология. - 1995. - № 1. - С. 117-130.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

АРАЛ ТЕҢІЗІ ТҮБІНІҢ КЕЛКЕН БӨЛІГІНЕН ҚҰМ-ТҰЗДЫ ТОЗАНЫНЫҢ ШЫғУ МОНИТОРИНГІСІ ТУРАЛЫ

О.С. Галаева
Физ-мат. г. канд. О.Е. Семёнов

Қазақстанның жерінде орналасқан теңіздің келкен түбінен әр уақыттық мерзімдерде Аралдық тозанының шығуына баға келтірілді. 1966-1979 жылдары орташа бір жылда жерлерден 5% қамтамасыздандыру деңгейіне 7,3 млн. т. ($P_{5\%}$) және 50% жоғары мүмкіншілік деңгейінде ($P_{50\%}$) 1,6 млн. т. құм-тұзды аэрозоль ұшты. 80-жылдары дефляция қуатының төмендеуіне байланысты бұл мәліметтер 1966-1992 жылдар аралығында жылына 1,17 млн. т. ($P_{50\%}$) дейін азайды. Су деңгейі 20 м төмендесе және шаңды боран кезінде құм шығуы бұрынғы қабылға болатын болса құм шығу орындарының өзгеруіне байланысты аэрозольдің ұшқан массасы аз ғана көбейеді - 1,29 млн. т. дейін ($P_{50\%}$). Бірақ 90-жылдардың басында үгілу қарқындылығы өсу тенденциясы байқалуда, бұл осы жағдайлардың мониторингін одан әрі ұқыпты жасауға талап етеді. 1992 жылы осы жөнінен мониторинг тоқтатылған болатын.

УДК 551.515.3 (262.83)

О ВЫПАДЕНИИ АРАЛЬСКОГО АЭРОЗОЛЯ НА
ПОДСТИЛАЮЩУЮ ПОВЕРХНОСТЬ РЕГИОНА

О.С. Галасва

Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов

Приводятся две модели для описания процесса выпадения аэрозоля из шлейфов выносов пыльных бурь осушенного дна Арала. Эмпирическая модель для климатических оценок сухих выпадений в Приаралье основана на их измерениях в дельте Амударьи и экспедиционных исследованиях бурь на бывшем дне моря. Модель позволила получить климатическую карту выпадения аральского аэрозоля на казахстанской части Приаралья по ранее полученным данным о средней многолетней мощности источника выноса, которая хорошо согласуется с картой узбекских ученых. Вторая полуматричная модель позволяет анализировать процессы выпадения частиц на поверхность по данным о высоте их подъема, гидродинамической крупности и динамической скорости потока.

Измерением выпадений аэрозолей из атмосферы на подстилающую поверхность в Приаралье занимались две группы исследователей из Узбекистана: одна из Среднеазиатского научно-исследовательского института ирригации [8,10], вторая из Среднеазиатского научно-исследовательского гидрометеорологического института [4].

Наиболее детальные измерения в дельте р. Амударьи выполнены под руководством Р.М. Рзакова и К.А. Коснозарова [8,10]. На территории Каракалпакки и на прилегающей к ней осушенной части дна моря нами устанавливались ловители для отбора проб выпадающих из атмосферы сухих аэрозолей. Число точек отбора достигало 43. Круглогодичные наблюдения за осадением аэрозолей позволили получить за пять лет измерений (1982-1986 гг.) более 1600 проб и построить среднюю за этот период карту сухих выпадений в Южном Приаралье. Химические анализы проб позволили построить и карту содержащихся в них растворимых солей. Результаты этих исследований показали, что максимальная масса общих выпадений аэрозолей и солей приходится на осушенное дно Аральского моря и район хоренского берега. По мере удаления от прежнего берега масса выпадений быстро уменьшается и возрастает вокруг крупных солончаков в дельте Амударьи.

Сухие выпадения на осушенном дне моря достигали 300 - 600 т/км² в год. В прибрежной части дельты масса осажженных аэрозолей быстро уменьшалась по мере удаления от источника выноса и на расстоянии 10-15 км уже была равна 90 т/км². Авторы исследований отметили, что наблюдения отдельных лет носят случайный характер и не отражают закономерностей эолового выноса и осаждения частиц пыли и солей со дна моря [8]. Позднее ими были опубликованы более полные данные измерений по 1991 год включительно [10]. Эти десятилетние измерения показали и большую межгодовую изменчивость массы сухих выпадений в дельте р. Амударьи.

Результаты измерений на метеорологических станциях на территории Узбекистана и Туркмении, выполненные ташкентскими метеорологами, дали еще меньшие величины. По их данным, на М Муйнак масса аэрозолей, выпадающих на поверхность, равна 42,5 т/км² [4]. Таким образом, результаты экспериментальных исследований не подтверждают широко распространенных в массовой печати гипотез о гигантских поступлениях солей и аэрозолей Арала на всю территорию Центральной Азии - основная масса твердой фазы выпадает вблизи самого водоема. Этот вывод согласуется и с результатами численного моделирования переноса песчаного аэрозоля на гидродинамической модели бурь, полученными И.В. Каиповым [5].

Измерения сухих выпадений в дельте Амударьи не позволяют определить вклад непосредственно аральского аэрозоля в формирование экологической нагрузки на регион, т.к. он попадает сюда вследствие адвекции запыленных потоков воздуха северных направлений во время пыльных бурь на осушенном дне моря. На планшеты для улавливания аэрозолей осаждается и аэрозоль, принесенный при других направлениях ветра во время бурь на континентальной части суши, хотя для Южного Приаралья его масса может быть и незначительна из-за особенностей циркуляционных условий. Кроме этого, поверхность почвы и растительность являются плоскостным источником генерации аэрозолей в атмосферу за счет вертикальных конвективных движений воздуха днем и последующего осаждения поднятых частиц на земную поверхность (и планшеты для наблюдений) в вечерние и ночные часы [7,9].

Повседневность конвективного механизма подъема частиц позволяет считать его ответственным за формирование фонового аэрозольного загрязнения атмосферы естественного происхождения и фоновых сухих выпадений на поверхность. Таким образом, сухие выпадения аэрозоля естественного происхождения на поверхность региона формируются двумя природными механизмами поднятия частиц в атмосферу: во время сильных ветров при возникновении пыльных бурь и повседневный - за счет развития конвективных процессов в атмосфере. Поэтому сухие выпадения генетически следует делить на выпадения от шлейфов выноса пыльных бурь и фоновые выпадения.

Оценка средних многолетних фоновых сухих выпадений, вызванных конвективными потоками в Приаралье, показала, что в вершине дельты р. Амударья (М.Ташкент) они достигают в год 79 т/км^2 , в Северном Приаралье (М.Аральское Море) - 45 т/км^2 [9].

Климатическая модель расчета выпадений аэрозоля из шлейфов бурь

Зная порядок величины фоновых сухих выпадений (M_0) в дельте Амударьи, можно определить и сухие выпадения от выносов аэрозоля со дна Арала во время бурь, найти закономерность их осаждения. Для этого нужно рассмотреть изменение с расстоянием разности массы всех осаждаемых на планшеты частиц M и фоновых сухих выпадений ($M - M_0$). Удобнее исследовать безразмерную величину $(M - M_0)/(M_0 - M_0)$, где M_0 - масса сухих выпадений на границе источника выноса, т.е. на нулевом удалении от осушенной части дна моря ($X = 0$). В этой точке $(M - M_0)/(M_0 - M_0) = 1$. При значительном увеличении расстояния X отношение должно стремиться к нулю из-за уменьшения разности ($M - M_0$).

На рис. 1 в полулогарифмических координатах приведены результаты опубликованных Разаковым и Коснозаровым измерений сухих выпадений в дельте Амударьи на различных удалениях от бывшего коренного берега Арала [8,10]. При построении рисунка из общей массы выпавших аэрозолей нами были вычтены фоновые M_0 находившиеся для каждого года из условия наилучшего соответствия экспоненте кривой выпадения массы. Фоновые выпадения изменялись от года к году в интервале от 56 до 70 т/км^2 , оставаясь в пределах указанных выше средних многолетних величин. Большой разброс точек подтверждает вывод авторов измерений о сложности закономерностей сухих выпадений. Даже улучшение материалов наблюдений за счет исключения M_0 из общей массы осаждаемых аэрозолей не позволило нам использовать данные 1985 года, т.к. в них совершенно не просматривается какая-либо зависимость от расстояния - выпадения на территории дельты Амударьи оказались в этом году больше, чем на осушенном дне моря. По-видимому, местные пыльные бури в дельте оказались сильнее дефляционных процессов на дне. Проведена аппроксимирующая результаты эмпирических измерений нелинейная зависимость

$$(M - M_0) = (M_0 - M_0) \exp\left(-\frac{X}{35}\right), \quad (1)$$

где M - сухие выпадения аэрозолей на поверхность на расстоянии X от источника выноса, $\text{г км}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$; M_0 - сухие выпадения аэрозолей на границе источника выноса; M_0 - фоновые сухие выпадения; X - расстояние от источника, км.

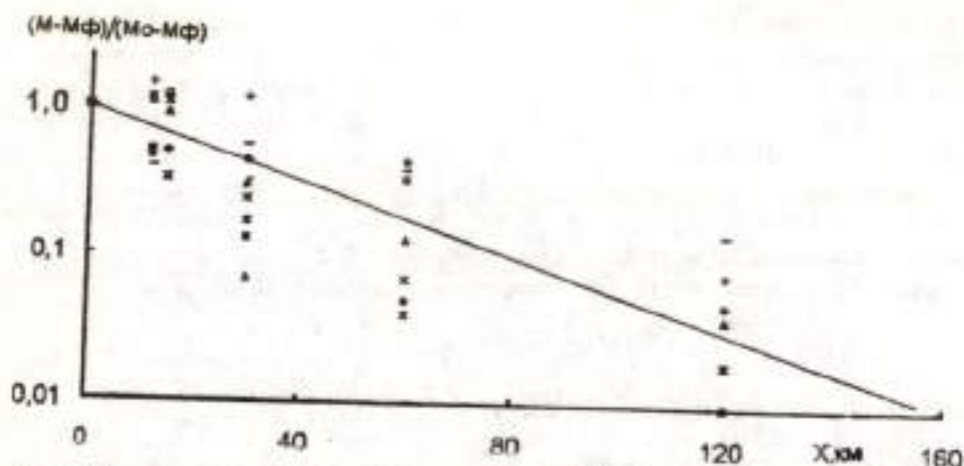


Рис. 1. Нормированная зависимость сухих выпадений аэрозоля при удалении от источника выноса в Южном Приаралье. Одинаковыми знаками нанесены данные одного года.

Коэффициент пропорциональности в показателе степени экспоненты (1) показывает, что на удалении от источника в 35 км масса выпавшего из потока аэрозоля на поверхность земли уменьшается в e раз. Как видно (см.рис.1), на расстоянии 160 км от источника выноса масса сухих выпадений уменьшается в 100 раз по сравнению с ней на прежнем берегу моря.

Оценка сухих осадений от шлейфов бурь в Северном Приаралье

Формула (1) получена по материалам измерений нескольких лет, поэтому ее можно использовать лишь для оценок средних многолетних масс сухих выпадений за год в Северном Приаралье из ветропесчаных потоков, формирующихся в основных источниках выноса на казахстанской части осушенного дна моря. Для характеристики годовой мощности выноса аэрозолей из этих источников в различных направлениях служат средние многолетние розы векторов переноса песка по 16 румбам [1]. Вектор каждого румба M_p показывает годовую массу частиц твердой фазы, выносимую ветром через нормально ориентированную к направлению переноса плоскость, ограниченную высотой приземного слоя атмосферы h и шириной фронта переноса в один км (M_p). Выпадение массы аэрозолей из потока M_p происходит на горизонтальную плоскость (рис.2). Поэтому, чтобы воспользоваться формулой (1), необходимо найти связь между вектором выносимой массы M_p и вектором осаждаемой массы M_p^{\downarrow} .

Поскольку она строится для векторов одного направления, то можно, очевидно, далее оперировать с их модулями. Для получения такой связи послужили экспериментальные измерения профилей расходов песка во время бурь и сухих выпадений на поверхность земли экспедицией КазНИГМИ в 1992 году (табл.1).

В табл.1 приведены результаты измерений сухих выпадений за 4 суток, в течение которых наблюдались песчано-солевые бури. Результаты этих измерений также аппроксимируются зависимостью, аналогичной формуле (1), с другими числовыми параметрами

$$(M - M_0) = (M_0 - M_0) \exp\left(\frac{X}{1,66}\right) \quad (2)$$

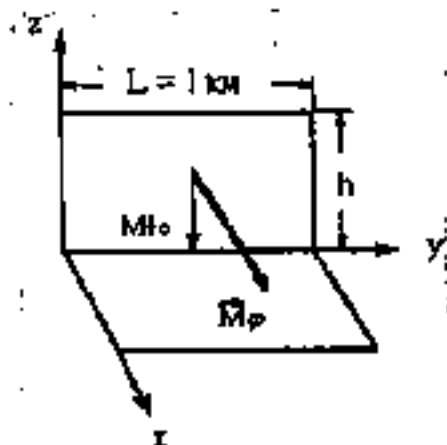


Рис.2. Векторы выноса и выпадения массы песчаного аэрозоля в направлении φ .

M_0 - вектор выносимой массы песка; M_φ - вектор сухих выпадений массы аэрозолей из потока на границе источника; $L = 1$ км - ширина фронта переноса; h - высота приземного слоя атмосферы.

Таблица 1

Сухие выпадения частиц твердой фазы из потока ($т/км^2$) на поверхность на различных расстояниях от источника выноса.
Экспедиция КазНИГМИ 1992 год

Параметр сухих выпадений	Расстояние от источника, м					
	0	200	700	1500	3100	6300
M_φ	52,6	36,8	41,6	19,7	9,3	6,3
$M_\varphi - M_0$	52,4	36,6	41,4	19,5	9,3	6,1
$(M_\varphi - M_0) / (M_\varphi - M_0)$	1,0	0,7	0,8	0,4	0,18	0,12

Фоновые сухие выпадения за 4 суток были рассчитаны по модели [9] и составили $M_0 = 0,2 \text{ г/м}^2$. Выпадения на нулевом расстоянии от источника выноса (см. табл. 1) получены не путем непосредственных измерений, а экстраполяцией линии зависимости $M = f(X)$ в полуплогарифмических координатах, т.к. их измерения на подвижном песке на уровне поверхности представляют серьезные методические трудности. Масса песка, переносимая за эти четыре бури, оказалась равной 355 т/км , отношение $M_0/M_p 0,15$, т.е.

$$M_0 = 0,15 M_p. \quad (3)$$

Это значение близко к результатам численного моделирования выпадения частиц из потока Канпова [5]. По его исследованиям, на первом километре своего движения от источника выноса поток терял около 20 % своей массы. Очевидно, что значение числового коэффициента в формуле (3) является функцией распределения частиц по размерам и поэтому может изменяться в некоторых пределах для различных песков. Вектор ветрового выноса песка при бурях из источника M_p не содержит в себе фоновых значений сухих выпадений. Поэтому для вычислений сухих выпадений от бурь по информации о розах векторов переноса песка [1] уравнение (1) должно быть упрощено и записано в виде

$$M(X) = M_p \exp\left(-\frac{X}{35}\right), \quad (4)$$

где M_p определяется из (3). Тогда окончательная формула для расчетов сухих выпадений от аральских источников выноса в направлении ф будет

$$M(X) = 0,15 \cdot M_p \cdot \exp\left(-\frac{X}{35}\right). \quad (5)$$

Для построения карты сухих выпадений в Приаралье вся территория региона на карте масштаба 1:1 000 000 была разбита на прямоугольники со сторонами $20' \times 20'$. Для центров этих прямоугольников и рассчитывались массы сухих выпадений $M(X)$ по известным значениям M_p каждого румба от всех пяти источников выноса аэрозоля казахстанской части осушенного дна моря [1] и расстоянию (X) от грани источников в этом направлении. Затем проводилось суммирование полученных значений сухих выпадений в каждом прямоугольнике от этих 5 источников выноса. По полученным числовым значениям масс осаждаемых частиц в центрах прямоугольников были проведены изолинии равных значений сухих выпадений. Расчеты вы-

поднялись для размеров источников выноса аральского аэрозоля, образовавшихся при падении уровня воды на 15 м: о. Лазарева и о. Возрождения, о. Барсакельмес, Восточного, Сарышытанакского и Кокаральского.

На рис. 3 представлена полученная карта средних многолетних годовых масс сухих выпадений на поверхность региона из шлейфов выносов песчано-солевых бурь, наблюдавшихся на казахстанской части осушенного дна Арала (М. О. Лазарева до распада СССР принадлежала к системе Гидрометслужбы Казахстана). Модели формирования выноса и выпадения аральского аэрозоля позволили впервые оценить в чистом виде вклад песчано-солевых бурь в процесс образования сухих выпадений в регионе. Результаты моделирования дают хорошие согласования по величинам выпадений с экспериментальными оценками Рзакова и Космазарова [8, 10].

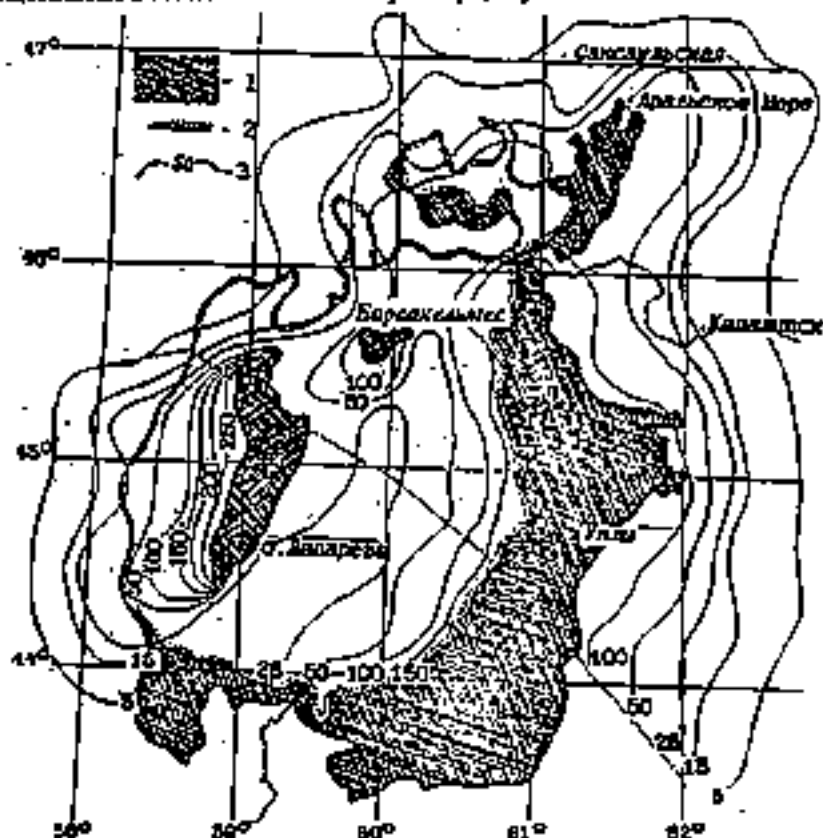


Рис. 3. Карта-схема средних многолетних значений сухих выпадений песчано-солевого аэрозоля ($т \cdot км^2 \cdot год^{-1}$) от дефляционных процессов по осушенной части дна Аральского моря:

1 - площадь осушенного дна моря; 2 - современная береговая линия; 3 - изолинии сухих выпадений

На рис. 4 дана карта средних многолетних значений суммарных выпадений на казахстанской части Приаралья из шлейфов бурь и от конвективного подъема частиц с поверхности, которая получена из предыдущей путем добавления к ней массы средних многолетних сухих фоновых выпадений $M\downarrow_{\phi} = 45 \text{ т} \cdot \text{км}^2 \cdot \text{год}^{-1}$ [9]. Сравнение ее с картой сухих выпадений в Южном Приаралье [8] показывает, что в Восточном Приаралье в прибрежной части выпадает на поверхность примерно в 1,5 раза больше аэрозолей - до $145 \text{ т} \cdot \text{км}^2 \cdot \text{год}^{-1}$. В Северном Приаралье сухие выпадения по порядку величины совпадают с их значениями в дельте Амударьи ($90-100$) $\text{т} \cdot \text{км}^2 \cdot \text{год}^{-1}$. Следует отметить, что на юго-востоке Приаралья сухие выпадения должны быть несколько больше полученных нами результатов, т.к. здесь необходимо учитывать вынос и выпадение аэрозоля с узбекской части осушенного дна моря.



Рис. 4. Средние многолетние значения суммарных сухих выпадений в Казах-
станской части Приаралья от шлейфов бурь и конвективного подъема
частиц с поверхности ($\text{т} \cdot \text{км}^2 \cdot \text{год}^{-1}$). Усл. обозн. см. рис. 3.

Это замечание относится и к карте средних многолетних сухих
выпадения солевого аэрозоля за год, представленной на рис.5. Она

получена по карте (см. рис. 3), исходя из предположения, что в массе аэрозоля солей содержится 3 %. Именно такого порядка величины содержания солей в выпадающем аэрозоле были получены по результатам наших экспедиционных измерений сухих осадков на осушенном дне моря (2-3 %). По исследованиям узбекских ученых, в дельте Амударьи содержание солей в выпадающем аэрозоле достигает существенно больших величин (5-6 %), увеличиваясь непосредственно у солончаков до 20-30 % и даже изредка до 40 %. Поэтому солевые выпадения в Северном и Восточном Приаралье существенно меньше, чем в дельте Амударьи, достигая в прибрежной полосе (1,5 - 3) т · км² · год⁻¹ (см. рис. 5).

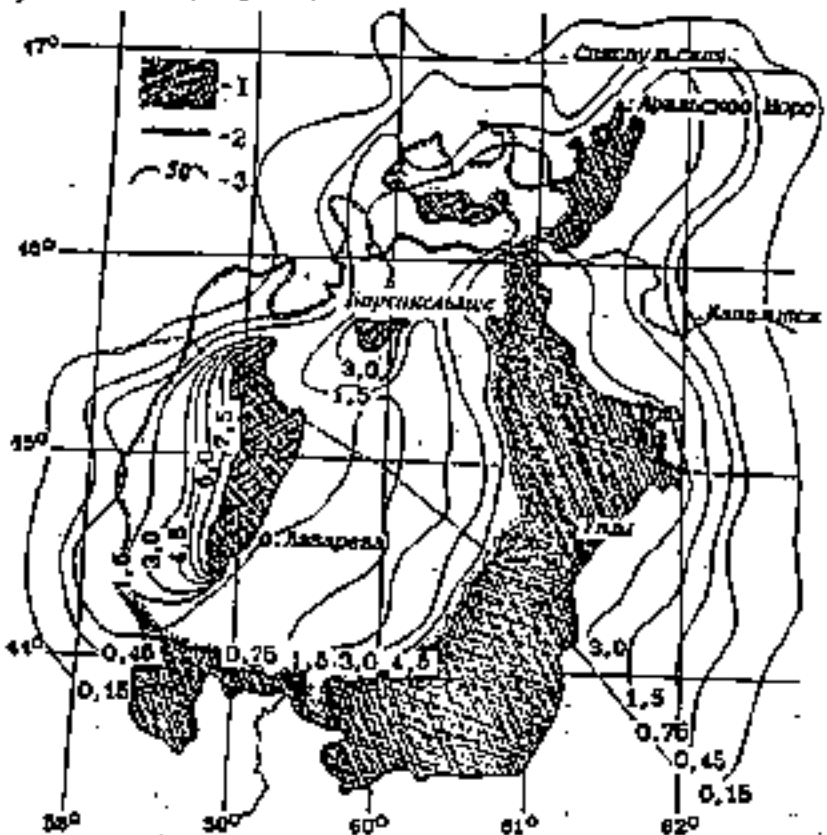


Рис. 5. Карта-схема средних многолетних значений сухих выпадений солевого аэрозоля (т · км² · год⁻¹) от дефляционных процессов на осушенной части дна Аральского моря. Усл. обозн. см. рис. 3.

Хорошее согласование рассчитанных нами величин сухих выпадений с измеренными в дельте Амударьи узбекскими учеными позволяет сделать вывод о правильной оценке мощности Аральского источника выноса аэрозолей 50% обеспеченности - 1,17 млн т в год [1], которая была положена в основу расчетов.

Модель выпадения массы аэрозоля из потока на подстилающую поверхность из шлейфа бури

Полученная карта сухих выпадений в Приаралье позволила оценить этот процесс в среднем многолетнем аспекте. Однако выпадения от отдельных мощных бурь могут существенно отличаться от этой усредненной картины. Попробуем представить упрощенную модель трансформации ветропесчаного потока бури по мере его удаления от источника пыления.

Для стационарного монодисперсного двумерного потока частиц в пограничном слое атмосферы уменьшения массы аэрозоля в нем вдоль координаты X прямо пропорционально массе частиц песка M , гидродинамической крупности ω_s и обратно пропорционально высоте подъема H и динамической скорости потока u .

$$\frac{dM}{dX} = -K \cdot \frac{\omega_s}{u} \cdot \frac{M}{H}, \quad (6)$$

где K - коэффициент пропорциональности. Разделив переменные, перепишем (6) в виде

$$\frac{dM}{M} = -K \cdot \frac{\omega_s}{u} \cdot \frac{1}{H} dX, \quad (7)$$

Из условия стационарности потока, ω_s , u и H являются постоянными, поэтому, проинтегрировав (7) получим

$$\ln M = -K \cdot \frac{\omega_s}{u} \cdot \frac{X}{H} + C. \quad (8)$$

Постоянная интегрирования C может быть определена из начального условия $X=0$, $C = \ln M_0$, где M_0 - масса аэрозолей, выпадающая из потока на границе источника пыления. Тогда можно записать

$$\ln M - \ln M_0 = -K \cdot \frac{\omega_s}{u} \cdot \frac{X}{H}$$

или
$$\ln \frac{M}{M_0} = -K \cdot \frac{\omega_s}{u} \cdot \frac{X}{H}. \quad (9)$$

Из (9) выпадение массы аэрозоля в потоке вдоль координаты X описывается следующей экспоненциальной зависимостью

$$M = M_0 \exp\left(-K \cdot \frac{\omega_s}{u} \cdot \frac{X}{H}\right). \quad (10)$$

Численное значение K можно оценить по измерениям Разакова и Космазарова, нашим экспедиционным исследованиям и резуль-

татам авиационного зондирования аэрозольных потоков в районе Аральского моря. Самолетное зондирование атмосферы в районе Арала показало, что верхняя граница слоя переноса мелкодисперсного аэрозоля в шлейфах бурь находится на высоте 400-1000 м. Массовая концентрация частиц твердой фазы потока в этом слое возрастает во время бурь в 5-6 раз, наблюдается стабильная кривая распределения аэрозоля по размерам и максимальное содержание солей в нем. Выше, на высотах 1200-2500 м, было отмечено падение концентрации аэрозолей на два порядка, частицы отличались нестабильной функцией распределения по размерам [3]. По-видимому, в этот слой могли попасть лишь отдельные выбросы аральского аэрозоля с крупными турбулентными образованиями или это были принесенные из других районов частицы.

Зондирование над Каракумами во время пыльной бури показало, что перенос также ограничивался высотой около 1000 м. В слое 150-1000 м концентрация аэрозолей достигала $2250 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$, а на высотах 1000-3000 м она уменьшалась почти на порядок — $334 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$. По визуальным оценкам наблюдателей, чистой атмосфере соответствовали концентрации аэрозолей $10-90 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$, пылке — от 30 до $350 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$ [6]. Таким образом, за верхнюю границу переноса можно принять $H = 1000 \text{ м}$.

Для определения размеров частиц на этой высоте были привлечены измерения дисперсного состава песчаного аэрозоля с логарифмически нормальной массовой функцией распределения по размерам на различных высотах приземного слоя атмосферы, выполненные экспедициями КазНИГМИ на Арале во время бурь [2]. Экстраполяция этих измерений на высоту 1000 м показала, что средний геометрический размер аэрозоля достигает здесь 30-60 мкм. Скорость свободного падения сферических частиц размером 30 мкм и плотностью $2,65 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ равна, по Стоксу, $\omega_p = 8 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$. Отношение M/M_0 (см. рис.1) достигает значения 0,01 на расстоянии $X=160 \text{ км}$. Естественно предположить, что на это расстояние могли быть перенесены потоком только эти наиболее мелкие частицы аральского аэрозоля.

Теперь для оценки величины K в формулах (6) - (10) остается задать значение динамической скорости потока. Очевидно, что дальний перенос аэрозоля возможен только при достаточно сильных бурях, для которых характерно изменение u в интервале от 50 до 70-80 см/с. Разброс точек (см. рис.1) в какой-то мере и определяется различными скоростями потока при сильных бурях в годы исследований узбекских ученых. Для средней линии, проведенной на этом рисунке, можно принять некоторое осредненное значение $u_0 = 60 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$. Для перечисленных принятых значений H , M/M_0 , ω_p и u_0 коэффициент пропорциональности оказался равным 0,22. Более точное значение K может быть получено лишь при проведении комплексного аэрозоль-

ного эксперимента в районе Арава, во время которого могут быть непосредственно определены все параметры модели. Таким образом, выпадение массы аэрозоля из шлейфа бури на различных расстояниях от источника можно описать уравнением

$$M = M_0 \exp\left(-0,22 \cdot \frac{\omega_s}{u_*} \cdot \frac{X}{H}\right). \quad (11)$$

Полезно также записать (9) в виде, удобном для последующего анализа расстояний переноса частиц твердой фазы,

$$X = -4,54 \cdot \ln \frac{M}{M_0} \cdot \frac{U_*}{\omega_s} \cdot H. \quad (12)$$

В табл.2 приведены расстояния, на которых сухие выпадения уменьшаются в 100 раз по сравнению с их величинами на границе источника выдувания.

Таблица 2

Расстояния (км), на которых сухие выпадения из шлейфов бурь уменьшаются до 1 % их величины на границе источника для разных размеров частиц и значений динамической скорости потока

Размер частиц, мкм	Динамическая скорость, см/с				Высота подъема частиц, км
	40	60	80	100	
30	105,0	157,0	209,0	262,0	1,0
60	28,0	42,0	56,0	70,0	1,0
80	1,7	2,5	3,4	4,2	0,1
100	1,1	1,7	2,2	2,8	0,1
120	0,9	1,4	1,9	2,3	0,1

При расчетах этих расстояний по формуле (12) были заданы различные значения динамической скорости потока и высоты подъема частиц. Для частиц размером 30 и 60 мкм высота подъема была взята равной 1 км, для более крупных частиц она была ограничена 0,1 км. Наглядно видно (см. табл. 2), как быстро выпадают из ветропесчаного потока частицы размером ≥ 80 мкм. Их перенос от источника выноса ограничивается всего лишь несколькими километрами, тогда как более мелкие частицы улетают на десятки и сотни километров.

Из формулы (12) вытекает понятие неопределенности дальности переноса аэрозоля, поскольку она зависит от величины отношения M/M_0 , т.е. от задания предельной минимальной выпадающей массы аэрозоля, которая может быть выбрана либо из практической целесообразности, либо ограничена чувствительностью методов из-

мерения сухих выпадений. Так, полученные в табл.2 расстояния (для $M/M_0 = 0,01$) при уменьшении отношения M/M_0 до 0,001 увеличиваются в 1,5 раза, при $M/M_0 = 0,0001$ - возрастают в 2 раза. Поэтому вопрос о дальности переноса аэрозоля не так прост, как это кажется с первого взгляда — всегда необходимо задавать и дополнительные граничные условия его существования в потоке.

Здесь рассмотрена идеализированная модель сухих выпадений аэрозоля из шлейфа бури. Для полидисперсных реальных ветропесчаных потоков можно предложить следующую схему расчетов выпадающей массы частиц на поверхность с использованием полученного решения (11). По известной функции распределения частиц песка по размерам $F(r)$ в источнике выноса следует определить массу частиц в выбранных интервалах размеров. Для середины каждого из этих интервалов Δr_i рассчитать по формуле (11) $M(X, r_i)$ и, затем, выполнив суммирование $\sum_{i=1}^n M(X, r_i)$, получить интегральную кривую сухих

выпаждений из шлейфа бури. Несмотря на простоту модели, полученные по ней расстояния переноса мелких частиц (табл.2) согласуются с масштабам шлейфов выноса аральского аэрозоля космических снимков, которые оцениваются, как известно, в 250-400 км. Это позволяет надеяться на перспективу количественного дешифрирования снимков пыльных бурь из космоса на основе предложенной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галаева О.С., Семенов О.Е. О мониторинге выноса песчано-солевого аэрозоля с осушечной части дна Аральского моря // Гидрометеорология и экология. - См. настоящий номер.
2. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н.Чичасова. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 276 с.
3. Жвалев В.Ф., Дьяченко Л.Н., Романова Т.С. Измерение прозрачности атмосферы и аэрозольных характеристик в регионе Аральского моря // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. - С. 132-143.
4. Изучить влияние усыхания Аральского моря на гидрометеорологические условия его бассейна: Отчет о НИР (заключительный) / САННИИ Госкомгидромета; Отв. исполнитель Г.А.Толкачева. - N ГР 81080535, Инв. N 0277.0743312. -Ташкент, 1983. - 268 с.
5. Канпов И.В. Моделирование трансформации ветропесчаного потока при изменении характеристик подстилающей поверхности // Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья. - СПб., 1995. - С. 148-159.

6. Кириченко Л.В., Шигорева Н.И. Минеральная пыль и ее химический состав над некоторыми районами Средней Азии // Тр.ИПГ. - 1976. - Вып. 21. - С. 133-148.
7. Ковалев А.Ф. Некоторые характеристики поверхности земли как источника атмосферного аэрозоля // Тр. ИЭМ. - 1990. - Вып.51 (142). - С. 83-87.
8. Разаков Р.М., Косназаров К.А. Эоловый вынос и выпадение соле-пылевых частиц в Приаралье // Проблемы Аральского моря и природоохранные мероприятия. - Ташкент, 1987. - С. 24-32.
9. Семенов О.Е. Радиационнобалансовая модель плоскостных источников пыления поверхностей и оценка фоновых сухих выпадений // Гидрометеорология и экология. - 1996. - N 2. - С. 38 - 44.
10. Razakov R.M., Kosnazarov K.A. Dust and salt transfer from the exposed bed of the Aral Sea and measures to decrease its environmental impact // The Aral Sea Basin / Ed.Ph.P.Micklin, W.D.Williams, NATO ASI Series. - Berlin, 1996. - P.95-102. - (2. Environment - Vol.12).

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

АРАЛ АУА ТОЗАҒЫНЫҢ АЙМАҚТЫҢ ЖАЙМА БЕТІНЕ ТҮСУІ ТУРАЛЫ

О.С. Галаева
Физ-мат. г. канд. О.Е. Семенов

Аралдың кепкен түбінен шығатын шаңды дауылдың ысырындыларынан ауа тозанының түсу процесінің екі үлгісі келтірілген. Амударияның атырауында өткізілген өлшеулер және теңіздің бұрынғы түбінде болатын дауылдарды экспедициялық зерттеу арқылы Аралдағы құрғақшылық түсімдіктердің климаттық баға беретін эмпириялық үлгісімен негізделген. Бұл үлгінің арқасында, ысырынды қайнардың орташа көпжылдық қуаты туралы ерте түскен мәліметтері бойынша жасалған Аралдың қазақстандық бөлігіне Аралдық ауа тозаңы түсуі климаттық картасын үлгі арқылы жасауға мүмкін болды. Бұл карта өзбек ғалымдары жасаған картаға келістірілген. Бөлшектердің жоғарылау биіктігі, гидродинамикалық ірілігі және ағынның динамикалық жылдамдығы туралы мәліметтер бойынша бөлшектердің жер бетіне түсу процесінің анықтауға екінші жарты эмпириялық үлгі мүмкіндік берелі.

УДК 551.513.7:551.465.7

**ОСОБЕННОСТИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ
НАД КАЗАХСТАНОМ И ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ПЕРЕНОС
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Канд. геогр. наук
Канд. геогр. наук
Канд. геогр. наук
Канд. с.-х. наук

Г. К. Турулдина
М. А. Мурадов
В. Г. Садыенков
В. П. Богачев

Собрана необходимая информация для решения первой задачи анализа и типизации атмосферных процессов, наблюдавшихся над территорией Республики Казахстан (РК) за исследуемый период (1964-1986 гг.). Изучены особенности атмосферных процессов и трансграничного переноса загрязняющих веществ над территорией Казахстана. Полученные результаты указывают на актуальность данной проблемы для РК и необходимость подписания международной Конвенции по трансграничному загрязнению с целью интеграции в выполнение международной программы наблюдений и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе.

Все экологические проблемы имеют местное происхождение, но могут оказывать воздействие на более обширные территории. Одной из них является трансграничное загрязнение атмосферного воздуха соединениями серы, окислами азота, тяжелыми металлами, радиоактивными веществами и легкими органическими соединениями.

Проблема распространения загрязняющих веществ впервые возникла в связи с переносом в атмосфере на большие расстояния радиоактивных компонентов и появлением дальних и глобальных радиоактивных выпадений [8]. Такой процесс имел преимущественно широтный характер, хотя наблюдались и меридиональные составляющие и даже обмен радиоактивных веществ между северным и южным полушариями. В настоящее время отмечено распространение на большие расстояния в атмосфере многих загрязняющих веществ. Дальность переноса определяется количеством выбрасываемых в атмосферу веществ, временем жизни самих веществ и продуктов их превращений. Учитывая это, приоритетное внимание должно быть уделено переносу на большие расстояния наиболее опасных веществ: соединений серы и азота, тяжелых металлов (особенно ртути), пестицидов и радиоактивных веществ.

В результате поступления в атмосферу большого количества токсичных веществ и их переноса возможны катастрофические последствия для окружающей среды на межгосударственном и глобальном уровнях. Ущерб может составлять значительную долю валового национального дохода каждого государства (сотни миллионов долларов). Поэтому проблема оценки переноса загрязнения не может быть решена только путём организации измерений, но требует также развития соответствующих математических моделей, а современная экологическая политика должна учитывать потоки токсичных веществ через государственные границы и объединять усилия всех стран по их снижению [7].

В связи с этим, страны Европы начали с 1978 года выполнение программы ЕМЕП. Эта программа выполняется на базе Европейской Экономической Комиссии ООН и при поддержке Всемирной Метеорологической Организации. Выводы, полученные в результате её реализации, показали необходимость международного сотрудничества и явились существенной причиной заключения странами Европы Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния [10]. Программа ЕМЕП стала постоянно действующим инструментом реализации положений Конвенции. В частности, благодаря исследованиям, проведённым в рамках ЕМЕП, в 1985 г. странами Европы подписан Протокол о сокращении выбросов серы или их трансграничных потоков по крайней мере на 30 %. Подготовлены и подписаны аналогичные протоколы по окислам азота и летучим органическим соединениям. В настоящее время ведётся интенсивная подготовка протоколов по дальнейшим сокращениям эмиссии окислов серы, ограничению выбросов тяжёлых металлов и опасных устойчивых органических соединений. Соответственно этому расширяется область работ по программе ЕМЕП.

Решением таких проблем занимаются главным образом в синтезирующих центрах "Восток" (г.Москва, Россия), "Запад" (г.Осло, Норвегия) и координационном химическом центре (г.Лиллестрем, Норвегия). Первые два центра осуществляют, начиная с 1978 г., модельные расчёты дальнего трансграничного переноса загрязнителей воздуха, а химический центр обеспечивает сбор и обобщение данных соответствующих измерений в Европе, интеркалибрацию методов измерений и методическое руководство измерительной сетью ЕМЕП. Казахстан в решении данного класса задач не участвует. Но, учитывая необходимость урегулирования правовых межгосударственных отношений в области охраны окружающей среды, а также актуальность вопросов управления качеством атмосферного воздуха в Республике Казахстан, необходимость таких исследований не вызывает сомнений.

Прежде, чем оценить трансграничный перенос загрязняющих веществ через территорию Казахстана, необходимо знать характер крупномасштабных атмосферных процессов. Основной особенностью тропосферной циркуляции во внетропической зоне является преобладание западных ветров. Для характеристики зональной циркуляции наиболее часто используется индекс Е.Н.Блиновой α , который представляет собой угловую скорость вращения атмосферы, рассматриваемой как твердое тело, относительно земной поверхности. Каталог параметров α для изобарической поверхности 500 гПа имеется с 1949 г. Анализ временного хода индексов α показал, что в январе и апреле наблюдается усиление западного переноса, а в июле и октябре его ослабление.

Интенсивность меридионального воздухообмена можно оценить с помощью индексов циркуляции А.Л. Каца (I , I_M , I_N). Анализ тенденции их изменения во времени для января, апреля, июля и октября показывает, что интенсивность меридионального воздухообмена также возрастает от лета к зиме. Горизонтальный перенос загрязняющих веществ определяется ветровыми потоками и может быть рассчитан по данным о структуре барических полей на различных уровнях. Для оценки переноса достаточно использовать информацию на уровнях 1000, 850 и 500 гПа.

Для того, чтобы иметь полное представление о совокупности синоптических ситуаций, определяющих многообразие погодных условий в казахстанском регионе, необходимо уметь надежно отличать эти ситуации друг от друга и отработать приемы их объективной типизации. Как известно, при всем многообразии таких приемов принцип их довольно прост - учет поведения барических объектов на пространстве регионального масштаба. Именно он использован при типизации и каталогизации синоптических ситуаций. Для изучения особенностей трансграничных потоков над РК применена типизация синоптических процессов, проведенная М.А. Мурадовым [11], которая выполнена с использованием алгоритма объективного распознавания образов - алгоритм Б.А. Головкина [1-6]. Для проведения классификации выбирается набор признаков, которые описывают наиболее важные, с точки зрения проводимого исследования, черты рассматриваемых объектов. В зависимости от конкретных особенностей классифицируемого множества, а также цели, для которой она проводится, устанавливается мера близости объектов. Последняя представляет собой числовую функцию, заданную на парах наборов признаков. Говоря о близости или удаленности объектов друг от друга, имеют в виду значение меры близости для данной пары объектов: чем оно меньше, тем "ближе" расположены объекты в пространстве признаков. Значения меры близости для каждой пары объектов поступают на вход алгоритма классификации. В процессе выполнения алгоритма из

всех возможных разбиений рассматриваемого множества выбирается оптимальное, которое представляет собой искомую классификацию.

В результате проведенной типизации выделены основные типы синоптических ситуаций, формирующих разнообразные условия погоды в Казахстане. К ним отнесены случаи с доминированием циклонических и антициклональных воздействий. Подробная их характеристика приведена в [9]. Анализ в оперативном режиме работы типовых полей погоды автоматизированного каталога позволит выявить синоптическую картину пространственно-временного распределения трансграничных потоков загрязняющих веществ над территорией Казахстана. К примеру, анализ общеприродных режимов над рассматриваемым регионом показывает, что максимальный вклад выпадения на Казахстан загрязняющих веществ (после собственных источников) вносят Россия, Украина, Узбекистан, европейские государства. Эти выводы подтверждаются предварительными расчетами по материалам метеорологического Синтезирующего Центра "Восток" (МСП "Восток"). По данным отчета ЕМЕП "Трансграничный перенос соединений серы и азота в 1994 г. на территории стран СНГ" [7], соотношение объемов выпадений загрязняющих веществ на территорию Казахстана от собственных источников и за счет трансграничного переноса представлено в табл. 1.

Таблица 1
Выпадения загрязняющих веществ на территорию Казахстана за счет собственных источников (СИ) и трансграничного переноса (ТПП)

Вещество	СИ		ТПП	
	%	тыс. т	%	тыс. т
Сера	46	380,0	34	446,0
Азот (окисленный)	19	46,4	81	198,0
Азот (восстановленный)	51	11,3	49	10,9

Анализ данных показывает, что примерно половина объемов выпадений восстановленного азота (49 %), более половины серы (54 %) и большая часть азота окисленного (81 %) на территорию Казахстана осуществляется трансграничным переносом (см. табл. 1). Максимальный вклад в загрязнение Казахстана соединениями серы (после собственных источников) вносят: Россия (28 %), Узбекистан (10 %), Украина (8 %). Вклад стран Западной Европы, Юго-Восточной Азии, Польши, Кыргызстана и Беларуси составил, соответственно 3, 1, 2, 1, 1 %.

Основная масса окисленного азота поступает на территорию РК от источников загрязнения России (43 %), несколько меньший вклад вносит Узбекистан и страны Западной Европы (по 8 %), Украин-

на (7 %). В размере 1-2 % оценён трансграничный перенос окисленного азота из Кыргызстана, Беларуси, Грузии, Туркменин, Финляндии, Румынии, стран Юго-Восточной Азии. Как было отмечено выше, примерно половина объема выпадения восстановленного азота (49 %) на территорию Казахстана осуществляется трансграничным переносом. Из них на долю России приходится 22 %, Узбекистана 8 %, Украины и стран Юго-Восточной Азии по 5 %, Кыргызстана - 3 % и по 1 % приносят Азербайджан, Беларусь, Таджикистан, Туркменин.

Из Казахстана, в свою очередь, осуществляется трансграничный перенос загрязняющих веществ на территории соседних стран (табл.2).

Таблица 2

Выпадения соединений серы и азота от Казахстана на территории сопредельных государств (в процентах от суммарного выпадения на регион)

Государство	Серa(S)	Азот (N)	
		окисленный	восстановленный
Кыргызстан	12	16	11
Россия	6	4	6
Таджикистан	2	3	2
Туркменин	9	6	14
Узбекистан	7	7	17
Страны Ближнего Востока	1	-	1

Анализ данных (см. табл. 2) показывает, что наибольшее перемещение соединений серы от источников загрязнения Республики Казахстан совершается на территории Кыргызстана (12 %), Туркменин (9 %), Узбекистана (7 %) и России (6 %). Такие же тенденции прослеживаются и при трансграничном переносе окисленного азота. Так, наибольшее его количество в процентном выражении опять переносится на территорию Кыргызстана (16 %). На территории Узбекистана, Туркменин и России соответственно 7, 6 и 4 %, несколько иная картина наблюдается при переносе восстановленного азота. Наибольшее его количество от казахстанских источников выпадает на Узбекистан (17 %). Несколько меньше на территории Туркменин (14 %) и Кыргызстана (11 %). На территорию России полагает только 6 % восстановленного азота. Очень незначителен вклад Казахстана в общий уровень выпадения рассмотренных загрязняющих веществ в Таджикистане и странах Ближнего Востока.

Таким образом, полученные результаты указывают на актуальность данной проблемы для РК и необходимость подписания между-

народной Конвенции по трансграничному загрязнению с целью интеграции в выполнении программы ЕМЕП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.А., Мякишева Н.И. Некоторые характеристики аномалий средних месячных температур воздуха//Тр. ММЦ.- 1966.- Вып. 9.- С. 3-17.
2. Бурцев А.А. Вероятностный подход к задаче объективной классификации//Метеорология и гидрология. - 1980.- № 3.- С. 39-44.
3. Бурцев А.А. Эксперименты по объективной классификации метеорологических полей// Тр. Гидрометцентра СССР.- 1980.- Вып.226.- С. 11-22.
4. Вильфанд Р.М. Применение объективной типизации метеорологических полей к месячному прогнозу аномалии температуры воздуха на Европейской территории СССР// Метеорология и гидрология. - 1977.- № 10.- С. 28-36.
5. Вильфанд Р.М. Применение объективной типизации полей Н-500 к прогнозу месячного количества осадков//Тр. Гидрометцентра СССР.- 1977.- Вып. 188.- С. 3-11.
6. Головкин Б.А. Машинное распознавание и линейное программирование. - М.: Советское радио, 1973.- 100 с.
7. Трансграничный перенос соединений серы и азота в 1992 году на территории Российской Федерации, Украины, Беларуси, Молдовы, Казахстана, стран Балтии, Закавказья и Средней Азии / Л.К. Эрдман, И.С. Дедкова, О.В. Розовская, И.Е. Стрижжнина // Текущий отчёт ЕМЕП / МСЦ-В.- 12/94.- 74 с.
8. Информационный экологический бюллетень Республики Казахстан. - Алматы, 1996.- 91 с.
9. Мурадов М.А. О каталоге синоптических ситуаций в Казахстане // Гидрометеорология и экология.- 1996.- №1.- С. 76-92.
10. Convention on long-range transboundary air pollution.- United Nations Economic Commission for Europe, Environment and Human Settlements Division.- Switzerland.- 1994.- 19 p.

Казахский Государственный Национальный
Университет им. аль-Фараби

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АТМОСФЕРАНЫҢ ЖАЛПЫ АЙНАЛЫМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІГІ ЖӘНЕ ЛАСТАУ ЗАТТАРЫНЫҢ ТРАНСШЕКТІЛІК АУЫСУЫ

Геогр. г. канд. Г.К. Турулидзе
Геогр. г. канд. М.А. Мурадов
Геогр. г. канд. В.Г. Сальников
Ауыл-ш. г. канд. В.П. Богачев

Алғашқы тақырыққа толық түсініктеме беру үшін Қазақстан Республикасы жерінде 1964-1986 жылдарда жүргізілген байқаулардан толық қорытындылар жиналды. Қазақстандағы атмосфераның жалпы айналымының ерекшелігі және ластау заттарының трансшектілік ауысуы толықтай зерттелді. Бұл тақырыпта алынған қорытындылар Қазақстан Республикасы үшін өте маңызды және бүкіл дүниежүзілік трансшектілік ластау заттарын Еуропаға өте қауіпті жерлерінде бақылау программасының орындалуымен оның құндылығын жүзеге асыру үшін бүкіл дүниежүзілік Конвенцияға мүше ретінде қол қоюға мүмкіндік береді.

**ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF THE
ARAL SEA REGION DURING TRANSITION TO
A MARKET ECONOMY**

Dr. of Agri. Sci. Yu. M. Popov

Dr. of Agri. Sci. T. J. Rice

Антропогенный пресс экстенсивного использования водных и земельных ресурсов в Приаралье усиливается естественными процессами аридизации экосистем Турана. Обсуждаются возможные направления выхода из экологического кризиса и подходы к решению экономических проблем.

A new law called "Social Protection of the Citizens being Damaged as Result of the Ecological Disaster in the Aral Sea Region" was accepted June 30, 1992 in Kazakstan. Why was such a law necessary? What are the main causes for the catastrophe which has attracted wide attention in the Republic and throughout the world?

The Aral Sea region geosystems were in conditions of relatively natural "dynamic equilibrium" prior to 1960. Since then, extensive irrigation development projects and intensive use of agricultural chemicals have resulted in regional environmental deterioration. Deficiencies and mistakes in irrigation water utilization and soil resources of the Aral basin have resulted in a dramatic reduction of water inflow into the Syrdarya and Amudarya river deltas and the Aral Sea itself.

Reservoirs and hydrotechnic structures have changed the hydrologic regime of the Syrdarya and Amudarya rivers. Runoff water regulation and intensive irrigation water use for cotton and rice has changed the historic function of the Aral Sea as the main water and salt accumulation basin for Middle Asia. Currently, the Syrdarya and Amudarya river waters are primarily used for irrigation; runoff into the Aral Sea has practically halted. The sea level has dropped by 16 meters since 1960 and open-water area has decreased by nearly 50 percent. In the past 36 years, the Aral coastline has retreated by 50 to 100 kilometers. Surface salt deposits from former sea bottom sediments have appeared on more than 30000 km² of the surface.

River water quality has deteriorated to the point that it has been unacceptable for human consumption since 1970. As a result of the aridization and salinization of the hydromorphic delta landscapes, the environmental and social conditions of the local inhabitants have deteriorated.

Desert ecosystems have been forming in the old sea bottom. The dried sediments of the sea are susceptible to wind erosion. There are severe dust storms which transfer dust, in combination with poisonous salts, to adjacent territories. Wind-transported salts and dust are estimated to be 0,2 to 2,0 million metric tons per year. They are carried to distances of 100 to 300 kilometers from the source [1]. The vast territories of the lower reaches of the Syrdarya and Amudarya are now subjected to progressive desertification (table 1).

Table 1. Historic changes for the primary Aral Sea parameters

Characteristic	1960	1990	Change
Sea level, H m, Baltic System	53,4	39,2	- 14,2
Open water area (thousand km ²)	66,1	38,0	- 28,1
Dried sea bottom area (thousand km ²)	0	28,1	+ 28,1
Volume of sea (km ³)	1064	376	- 688
Inflow of rivers (km ³)	58,4	2,0	- 56,4
Average mineralization of sea water (g/L ⁻¹)	10	31	+ 21

The Aral ecological disaster has resulted in environmental degradation, ecosystem degeneration within the Aral Sea basin, worsening public health, reduction of economic efficiency, and increasing social tension. The Aral Sea has experienced rapid sea level decrease, increased salinity, and whole sea ecosystem degradation [3].

Natural Climatic Influences.

Discussions have centered on the extensive use of water and soil resources as the primary causes of the Aral ecological catastrophe. However, contemporary regional natural climatic variations have also negatively influenced the Aral Sea water balance. It has been proven that even without irrigation water consumption in the Aral basin, the sea level would decrease. The natural climatic factor, which influences river water flow deficiency, has caused 26 percent to the Aral Sea level decrease [7].

Climate changes in an 1800-year cycle most substantially influence Aral Sea development [8]. This 1800-year cycle includes a phase of wetter climate for 300 to 500 years, an intermediate 700 to 800 year phase, and a droughty phase of 600 to 800 years. Presently, the intermediate phase is occurring. During the second half of the third millennium, the phase of drought-afflicted maximum will be expected. It is anticipated that only in the first half of the fourth millennium will the new maximum of wetter climate advance.

According to the latest paleoclimatological data from the first millennium A.D., water usage from the Amudarya and Syrdarya rivers was less than at present. However, the Aral Sea level was lower in the first millennium A.D. than in 1990. Also, during the last millennium the Aral Sea level approximated the present level on three occasions.

The Aral Sea basin ecosystem has experienced this calamity not only by extensive economy but also by natural processes. Natural ecosystem mechanisms result in a dynamic equilibrium regulating sea level fluctuations. Sea level changes do not always correspond to human economic requirements and to the living conditions of local inhabitants [8].

Analysis of historic and current natural processes in the Aral Sea region has led many scientists to the conclusion that the ecological catastrophe is not determined primarily by sea level decrease. Rather, the ecological catastrophe of the region is caused by contaminated river water unsuitable for human consumption and by a lack of human social infrastructure to treat water and prevent water pollution.

Water Regulation and Soil Changes

Syrdarya river runoff had been regulated since the mid-1960s when the Kairakkum, Toktogul and Chardara reservoirs were constructed. Syrdarya water resources are estimated at 37 km³ per year. Every year 33 to 37 km³ of water are removed for irrigation, approximating the river's total runoff. Drainage waters are also used for irrigation. The annual Syrdarya river water input to the Aral Sea is now only about 1 to 4 km³. Syrdarya river water at the sea entrance is return water from a combination of irrigated fields, municipal and industrial sources.

Regulation of the river runoff and extensive utilization of fresh water for irrigation has caused dramatic changes to the river's hydrologic regime. River runoff has been reduced by 70 to 100 percent in dry years [14]. Since the mid-1970s, the lower valleys and more than 2 million ha of hydromorphic meadows and tugai riparian forests in the old and contemporary deltas have dried up. Coincidentally, tamarisk brushwood has spread widely and the undergrowth of reeds has decreased tenfold [10].

General degradation of the flood plain and delta soils has taken place in the region after regulation of river runoff. The processes of drying off, desertification and salinization of soils has been accelerated.

Hydromorphic soil formation processes have been replaced by semihydromorphic and automorphic conditions. Solonchak soil formation has occurred widely. Secondary salinization processes have occurred during the process of drying off and at the beginning stages of desertification of alluvial hydromorphic meadow damp forest soils. Soil desertification has caused a slight decrease in salt content at the expense of "dry drainage"; that is, salts have been removed by deflation and by eluviation to deeper soil horizons. The final consequence of soil desertification is the formation of mound-ridge sands. Marshy and meadow marsh soils of heavy mechanical composition have evolved into takyr during drying off and desertification. Insufficient water drainage during irrigation has resulted in soil conversion to solonchaks [1].

Physical water characteristics of hydromorphic soils have become worse under drying off and desertification processes. The whole soil profile

becomes more compact, and water percolation and total water capacity decreases in the upper one meter of soil. Soil humus content also decreases causing an increase in soil density.

The process of desertification is accompanied by significant soil organic matter losses, particularly in marsh soils. A variation in organic matter quality causes humus losses of 13 to 27 T per ha in the upper 0,5 m of meadow soils, and 33 to 53 T per ha in the upper 0,5 m marsh soils during desertification.

A significant factor causing environmental change in the lower Syrdarya river is increased river water mineralization from 0,3 to 0,5 g/L⁻¹ in the 1960-s to greater than 2 g/L⁻¹ today. Mineralization contributes to additional salt accumulation in soils and aquifer water. Soil salt balances are positively maintained. Salt distribution becomes more widespread including solonchaks and irrigated soils. Salinization of meadow soils increased fourfold and marsh soil salinity increased from 0,28 to 1,25 percent. At present irrigation annually increases salinity of surrounding soils by 3 to 5 times.

The soil salinity increase is accompanied by a change in salt chemistry from a chloride-sulfate system to more toxic, chloride dominated system. Annual salt accumulation on irrigated areas can be as high as 14 T per ha [9].

The salinization and decreasing soil productivity in irrigated arid regions are accompanied by negative ecological consequences. For instance, chemical contamination by pesticides occurs in most irrigated areas [5].

Prior to river runoff regulation, about 25 million T of salts per year were delivered into the sea by surface water flow. Now these salts have accumulated in the soils of irrigated plains, along river channels and in many artificial reservoirs. Such regional salt redistribution leads to an increase in secondary salinization processes of irrigated fields and adjacent areas. Most irrigated lands of the Syrdarya and Amudarya lower reaches have been subject to secondary salinization processes.

In addition to water contamination by salts, there are several other pollutants, such as nitrates, pesticides, organic and oil products, and increased bacterial contaminants. Therefore, Syrdarya river water is not presently acceptable for drinking water supply and irrigation use. In contrast, there has been a slight degree of river water purification from 1988 to 1994 as a result of decreased industrial activity in the region.

The reed multigrass delta meadows were reliable fodder sources for the local desert area farms prior to water runoff regulation. Annually, these lands produced about 80 T per ha of medium quality hay. However, the productivity of these meadows has decreased by 1,3 to 1,6 T per ha during the process of drying off, and by an additional 0,5 to 0,6 T per ha during desertification.

Socioeconomic Influences on Agriculture

The social, economic and ecological consequences of the Aral Sea catastrophe are extensive. Transition to market demands the establishment of

some new principles of interaction between environmental health and human societal needs. A cost must be attached to the use of natural resources, including penalties for willful environmental deterioration and destruction. Shortages in high quality water and arable land will cause a quality of life deterioration for the region's human inhabitants.

Because of water deficiencies in the lower Syrdarya river, many scientists have come to the conclusion that it is necessary to replace cotton and rice production with crops such as vegetables, fruits and berries, which have lower water requirements. Rice has a high water requirement and therefore should be replaced by other crops. For instance, under existing conditions in Middle Asia and Kazakstan, one ha of rice annually consumes from 25,000 to 55,000 m³ water. Decreasing rice production in the region by 200,000 ha will save about 4 to 5 km³ of water annually. It is important to analyze the production of rice, cotton, vegetables, fruits and berries taking into account their water requirements.

It should be noted that local inhabitants consume meat, milk, and fruits at a rate of 26 percent, 42 percent, and 53 percent of normal consumption. Presently, the highest infant mortality rate in the world exists here. To make matters worse, 80 percent of all human diseases have been directly linked with drinking polluted water [4].

There are new property ownership schemes now being developed in Kazakstan. There is a transition from state and state - collective farm property to cooperative, stockholder and private ownership [12]. Coincidentally, a system of natural resource use payments should be instituted. The changing social structure demands the creation of new structures of production, governance, control and monitoring. In agricultural enterprises urgent measures have to be taken to shape effective economic mechanisms for the governance and control of all cultivated lands, especially irrigated lands. Future landowners must practice better stewardship in the management and use of soil and water resources.

According to Voropaev (1992), two principles must be considered during reconstruction and water utilization projects in the Aral region:

- creation of land parcel sizes according to the minimal territorial-natural - economic complexes. Parcel size establishment within these recognized complexes will enable solutions to many land reclamation problems with minimal negative influences upon water sources and adjacent areas;

- understanding of the relationships among the technical, organizational, legal and social measures is required to establish stable economic development and social protection for local inhabitants, taking into consideration the interactions among neighboring territories and higher - level regional relationships [2].

Such territorial natural complexes essentially are the division of natural economic taxonomic units by regions, based on an inventory of water quantity and quality and an understanding of fundamental economic

production considerations, social conditions and cultural lifestyles. The developing "Food Program" for the Aral region has as its highest priority to supply good quality food and water to the inhabitants. The program should contain measures for land privatization, environmental improvement and wise soil management. The farmers would no longer have to act within the framework of a "state plan or government order", but now will have freedom of choice relative to their land use practices [6].

Water Transfer Projects

The present situation in the Aral Sea basin and within the sea itself is disturbing and alarming not only in Kazakstan and the Middle Asia Republics but throughout world. Scientists of the "International Soviet - American Conference for Problems of Aral Sea" who have discussed the existing conditions and potential methods of improvement, support and restoration of the region and sea have come to the conclusion that it is not feasible to develop projects to transport river water from Siberia to Middle Asia (Bloomington, 1990).

American ecologists have proven that Siberian river water transfer will result in new suffering and misfortune for many people and will hasten the ecological collapse of this region. The potential water transfer would have only short term effects and would eventually lead to the increased soil salinization, irrigation system degradation and continued ecological deterioration. Unfavorable ecological and economic factors would be inevitable. Siberian river water transfer projects do not consider political changes associated with independent countries and a new system of market form economy. Greater environmental understanding is necessary before recommending water redistribution projects.

It is also unwise to develop projects to transfer Caspian Sea water into the Aral Sea. At present there is not a reliable long term forecast for sea level fluctuations. Delivery of the salty Caspian water can also negatively alter the Aral Sea salt balance. As stated earlier, about 25 million T of salts are delivered annually by river water into the Aral Sea. Caspian Sea water delivery would increase the flow of salts into Aral Sea by 300 million T annually. The present sea level (53 m BS) would have a corresponding salinity of 50 g/L⁻¹. More study is necessary to consider the effects of salts and residual chemical products on the marine flora and fauna of the sea. It is known that the sea lost its fishing industry when water salinity exceeded 20 g/L⁻¹. During project implementation it is necessary to conduct numerous environmental investigations to establish the socioeconomic and ecological grounding for any proposed project.

Irrigation Effects on the Environment

Expansion of irrigated practices often results in increased agricultural production. Increased production is reached at the expense of increased water soil resource utilization, placing increased demands upon the natural environment. The consequences of such development are well documented.

For example, irrigation water removal from the Amudarya and Syrdarya rivers exceeds their total runoff volume. This is the primary reason for the regional ecological crisis. In the irrigated zone, the total area of anthropogenic ecosystem disturbances resulted in approximately 5 million ha damaged due to flooding, waterlogging and salinization.

At the current loss rate of irrigated lands (about 5% per year), the land base of irrigable soils will be depleted in 20 to 30 years. Therefore, wise use of water and land must direct future development projects in order to alleviate the present crisis. Presently, the rational use of natural resources to maintain a stable environment is excluded from discussions concerning water resources redistribution among the Republics. During discussions, the orientators should consider modern water consumption indexes of the developed world countries. For example, water consumption in the USA for each unit of total national product is 5 times lower than in the former USSR countries.

At present, the primary topic of discussion has been "where to direct water received by the application of different water conservation measures; to the Aral Sea or to irrigated land development?" Many scientists consider that the received water should be used only for improvement and development of irrigated soils, to increase soil productivity and to improve the living conditions of local inhabitants.

Another opinion is that if the Aral Sea is refilled with water, all negative phenomena would disappear and living conditions for people would be improved. Those who hold this opinion do not take into account that the present ecological disaster has continued for many decades. The main causes of the ecological disaster are the increased mineralization levels in the Syrdarya and Amudarya rivers, making the water unsuitable for human consumption, the expansion of saline soils, and a shortage of high quality food products. Filling the Aral Sea with water will not alleviate these problems. E. Frost pointed out, that the frog in the Aral may be happy with all the water, but far more people will be negatively impacted by stopping the irrigation. Studying problems in the context of the whole system almost always provides a better answer than looking at only a portion of the system [11].

These two challenges (i.e., improving human living conditions in the region and maintaining open water in the Aral Sea) are different in their scientific technological essence. The first challenge includes:

- supplying the local inhabitants with high quality drinking water;
- improving human housing conditions;
- documenting and reducing the extent of desertification;
- revegetating selected areas of the dried sea bottom to decrease deflation of salts and to improve the extent of vegetated pasture;
- revegetating of the delta regions to increase biomass production.

The second challenge includes:

- reducing the irrigated land area in the Aral Sea basin by one million ha by fallowing saline, swamped and contaminated soils;
- reducing of total cotton and rice production;

- reducing irrigation water consumption and implement water conservation technologies.

Implementation of the aforementioned challenges will require large monetary expenditures. Nevertheless, unless fundamental changes occur, it will be impossible to solve ecological problems and improve environmental conditions in the Aral arid territories. The following measures and policies should be considered and appropriately implemented: classify and prioritize lands according to the irrigation suitability; enforce the reduction of irrigation water use rates; educate farmers in the practices of soil and water conservation; implement a policy of agricultural land appraisal according to soil and water value; enforce criminal penalties for persons who willfully pollute water supplies; and enforce financial penalties for farmers who waste irrigation water. Other measures may have additional merit if they serve to improve environmental quality [13], reduce water wastage and maintain a productive agricultural land base in the region [15].

Conclusions and Recommendations

The anthropogenic pressure upon the Aral Sea region has exceeded reasonably permissible bounds too long. As a result of extensive water and land resource use, the regional ecology has been disrupted. The region is presently subject to potentially irreversible environmental degradation. Under existing conditions stabilization of the situation may be only achieved by applying modern land use management methods. Wise water resource distribution among water users in the different countries is possible under improved development conditions and acceptance of appropriate legal mechanisms.

Abundance of solar energy (238 MJ/m² per year) and windy days in the region imply that solar and wind energy development projects in the former sea bottom would be successful. Such projects should be implemented when feasible.

The use of natural resources incurs environmental and financial costs. Wise land use must consider the ecological and socioeconomic divisions within the region. Disturbed areas with unprofitable or unsuitable agricultural productions must be evaluated and perhaps taken out of production. All infertile lands should be excluded from agricultural production and should be converted to permanent pasture or wildlife habitat. Optimal rotational grazing systems should be used in the deltas. A scientific soil fertility improvement program should be implemented. Rice and cotton cultivation on fields adjacent to human population centers should be discontinued. Finally, all productive irrigated lands should be privatized by the local farmers.

References Cited

1. Антропогенные изменения почв Приаралья и их эколого- хозяйственное значение / Ю.М. Попов, Т.Ф. Некрасова, О. Е. Семенов, В.М. Стародубцев // Алма-Ата: КазНИИНКИ. - 1992. - 60 с.

2. Воропаев Г. В. Сохраняется ли сегодня проблема восстановления Аральского моря? // Водные ресурсы. - 1992. - № 2. - С. 5-11.
3. Глазовский Н. Ф. Концепция выхода из "Аральского Кризиса" // Известия АН СССР. Сер. геогр. - 1990. - № 4. - С. 28-41.
4. Горбатов Г. В. Размышления об Арале // Мелиорация и водное хозяйство. - 1988. - № 9. - С. 41-42.
5. Залетаев В.С. Ирригация и опустынивание: экологические противоречия // Проблемы освоения пустынь. - 1989. - № 3. - С. 45-48.
6. Калантаев В. А. В первую очередь необходима реконструкция // Мелиорация и водное хозяйство. - 1991. - № 12. - С. 14-16.
7. Мельникова А. П. О климатическом факторе в колебаниях Арала // Природные и социально - экономические проблемы экологически дестабилизированных регионов. Алма-Ата. - 1991. - С. 57-58.
8. Меньшиков С. Ф. Арал в природной системе Турана // Проблемы освоения пустынь. - 1994. - № 1. - С. 25-33.
9. Попов Ю. М. Водно - солевой режим почв // Антропогенное опустынивание почв Приаралья. - Алма-ата: Наука. - 1984. - С. 121-176.
10. Стародубцев В. М., Некрасова Т. Ф., Попов Ю. М. Аризация почв дельтовых равнин Южного Казахстана в связи с зарегулированием речного стока // Проблемы освоения пустынь. - 1978. - № 5. - С. 14-23.
11. Frost T. G. Use of satellite imagery and remote sensing to address environmental problems in Central Asia // Papers of the conference on environmental issues. Zhambyl. - 1994. - P. 3-8.
12. Maul Y., Garmanov V., Rikoon J.S. Soil conservation and agricultural land uses in Kazakhstan // Soil and Water Conservation. - 1993. - № 5. - P. 383-388.
13. Rice T. J., Chipping D. H., Earough N.L. Clean Lakes Assistance Program for Lake Nacimiento // Prepared for the California Water Resources Control Board, Central Coast Region. San Luis Obispo. - 1994. - 42 p.
14. Starodubcev V.M., L.R. Peurenko. Deterioration of the environment in the regions of intensive irrigation // Proc. Agricultural Ecology and Soil Reclamation. - Kiev. - 1994. - P. 3-17.
15. Worcester, K. W., Rice T. J., Bremer W.D. Nonpoint source pollution and treatment measure evaluation for the Morro Bay watershed / U. S. Environmental Protection Agency. - Washington. D. C. - 1995. - P. 31-48.

Казахский научно - исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

Калифорнийский государственный политехнический университет

АРАЛДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ САУДА ЭКОНОМИКАСЫНА КӨШУ КЕЗЕҢІНДЕ

Ауыл-ш. ғ. канд. Ю.М. Нөпов

Ауыл-ш. ғ. докторы Т. Дж. Раис

Аралдың су және жер қорын экстенсивтік қолданудың антропогендік салмағына Тұрандағы экосистемалардың деградация процестері күш береді. Экологиялық шығыннан шығу жолдары және экологиялық мәселелерін шешу жолдары қарастырылды.

**ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПРИАРАЛЬЯ**

Канд. техн. наук. С.Т. Таунпбаев
Ш.Х. Туребаев
А.Е. Кушербаев

Анализируются основные причины экологического кризиса Приаралья. Намечены первоочередные задачи его оздоровления.

Анализ сложившейся ситуации показывает, что без совершенствования региональной системы управления водными ресурсами Приаралья невозможно выйти из экологического кризиса. В настоящее время система управления построена на основе потребительского принципа ее значония как ведущего фактора экономического развития. Поэтому все рычаги управления отданы водохозяйственным министерствам и ведомствам. Нам представляется важным изменить механизм управления, для чего нужно принять Международную Конвенцию использования водных ресурсов бассейна рек Сырдарья и Амударья, необходим Водный Союз государств бассейна. Сырдарья и Амударья - международные реки, поэтому должны быть созданы условия для гарантированного обеспечения водой всех потребителей как в верховьях, так и в низовьях этих двух рек.

Межправительственных соглашений по транзиту воды сегодня нет, гарантий по обеспеченности Кызыл-Ординской области поливной водой на перспективу тоже нет. Из 3,0 тыс. км протяженности р. Сырдарья одна треть приходится на территорию Кызыл-Ординской области. Раньше, во времена Союза, вода для нужд народного хозяйства распределялась с учетом протяженности реки на соответствующей территории. Этот принцип вододеления в настоящее время не соблюдается. Надо признать, что пропускать воду мимо турбин и не вырабатывать дешевую электрическую энергию было бы неправильно. И здесь, думается, Кыргызская сторона поступит верно. В тоже время, Кыргызстан стремится ограничить сброс ниже Токтагульского водохранилища в летнее время. Уточним, что Кыргызия нуждается в карагандинском угле, причем именно зимой, а Приаралью нужна поливная вода в вегетационный период.

Из-за несотласованного режима работы Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ в летний период максимального водопотребления сельхозкультур (июль - август) ежегодно на-

блodaется острый недостаток поливной воды, гибнет урожай. Так, в 1995 году погибли 22 тыс. га площади риса, от недополученного урожая экономике нанесен ущерб в 840 млн тенге. Повторение такого урожая недопустимо.

Также не менее важной является проблема низкой (на уровне 30 - 35 %) эффективности водохозяйственных систем. На Каракумском канале подвешена орошаемая площадь Туркменистана в 1,0 млн га, а в низовьях р. Сырдарья - 300 тыс. га Южно-Казахстанской и Кызыл-Ординской областей. Являются первоочередными меры по увеличению эффективности этих систем путем совершенствования управления водными ресурсами в них и согласования режима эксплуатации крупных водозаборов. Мировой опыт знает множество примеров, когда вместо простого увеличения заборов воды из рек проводятся самые серьезные реконструкции оросительных систем, повышающие их эффективность.

Сельское хозяйство южных регионов республики, в том числе Кызыл-Ординской области, основано на орошаемом земледелии, издавна люди заняты здесь в основном рисосеянием. Климатические условия области и водные ресурсы позволяли прежде получать высокие урожаи риса. Учитывая все эти факторы, Союзное государство отпускало огромные средства на освоение этих земель, и, в результате, из 286 тыс. га орошаемых земель на 215 тыс. га были проведены инженерно-планировочные работы со всем комплексом ирригационных систем. В настоящее время из-за интенсивного, и, порой, бессистемного использования воды река Сырдарья, являющаяся главной водной артерией региона, исчерпала свои ресурсы, снизилось плодородие земли из-за вторичного засоления, выйдя из оборота до 20 % обустроенных земель. В сложившихся условиях стало невозможно эффективно выращивать рис без проведения комплексных ирригационных мероприятий, а это потребует огромных капитальных вложений.

С этой целью в области начаты работы по проекту "Исследование по усовершенствованию ирригационно-дренажных систем и водного хозяйства в Кызыл-Ординской области". К работе привлечены специалисты из Японии, которые намереваются переустроить площадь более 30 тыс. га. С августа 1996 года, согласно двустороннему соглашению, группа японских специалистов приступила к изучению проблемы. Однако в ходе практической работы исследовательская группа (ЯМС), ссылаясь на лимит финансовых средств, согласовала выбор приоритетной обрабатываемой площади в размере лишь 30 тыс. га, против 90 тыс. га по первоначальному соглашению, в том числе всего 13,7 тыс. га на орошаемой площади.

Учитывая жизненную важность этих работ для населения области, Правительство Казахстана считает целесообразным (и надеется на понимание Правительства Японии) проведение комплексных ирри-

гащонных мероприятий на всей площади левобережного массива, в размере 90 тыс. га, с учетом водного режима реки Сырдарья, позволяющего транзит излишков воды к Аральскому морю, как было оговорено в первоначальном соглашении. Эта программа позволит ускорить восстановление крестьянских хозяйств, которые только набирают силу и пока, к сожалению, не играют определяющую роль в сельском хозяйстве, облегчить проблему безработицы на селе, стабилизировать экологическую обстановку Приаралья. Программа должна предусмотреть создание фермерского управления оросительной водой, реконструкцию и модернизацию фермерских дренажных сооружений и Кызыл-Ординского гидроузла. Выбор площадей под орошение предлагаем осуществить на территориях, входящих в ныне действующие массивы, и вне массивов, на хорошо дренированных и наименее соленых землях с целью ограничения издержек.

Население области в настоящее время переживает три экологических бедствия. Первое - это Арал, второе - Байконур, третье - недостаток питьевой воды. Речная вода не пригодна для питьевых целей, уровень минерализации ее колеблется от 2 до 4 г/л. Из 400 населенных пунктов области половина не имеет водопроводных сетей, приостановлены работы по сельхозводоснабжению. Как следствие этого, неуклонно повышается уровень заболеваемости в области. Заболевание раком в 3 раза превышает республиканский показатель, а в Аральском районе - в 5 раз. Количество больных онкологическими заболеваниями в области больше, чем зарегистрировано в Эстонии, Латвии, Грузии и Армении, вместе взятых. Число соматических заболеваний по сравнению с 1970 годом увеличилось в 5 раз; ишемическая болезнь сердца - в 15 раз; бронхиальная астма - в 24 раза; желчекаменная болезнь - в 74 раза; 40 % всех зарегистрированных в республике кишечных заболеваний приходится на Кызыл-Ординскую область.

Дефицит пресной воды - одна из наиболее острых проблем человечества, об актуальности которой свидетельствует проведение ООН в 1981 - 1990 гг. Международного десятилетия питьевого водоснабжения и санитарии. Жизненно важна проблема обеспечения доброкачественной питьевой водой населения Казахстана и, в особенности, жителей Приаралья с его экологически нездоровой обстановкой, от которой, в конечном итоге, зависит здоровье и благополучие ныне живущих и будущих потомков - генофонда нации. Решению проблемы обеспечения населения Кызыл-Ординской области доброкачественной питьевой водой посвящено множество директивных документов. Однако реализация всех указанных решений далека от реальности.

Учитывая сложившуюся ситуацию, в области разработана программа самообеспечения питьевой водой, внесены существенные коррективы в структуру посевных площадей, направленные на эко-

номлю поливной воды. Принимаются меры по развитию промышленности, разработке новых месторождений нефти и газа. Ведутся работы по привлечению для этих проектов инвесторов из ближнего и дальнего зарубежья.

На территории области расположены четыре города - Кызыл-Орда (областной центр), Байконур (республиканского значения), Аральск и Казалинск (центры соответствующих административных районов), семь поселков городского типа, являющихся также районными центрами, - Новоказалинск, Казалинск, Жосаяы, Жалагаш, Тернозек, Тасбулет, Шиели, Жанакорган, а также более 377 сельских населенных пунктов (центральных усадеб, охотничьих, ферм, зимовок и т. д.), в каждом из которых проживает более десяти семей. Общая численность населения области составляет около 665 тысяч человек. Из них в сельской местности проживает 232,8 тысяч человек.

Из-за загрязнения поверхностных водотоков (р. Сырдарья и другие), основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения региона являются подземные воды, на их долю в общем балансе водопотребления приходится более 80%. Несмотря на большое количество выявленных месторождений пресных подземных вод (около 60) и их утвержденных запасов, они крайне неравномерно распределены, и непосредственно прилегающие к Аральскому морю районы испытывают острый дефицит в доброкачественной питьевой воде. Вместе с тем, в этих районах (Аральске, Казалинске и др.) залегают слабоминерализованные подземные воды, использование которых возможно в качестве местных водисточников, альтернативных внешним источникам централизованного водоснабжения.

По данным проектных проработок институтов Республики Казахстан, перспективная потребность в воде населенных пунктов области, за исключением космодрома Байконур, на 2005 год составляет 299,2 тыс. м³/сут, из них на долю сельхозводоснабжения приходится 54,8 тыс. м³/сут. Расчетная потребность в питьевой воде космодрома Байконур на текущий период составляет 232,6 тыс. м³/сут. Итак, перспективная потребность области с учетом города и космодрома Байконур в воде составляет 531,8 тыс. м³/сут. В настоящее время суммарный отбор подземных вод области составляет всего лишь 330,7 тыс. м³/сут, причем в основном для питьевых целей. Таким образом, потребность региона в доброкачественной воде на сегодня не удовлетворена, а потому ставится вопрос о возможности водообеспечения области.

На севере области разведано и открыто одно из уникальных месторождений подземных вод - Мырбулакское, эксплуатационные запасы которого утверждены в количестве 250 тыс. м³/сут. Минерализация воды - до 1,0 г/л. Месторождение разведано для водоснабжения города и космодрома Байконур. Однако, учитывая реальную сложившуюся обстановку, данное месторождение нужно разработать для

обеспечения доброкачественной питьевой водой ряда населенных пунктов и проектируемых нефтепромыслов области. На текущий момент в Кызыл-Ординской области разведаны и утверждены эксплуатационные запасы 25-ти месторождений подземных вод с запасами 1376,04 тыс. м³/сут. Из них 19 месторождений с запасами 1149,9 тыс. м³/сут утверждены для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов области. Однако освоение разведанных месторождений осуществляется в крайне медленных темпах и на сегодня составляет около 11 % общего количества утвержденных запасов.

Для решения кардинальных вопросов, связанных с ликвидацией кризиса Аральского моря, требуются огромные средства. Несмотря на это, люди, которые проживают в этом экологически больном регионе, не смирились и продолжают бороться за восстановление моря. Создан общественный фонд.

Актуальным является и то, что высыхание Аральского моря, длившееся последние двадцать лет, по нашему мнению, в определенной степени влияет на процесс восстановления соляных залежей Южного бассейна и Жакыккылышского месторождения поваренной соли в целом. Предполагаем, что ухудшается качественный состав соли. Считаем, что орошение водой соляного озера, полностью или частично, в регулируемом режиме способствовало бы восстановлению качества соляного пласта, ускоряя во времени его созревание, а также решению экологической проблемы региона. Проблема Арала всем известна, предусмотренные объемы воды в море не поступают, уровень минерализации его воды в настоящее время превысил 36 г/л, обнажились огромные площади дна моря, берега отошли на десятки километров. Образовалась новая пустыня, откуда на всю планету выносятся ежегодно сотни миллионов тонн солепылевых частиц, ускоряя процесс опустынивания региона. Из-за отсутствия финансовых средств приостановлены лесомелиоративные работы на осушенном дне моря. В решении этих и других экологических проблем не чувствуется роли Межгосударственного Совета, неизвестно, какими средствами располагает Международный фонд Арала и на какие проекты они используются. В этой связи было бы целесообразным создать отделение исполкома Совета в г. Кызыл-Орда. Считаем, что давно пора от слов перейти к делу, определить наиболее приемлемые проекты решения проблемы Аральского моря.

Одним из наиболее реальных мероприятий является отчленение северной части Аральского моря путем строительства дамбы-дороги на полуостров Кокарал (протяженностью 12,7 км). Малый Арал будет играть роль регулятора социально-гигиенических условий жизни населения Приаралья как объект, способствующий равновесию природной среды, и основа для экономики Приаралья. На основании задания на проектирование, утвержденного Госкомводресурсов Рес-

публики Казахстан, в 1993 г. институтом " Казгипроводхоз " разработан рабочий проект Кокаральской перемычки (первая очередь).

Первый этап строительства предусматривает выполнение работ с объемом 2480 тыс. м³ и сметной стоимостью 11,95 млн тенге. Ширина перемычки по верху составит 10 метров, с отметкой верха земляного полотна 43,5 м при достижении горизонта воды в верхнем бьефе (с учетом нагона волны) 42,5 м. Возведение дамбы-дороги позволит, во-первых, затопить до 500 км² высохшего дна Малого моря и снизить на 10 - 15 % затраты на проведение фитомелиоративных работ; во-вторых, стабилизировать и увеличить глубину Малого моря, что позволит заниматься рыборазведением, соответственно повысится занятость местного населения (рыбный промысел, рыбопереработка, судоходство, судоремонт), улучшится обеспечение области рыбной продукцией; в-третьих, сократить расстояние перевозки кормов из поймы р. Сырдарьи на полуостров Кокарал и западный берег Арала на 120 - 180 км, что положительно отразится на сохранности поголовья всех видов зимующего скота.

Вторым этапом предусмотрено доведение дамбы-дороги до отметки 45 м и строительство водосбросного сооружения, которое целесообразно разместить в западной части Малого моря, в заливе Шевченко, что позволит создать проточность и повысить качество воды. Целесообразность дальнейшего строительства подтверждает тот факт, что построенная в 1992 году хозяйственным пионерная перемычка позволила водам, сбрасываемым в Малое море из реки Сырдарьи в осенне-весенний период, поступать в высохший залив Сарышыганак, в результате чего сократилось расстояние от уреза воды до г. Аральска в два раза. Однако из-за маломощности перемычки в осенне-зимний период 1993 года ее прорвало. Из-за отсутствия средств в данный период необходимо выполнить первоочередные мероприятия, которые предусматривают возведение земляной перемычки, исключая строительство эксплуатационной дороги и ЛЭП, тем самым снизив стоимость объекта до 5,8 млн долл. США.

Таким образом, первоочередными задачами экологического оздоровления Приаралья являются:

- создание условий гарантийного обеспечения (по территории и времени) водой всех потребителей водных ресурсов Сырдарьи и Амударьи за счет повышения эффективности использования водохозяйственных систем и организации Водного Союза государств бассейна;
- принятие региональных мер по обеспечению доброкачественной питьевой водой населения Приаралья, в основном за счет использования подземных вод;
- выполнение первоочередных мероприятий по спасению Арала, предусматривающих возведение земляной перемычки, отделяющей Малый Арал;

– решение проблемы безработицы путем укрепления крестьянских хозяйств и возрождения деханских промыслов на Арале.

Қызыл-Ордынский Политехнический Институт

Мажлис Парламенты РК

АРАЛ ӨЛКЕСІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДЕГІ БІРІНШІ ОРЫНДАҒЫ МІНДЕТТЕР

Техн. г. канд. С.Т. Тәуіпбаев
Ш. Х. Төрбаев
А.Е. Көшербаев

Арал өлкесінің экологиялық жағдайының негізгі себептері талпанды. Оны сауықтырудағы атқару міндеттері белгіленді.

УДК 504.53.062.4;

**О ВЛИЯНИИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ГЕОГРАФИЮ ПОЧВ
КАЗАХСТАНА**Доктор биол. наук К.Ш. Фаизов
Канд. с.-х. наук И.К. Асанбаев

Рассмотрены изменения экологических показателей почв под влиянием глобального потепления климата, нерационального использования водоземельных ресурсов, загрязнения атмосферы. Предложены мероприятия по снижению негативных последствий деградации и опустынивания почвенного покрова.

Функционирование почвы как многокомпонентной биокосной системы тесно связано с условиями среды, в которой она развивается, и, прежде всего, с климатом. Значение климата в почвообразовании неслучайно велико. Основоположник научного почвоведения В.В. Докучаев писал: "Почва - функция почвообразователей..., результат совокупного, весьма тесного, векового взаимодействия между водой, воздухом, землей, с одной стороны, растительными и животными организмами и возрастом страны, - с другой" [6] и "Почва... служит прямым зеркалом местного климата" [7].

Известно, что без притока солнечной энергии, сезонной и годовой динамики важнейших атмосферных показателей: радиации, температуры, осадков, испарения - невозможно существование живых организмов, разложение и гумификация их остатков и образование почвенного гумуса; выветривание горных пород и формирование глинистых минералов; миграция и аккумуляция механических и химических веществ и дифференциация почвенного профиля на генетические горизонты, круговорот химических элементов в биосфере; проявление санитарных функций почв и др.

По данным Всемирной Метеорологической Организации, за последние 100 лет глобальная температура Земли под влиянием возрастающих антропогенных выбросов (углекислота, окись азота, метан и другие парниковые газы) увеличилась в среднем на 0,3-0,6 °С, и эта тенденция сохраняется до настоящего времени [2,9]. Причем, если не будут ограничены антропогенные выбросы химических веществ в атмосферу, то к середине XXI века средняя температура воздуха прогнозируется выше современной на 3 °С, что окажет существенное негативное влияние на процессы почвообразования. По прогнозам А.А. Вельчихо [3], повышение среднеглобальной температуры на 1-2 °С может вызвать сдвиг природных зон к югу на 300-400 км.

На территории Казахстана, по данным Казгидромета, за последние 100 лет, особенно с 50-60 гг., средняя годовая температура воздуха увеличилась на 1°C , и в дальнейшем, к 2010 г., ожидается ее рост примерно на 2°C , с колебаниями от 1,2 до $5,0^{\circ}\text{C}$ [14].

Глобальное повышение температуры воздуха - явление многофакторное, в основном антропогенное. Я связано с чрезмерной распашкой больших площадей целинных и залежных земель в Северном Казахстане; нерациональным использованием водоземельных ресурсов в бассейнах рек Амурларья, Сырдарья, Или, Иртыш; высокими объемами выбросов загрязнителей промышленными предприятиями, особенно энергопроизводящими; вырубкой лесов, перегрузкой пастбищ и почвенного покрова, ростом площадей опустыненных территорий. Ко времени удвоения концентрации углекислоты в атмосфере уменьши прогнозируется увеличение температуры воздуха в среднем от 3-5 до $8-12^{\circ}\text{C}$, с максимумом в Северном Казахстане в весенние и летние месяцы, что может вызвать значительное ухудшение экологических показателей почв (содержание гумуса, питательных элементов, емкости поглощения, pH, кислотности и др.) и агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур.

По данным Д.А. Скаковой [12], объем атмосферных выбросов химических веществ промышленными предприятиями республик в 1989 г. составил: в Северном Казахстане - 362,2; в Центральном - 1868,0; Восточном - 2231,4 и Южном - 415,1 тыс. т /год. В 1990 г количество парниковых газов, выброшенных в атмосферу, в составе которых более 96 % двуокиси углерода, достигло 198729 гигаграмм (около 200 млн т /год) [4]. Наибольшее количество антропогенных выбросов сульфатов на 1 км^2 отмечено в Павлодарской, Каратадинской, Жезказганской и Восточно-Казахстанской областях (1-3 тыс. т), окиси азота - в Павлодарской и Карагандинской областях (0,6-0,7 тыс. т).

Установлено, что по изменению средних годовых величин температуры и осадков наиболее антропогенно уязвимыми стали юго-восточные и южные регионы Казахстана, где сформировавшиеся зоны атмосферного затишья способствуют образованию периодов длительного накопления тропосферного аэрозоля. Изменение климатической обстановки здесь вызвано уменьшением запасов воды в снежном покрове и продолжительности его устойчивого залегания, что связано с повышением зимних температур [4].

Таким образом, общее потепление климата может отрицательно сказаться на состоянии природной среды республики, вызвать снижение биосферных экологических функций почв, ее деградацию и смещение границ почвенных зон. Как результат нерационального использования почвенных ресурсов и общего потепления климата, отмечаются дегумификация, снижение плодородия и интенсификация процессов эрозии на пахотных черноземах и темно-каштановых

почвах Северного Казахстана, увеличение площади засоленных почв и солончаков в Центральном и Южном Казахстане, осушение и опустынивание территории Приаралья и Прибалхашья, деградация пастбищ горных территорий. Исследования, проведенные во многих странах мира, в том числе Казахстане, выявили большую роль пастбищного животноводства в развитии опустынивания и деградации почв [10]. Общая площадь опустыненных земель в Казахстане, по данным Министерства экологии и биоресурсов, достигла 180 млн га или 60 % территории. Подсчеты, выполненные по материалам областных почвенных карт 1960-1970 гг., показали, что площадь засоленных почв республики составляет 19,4 млн га, в том числе солончаков 7,8 млн га (табл. 1). Площади засоленных почв (см. табл. 1) увеличиваются в направлении с севера на юг по мере нарастания аридности климата: среди серых лесных почв и черноземов южных их 37 %, светло-каштановых пустынно-степных - 51 % и бурых пустынных - 55 %.

Таблица 1

Площади засоленных почв по почвенным зонам и подзонам, тыс. га

Почвенная зона и подзона	Типы засоленных почв					Всего
	Солончаки	Луговые и пойменные луговые	Лугово-болотные и болотные	Такыры	Такыро-видные	
Серые лесные почвы и черноземы выщелоченные	3,2	0,8	5,3	-	-	9,3
Черноземы обыкновенные	31,2	25,6	12,9	-	-	69,7
Черноземы южные	64,2	45,2	11,0	-	-	120,4
Темно-каштановые	245,3	242,2	18,9	-	-	506,5
Каштановые	238,1	364,6	14,3	-	-	617,0
Светло-каштановые	615,6	686,8	47,2	-	-	1349,6
Бурые почвы	4524,2	989,3	568,1	165,9	57,7	6305,2
Серо-бурые почвы	2085,8	1367,9	1075,7	173,6	5764,2	10467,2
Итого	7807,6	3722,9	1753,4	339,5	5821,9	19445,3

По данным [5], на 1995 г. площади засоленных почв по административным областям Казахстана достигли 58,6 млн га, в том числе сильно засоленных и солончаков - свыше 30 млн га, что свидетельствует о весьма существенном снижении качественных показателей и деградации почвенного покрова республики (табл. 2).

Таблица 2
Площади засоленных почв Казахстана по административным областям, тыс. га

Область	Площади засоленных почв, тыс. га				
	Всего	Слабо	Средне	Сильно	Солончаки
Акмолинская	2302,2	548,3	1288,5	393,3	72,1
Актюбинская	5203,7	569,4	110,0	4470,0	54,3
Алматинская	1910,9	628,4	516,4	578,0	188,1
Атырауская	4282,2	699,1	492,1	2786,5	304,5
Восточно-Казахстанская	448,8	129,9	14,0	239,7	65,2
Жамбылская	1434,3	713,7	359,9	292,9	67,8
Жезказганская	1604,0	435,5	486,3	552,4	129,8
Западно-Казахстанская	5271,3	761,0	205,5	4191,5	113,3
Карагандинская	2855,7	460,8	705,3	1613,4	76,2
Кзыл-Ординская	4905,3	1332,2	732,3	2517,8	323,0
Кокшетауская	1617,1	55,7	571,1	384,3	106,0
Костанайская	3107,7	1157,7	1256,6	641,0	52,4
Мангистауская	7783,7	3647,9	2299,3	1753,3	81,2
Павлодарская	5066,4	2553,3	233,9	1898,4	380,8
Северо-Казахстанская	240,2	179,8	0,2	52,7	7,5
Семипалатинская	1352,5	207,5	181,9	877,8	85,3
Талды-Корганская	789,6	201,3	25,6	409,9	152,8
Торгайская	6241,8	1586,4	1311,7	3305,4	38,3
Южно-Казахстанская	2169,5	588,9	773,9	448,3	358,4
Итого	58586,9	16436,8	11564,5	27908,6	2657,0

Примечание. Засоление определено по сумме солей в метровом слое почвы в %: слабое - 0,3-0,5, среднее - 0,5-0,7, сильное - 0,7-1,0, солончаки - более 1,0.

Глобальное повышение температуры и изменение климата в условиях преобладающего аридного почвообразования, широкого распространения засоленных почвообразующих пород и минерализованных грунтовых вод неизбежно вызовут прогрессирующий рост площади засоленных почв, особенно сильно в южных пустынных регионах. Происойдет увеличение скорости минерализации органического вещества, разрушение почвенной биоты, окислительно-восстановительного потенциала, снижение запасов питательных веществ, влажности и емкости поглощения, разрушение водопрочной структуры, что приведет к увеличению площади опустыненных земель Казахстана.

На территории Казахстана, как и на всем евразийском материке, ярко проявляется широтная и высотная смена основных типов почв, впервые открытая В.В. Докучаевым и названная законом горизонтальной и вертикальной почвенной зональности [6]. На равнинной территории республики, занимающей 86 % ее площади, небольшие высоты над уровнем моря и, как следствие, отсутствие орографических барьеров, создают резко континентальный сухой климат, важнейшей чертой которого является быстрое уменьшение с севера на юг количества атмосферных осадков, увеличение температуры воздуха и испарения. Это приводит к последовательной широтной смене природных зон от серых лесных почв и черноземов степей на севере до бурых и серо-бурых почв пустынь на юге [13]. Смена почвенных зон сопровождается количественно-качественными изменениями морфолого-генетических показателей почв (табл. 3). Нарастающий антропогенез и потепление климата могут оказать усугубляющее негативное влияние на экологические показатели почв природных зон.

Зона умеренно влажной южной лесостепи, черноземов выщелоченных и серых лесных почв занимает небольшую территорию (0,4 млн га) в крайней северной части республики. Эта наиболее прохладная и влажная часть равнинной территории разделена многочисленными западинами и гривами, местами заболочена и покрыта лесом. В структуре почвенного покрова черноземы и лугово-черноземные почвы занимают 40 % площади зоны, а серые лесные почвы и солоды, болотные и лугово-болотные, солончаки и солонцы - до 20 %. Большую часть почвенного покрова зоны составляет лугня. Потепление климата может вызвать осушение озер и болот, сокращение площади лесов и осиново-березовых колок, усиление минерализации органических остатков и деградацию почв.

Основные климатические и почвенно-экологические показатели природных зон и подзон Казахстана

Климатические и почвенные показатели	Зоны и подзоны, тип и подтип почвы						
	Степная зона черноземов			Сухостепная и пустынно-степная зона каштановых почв		Пустынная зона бурых и серо-бурых почв	
	Черноземы обыкновен.	Черноземы южные	Темно-каштановые	Каштановые	Светло-каштановые	Бурые	Серо-бурые
Радиационный баланс, ккал/см ² год	22-24	22-24	24-26	24-26	26-28	28-30	более 30
Среднегодовая температура воздуха, °С	0,5-1,0	1,1-1,6	1,7-3,4	2,4-4,2	2,6-7,2	3,5-8,6	5,3-11,8
Безморозный период, сут	106-114	117-120	120-130	130-140	110-170	120-200	150-220
Температура воздуха выше 10 °С:							
сумма	2150-2400	2200-2700	2250-3000	2400-3300	2300-3300	2800-3800	3200-4000
сут	120-130	130-140	130-140	140-150	140-170	150-190	160-200
Осадки, мм, год:	300-330	250-300	240-280	230-250	200-240	120-180	100-170
за период с температурой выше 10 °С	200-210	190-200	140-160	120-140	80-130	40-90	30-80

Климатические и почвенные показатели	Зоны и подзоны, тип и подтип почвы						
	Степная зона черноземов		Сухостепная и пустынно-степная зона каштановых почв			Пустынная зона бурых и серо-бурых почв	
	Черноземы обыкновенные	Черноземы южные	Темно-каштановые	Каштановые	Светло-каштановые	Бурые	Серо-бурые
Испаряемость, мм, при температуре выше 10 °С	540-560	600-700	700-750	750-800	850-900	более 1000	более 1000
ГТК, при температуре выше 10 °С	0,7-1,0	0,6-0,8	0,5-0,7	0,4-0,6	0,3-0,5	0,2-0,3	0,1-0,30
Мощность гумусового горизонта, см	70-80	60-70	50-6,0	40-50	35-45	30-35	25-30
Глубина вскипания от HCl, см	35-45	30-40	30-40	25-35	20-30	с поверхности	с поверхности
Карбонаты, см	45-65	40-60	45-55	40-50	35-45	30-35	25-30
Гипс, см	130-180	125-175	120-145	100-125	80-100	70-90	40-70
Гумус, %	6,4-7,3	4,6-6,0	3,4-4,6	2,3-3,5	1,5-2,5	1,0-1,5	0,6-1,2
С Г.К./Ф.К.	1,5-2,5	1,1-1,6	1,0-1,5	1,0-1,3	0,9-1,1	0,6-0,8	0,4-0,6
Емкость поглощения	35-45	30-35	25-30	20-25	15-20	10-15	5-10

Примечание. 1) Климатические показатели приведены по опубликованным материалам Казгидромета; 2) ГТК - гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова; 3) С Г.К./Ф.К. - показатель плодородия почвы, отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот.

Умеренно засушливая и засушливая степная зона черноземов занимает 25,7 млн га площади и разделяется на подзоны черноземов обыкновенных и южных. Засухи повторяются в среднем один раз в четыре года. В структуре почвенного покрова, на фоне черноземов (60-65 %), 20-22 % площади занимают различные комплексы почв с солонцами, 10 % - гидроморфные и полугидроморфные почвы, 3-4 % - солончаки и солонцы. В сельскохозяйственном производстве освоено около 15 млн га пашни или свыше 40 % всей пашни республики. В результате многолетнего нерационального использования пашни, глобального потепления климата и повторяющихся засух отмечается дегумификация и потеря плодородия черноземов. Потери гумуса составили 20-30 %, круговорот азота уменьшился почти наполовину, поступление органических остатков на 30 % произошло снижение водопрочных агрегатов в 10 раз. За последние 20 лет черноземы потеряли от 33 до 41 % наиболее ценных гуминовых кислот гумуса, за 54 года - 67 % [8]. Все это существенно снизило плодородие лучших пахотопригодных почв Казахстана, способствовало интенсификации процессов водной и ветровой эрозии.

Умеренно сухая, сухая и пустынно-степная зона каштановых почв занимает центральные регионы Казахстана на общей площади 90,5 млн га. Сухость климата нарастает к югу: повышается теплообеспеченность и испаряемость, понижается влагообеспеченность, возрастают дефицит влаги, количество засух и суховейные явления. В структуре почвенного покрова широко распространены каштановые карбонатные, солонцеватые, малоразвитые почвы и солонцовые комплексы. Пашня размещена на площади около 10 млн га главным образом в подзоне темно-каштановых почв.

Пустынная зона бурых и серо-бурых почв занимает на юге Казахстана площадь в 120 млн га или свыше 40 % территории республики. Годовая температура воздуха достигает здесь 10-12 °С, сумма температур выше 10 °С равняется 3800-4000°, испаряемость превышает количество осадков в 10-12 раз. В сельскохозяйственном производстве развиты пастбищное животноводство и орошаемое земледелие по долинам крупных рек. В структуре почвенного покрова 40-50 % площади занимают зональные бурые и серо-бурые почвы, до 30 % - песчаные массивы, 8 % - солончаки и солонцы, 5-10 % - такыры и такыровидные почвы и 5-6 % - гидроморфные почвы. В зоне широко проявляются процессы деградации и опустынивания почвенного покрова, особенно сильно на пастбищах и массивах орошения по долинам рек.

В заключении отметим, что почвы природных зон Казахстана характеризуются в целом как экологически неустойчивые к антропогенным перегрузкам. Снижение влияния начавшегося глобального потепления климата и возможного опустынивания почвенного покрова может быть достигнуто путем рационализации их хозяйствен-

ного использования, внедрения оптимальных севооборотов, повышения плодородия почв за счет внесения органических и минеральных удобрений, создания защитных лесостепных полос и трапосеяния, прудов и водоемов, проведения мероприятий по защите почв от эрозии и деградации, внедрения современных научно обоснованных технологий использования почвенного покрова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровской В.М. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1982. - 354 с.
2. Булыко М.И. Антропогенные изменения климата. -Л.: Гидрометеоиздат, 1987. - 406 с.
3. Величко А.А. Эволюционный анализ современной ландшафтной оболочки Земли и прогноз. // Четвертичный конгресс. -1989. -№ 1. -С. 1-8.
4. Воргина С.О. О изменении климатических характеристик и их влиянии на снежный покров. // Гидрометеорология и экология. - 1995. -№ 2. -С. 91-100.
5. Государственный земельный кадастр Республики Казахстан. - Алма-Ата. Изд. Госкомзем РК, 1995. - 90 с.
6. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. Избр. соч., Т. III. - М.: Изд. с/х лит., 1949. - С. 317-322.
7. Докучаев В.В. Место и роль современного почвоведения в науке и жизни. Избр. соч. Т. III. - М.: Изд. с/х лит., 1949. - С. 330-338.
8. Ермекебаева Г.А. Содержание, состав и свойства гуминовых кислот в черноземах южных карбонатных Северного Казахстана. //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биол. наук - Алматы. - 1996 - 22 с.
9. Об исследовании влияния глобального потепления на природные ресурсы и экономику Казахстана и действиях по смягчению негативных последствий / Есеркепова О.В., Пильфосова Г.Н., Чичасов Г.Н., Шамен А. М. // Гидрометеорология и экология. -1996. - № 2. -С. 58-75.
10. Качественная характеристика земель Республики Казахстан. - Алматы: Изд-во Госкомзем РК, 1996. -210 с.
11. Меняющийся мир: Географический подход к изучению: Советско-американский подход. // Ред. Дж.Р. Мастер и Г.В. Слесвик. -М.: Прогресс, 1991. -392 с.
12. Скакова Д.А. Особенности загрязнения атмосферного воздуха Западного региона Республики Казахстан. // Гидрометеорология и экология. -1995. -№ 2. -С. 165-173.
13. Факзов К.Ш., Карпеков К. Закономерности географии почв Казахстана. // Поиск. - 1996. - № 5. - С. 32-38.

14. Шамен А.М., Чичасов Г.Н. Об основных результатах и перспективах развития исследований в области гидрометеорологии и окружающей среды. // Гидрометеорология и экология. -1996. -№ 4. - С. 7-28.

Институт почвоведения МН - АН Республики
Казахстан им. У.У. Успанова

ҚАЗАҚСТАНДА ТОПЫРАҚТЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ЖӘНЕ ГЕОГРАФИЯСЫНА ӘЛЕМ КЛИМАТЫ ЖЫЛУЫНЫҢ ӘСЕР ЕТУІ ТУРАЛЫ

Билог. г. докторы. К.Ш. Физзов
Ауыл-ш. г. канд. И.К. Асанбаев

Әлем климаты дүниежүзілік жылуының, су-жер қорын орынсыз пайдалануының, атмосфераның ластануының арқасында топырақтың экологиялық көрсеткіштерінің өзгеруі қаралды. Топырақ бетіндегі деградация және шөлге айналу процесстерін залалды салдарын азайту шаралары ұсынылған.

УДК 504.53.062.4

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ
РАЙОНОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИКАСПИЯ

Канд. хим. наук А.К. Кояжегалмев
Канд. с.-х. наук И.К. Асанбаев
О.Н. Ауэзова
А.А. Ахасова

Приводятся результаты экологических исследований в районах нефтяных месторождений Северо-Восточного Прикаспия. Рассматриваются перспективы очистки нефтезагрязненных почв с помощью угневодородоокисляющих микроорганизмов.

В Прикаспийском регионе, где расположены основные запасы нефти и газа Республики Казахстан, загрязнение нефтью установлено на площади всех действующих месторождений. Одним из наиболее крупных по запасам нефти и пластовой энергии, не имеющих аналогов в республике, является Тенгизское месторождение, открытое в 1979 г. в отложениях карбона на глубине свыше 4000 м. Нефть этого месторождения отличается аномально высоким пластовым давлением (800-900 атм), большой концентрацией сероводорода (до 20 %) и наличием в пластовых флюидах углекислоты, меркаптанов и других агрессивных веществ, осложняющих процесс его разработки и эксплуатации. Технология добычи нефти в регионе сопряжена с очень сложными условиями солесотложения в призабойной зоне и в коммуникациях, коррозией оборудования и обводнением скважин, что ведет к частому порыву труб, сбросу сырой нефти и минерализованных пластовых вод на поверхность почвы. Так, например, в 1985 г. в результате аварии на скважине N 37 Тенгизского месторождения за 400 суток в открытом фонтане сожжено 6 млн т нефти, 3,3 млрд м³ газа и 600 млн м³ сероводорода, обезжизнены большие площади [5]. Кроме того, аварийный сброс нефти у станков-зачалок производится в так называемые "амбары", представляющие собой обвалованные котловины, площадью 1500-2500 м² и более. Исследования показали, что нефтехимическое загрязнение почв на месторождениях объединения "Кульсарынефть" доходит до значительных глубин и зависит от механического состава почвы, водопроницаемости и давности освоения месторождения.

Нефть состоит из большого количества углеводородов и высокомолекулярных смолясто-асфальтеновых веществ. Ее главным со-

ставными частями являются: углерод (83-87 %), водород (12-14 %), кислород (1-2 %), а также азот, сера и различные микроэлементы [4]. Загрязняющими токсичными веществами нефти являются: оксид углерода, диоксид серы, сероводород, оксиды азота, фенол, аммиак и различные минеральные соли. Они оказывают ингибирующее влияние на рост и развитие многих микроорганизмов, растений и животного населения почвы. Кроме того, в сырой нефти присутствуют канцерогенные полициклические углеводороды (нафталены, аценафтенны, флуорены, фенантроны, пирены, хризены и бензапирен), вызывающие в животном организме злокачественные опухоли [2].

Исследования показали, что, по сравнению с естественными условиями, плотность живого населения на умеренно загрязненных почвах в 2-3 раза ниже, а на сильно и очень сильно загрязненных - в 10-12 раз или вовсе отсутствует, как это было установлено в 1990 г. на Тенгизском месторождении. Кроме того, в сырой нефти содержатся токсичные тяжелые металлы, также вредные для жизнедеятельности живых организмов [3]. В загрязненных нефтью почвах нарушаются генетические показатели: изменяется насыщенность, состав гумуса и почвенно-поглощающий комплекс, сокращается содержание подвижных форм азота и фосфора, увеличивается объемная масса, снижается водопроницаемость и уменьшается доступная растениям влага. При этом создаются крайне неблагоприятные условия для жизнедеятельности многих почвенных микроорганизмов, нарушается режим их азотного и фосфорного питания, интенсивность окислительно-восстановительных и ферментативных процессов [6].

Высокая степень загрязнения почв и атмосферного воздуха крайне губительно сказывается и на здоровье человека, вызывая различные заболевания. В связи с этим, и, учитывая, что вокруг месторождений расположены населенные пункты, Западно-Казахстанский территориальный центр по наблюдениям за загрязнением природной среды Казгидромета проводил комплексный мониторинг природной среды (воздух, вода, почва) в районе поселков, прилегающих к месторождению "Кульсарынефть". Целью этих наблюдений являлось предупреждение и ликвидация утечки нефти и выбросов загрязняющих веществ в случае превышения предельно допустимых концентраций. Работы проводились в поселках Сарыкамыс, Кульсары, Тенгиз. Наряду с приводится ход изменения концентрации загрязняющих веществ по годам (наблюдения в вахтовом поселке Тенгиз). Содержание сероводорода и сернистого ангидрида достигало максимума в 1992 г., а в 1993 г. несколько снизилось в связи с приостановкой работы промысла и газоперерабатывающего завода. Сходная картина отмечена и в поселке Сарыкамыс. В населенном пункте Кульсары основными источниками загрязнения SO_2 и NO_x являются большой парк автотранспорта, коксохимное цено, а также нефлебитуменный комбинат. Источниками сероводорода - озеро Камыскуль и река Курсай, отдуруван-

ные водоемы с заболоченными берегами, т. е. сероводород в атмосфере поселка Кухъсары имеет в основном биогенное происхождение, и содержание его здесь ниже. Метеорологические условия региона, а именно ветреная погода, которая держится здесь в среднем более 300 суток в год, способствуют тому, что загрязняющие вещества в атмосфере над поселками не задерживаются на длительное время.

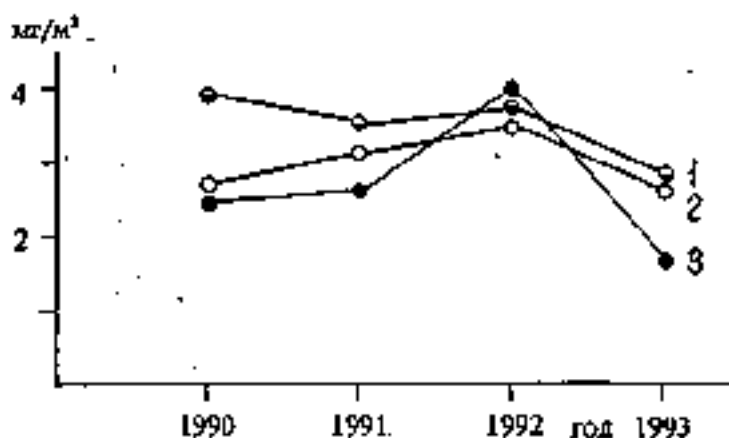


Рис. 1. Изменение среднегодовой концентрации загрязняющих веществ в вахтовом поселке Тенгиз в период 1990-1993 гг.
1 - SO₂; 2 - H₂S; 3 - NO_x

Поскольку нефтяные промыслы находятся в непосредственной близости к Каспийскому морю, при нагонных ветрах, а также в связи с поднятием уровня моря, многие месторождения, такие как Теренгузак, Караарна, Прорыв, Тенгиз и другие, оказались затоплены его водами. При южном, юго-западном и западном направлениях ветра волны Каспийского моря до 1988 г. постоянно смывали нефтяные "амбары", унося с собой огромное количество нефти. После строительства заградительной дамбы вода несколько отступила, но через разломы, трещины самих грунтов нефть по-прежнему попадает в водоем. В мае 1990-1993 гг. проводился отбор и анализ воды Каспийского моря в точках с координатами: 46° 36' с.ш. и 52° 06' в.д. (квадрат 50); 46° 32' с.ш. 52° 26' в.д. (квадрат 52); 46° 22' с.ш. и 52° 26' в.д. (квадрат 76); 46° 12' с.ш. и 52° 26' в.д. (квадрат 103); 46° 07' с.ш. и 52° 26' в.д. (квадрат 133). Результаты показывают, что до 1992 г. в вышеуказанных пяти точках содержание нефтепродуктов в поверхностной воде Каспийского моря превышало ПДК для рыбохозяйственных водоемов, в 1993 г. концентрация их снизилась (рис. 2). Снижение количества нефтепродуктов в 1993 г. отмечено и в почве исследуемых населенных пунктов (табл. 1).

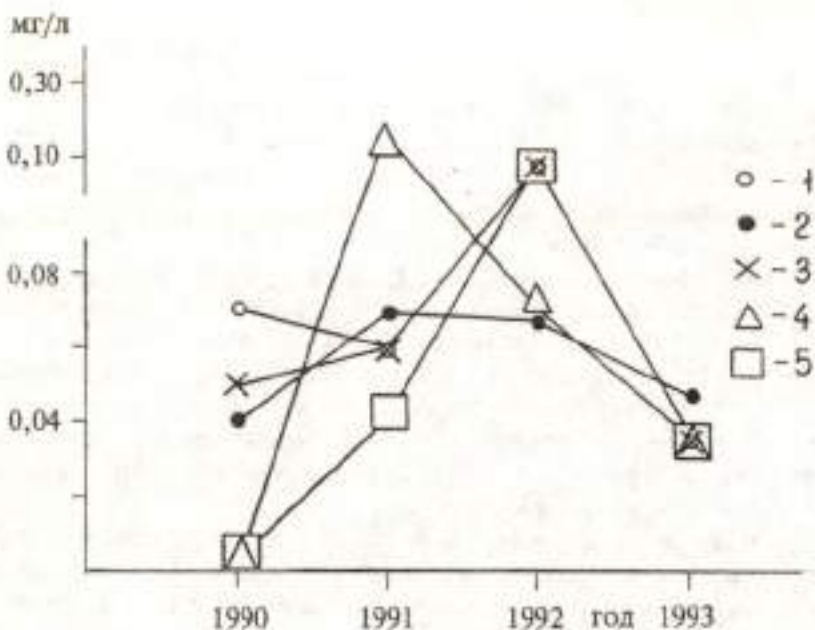


Рис. 2. Изменение концентраций нефтепродуктов в Каспийском море в мае 1990-1993 гг.

1 - квадрат 50; 2 - квадрат 52; 3 - квадрат 75; 4 - квадрат 103; 5 - квадрат 133.

Таблица 1

Содержание нефтепродуктов в почвах

Пункт наблюдений	Концентрация нефтепродуктов, мг/кг		
	1991 г.	1992 г.	1993 г.
Тенгиз	0,2	0,9	0,09
Сарыкамыс	0,2	0,3	0,12
Кульсары	0,6	0,2	0,08

Помимо необходимости постоянного режимного наблюдения за состоянием природной среды региона и информирования об утечке и выбросах загрязняющих веществ в случае превышения предельно допустимых концентраций, очень важным является устранение уже существующих за много лет эксплуатации промыслов нефтяных загрязнений, особенно в почве, так как создавшаяся сложная экологическая обстановка сопровождается потерей плодородия и продуктивности почв под влиянием направленного изменения природных факторов почвообразования.

Основными природными факторами, создающими предпосылки для деградации и опустынивания почвенного покрова региона, являются: преобладание низменного равнинного рельефа, высокая степень аридности климата, продолжительный летне-осенний сухой период, засоление, карбонатность и бесструктурность молодых приморских почв. На этом фоне бесконтрольное нефтехимическое загрязнение и невысокая самоочищающая способность нефтезагрязненных почв Прикаспийского региона [3] диктуют необходимость поиска путей ликвидации нефтяных загрязнений. Механическое удаление разлитой на поверхности нефти приводит к снятию плодородного слоя. Применение химических веществ (типа сорбентов, эмульгаторов и пр.) также нежелательно, так как сами детергенты являются ксенобиотиками, и многие из них высокотоксичны. Наиболее применимы при ликвидации нефтезагрязнения биологические методы, а именно микробиологические.

При попадании нефти в почву она претерпевает разнообразные изменения под действием физико-химических факторов (нагревание, растворение, химическое окисление и др.), но общественно, что ведущая роль в процессах деградации нефтяных углеводородов принадлежит углеводородоокисляющим микроорганизмам. Разнообразие ферментативных систем, быстрая адаптация к изменяющимся условиям делают их способными возвращать в биологические циклы в безвредной форме продукты углеводородной трансформации. Это важное свойство микроорганизмов определяет их ведущую роль в процессах самоочищения почв от нефти. Основу процессов санитарной обработки почвы составляет использование активных микроорганизмов-деструкторов, которые выдерживают высокие концентрации нефтяных углеводородов. Они используют их как субстрат для своего роста и размножения и, тем самым, способствуют удалению из окружающей среды загрязляющих веществ. Методы очистки от нефти и нефтепродуктов, основанные на применении углеводородоокисляющих микроорганизмов-деструкторов, являются эффективными, но применению их для восстановления почв должны предшествовать углубленные лабораторные исследования, затрагивающие многочисленный круг вопросов как экологического, так и физиолого-биохимического направлений.

Поиск и выделение активных углеводородоокисляющих микроорганизмов проводился на 14 месторождениях, нефть которых отличается по своему химическому составу. К настоящему времени только на семи месторождениях удалось выделить 15 активных штаммов-деструкторов. Все они представляют собой бактериальные формы (табл. 2). Среди них есть представители сапрофитных микобактерий, родов *Pseudomonas* и *Bacillus*. У всех выделенных микроорганизмов гравиметрическим методом проверена способность потребления нефти. Эксперименты по количественной утилизации нефти прово-

дили через 1, 3 и 7 суток. У всех исследованных культур прослеживается тенденция к постепенному нарастанию процента утилизации нефти за время от 1 до 7 суток. Как видно (см. табл. 2), наиболее активно эти процессы проходят у культур 454, 156, 40, 160 и 451. Методом инфракрасной спектроскопии установлены качественные изменения, происходящие с нефтью под воздействием этих микроорганизмов. Наиболее характерным является увеличение кислородсодержащих структур как кислотного, так и эфирного типов, что свидетельствует об интенсивности окислительных процессов. Кроме того, происходит резкое уменьшение длинноцепочечных парафинов.

Таблица 2

Количество потребления нефти выделенными активными микроорганизмами

Рабочий номер микроорганизма	Родовая принадлежность	Месторозведение	Среднее потребление нефти, %, за время инкубации, сутки		
			1	2	3
4	Mycobacterium	Каратон	19,76	39,26	49,21
37	"	"	16,25	38,45	52,52
376	"	Тенгиз	28,41	39,05	48,18
24	Pseudomonas	"	17,56	33,16	48,23
451	Mycobacterium	Кульсары	27,53	49,27	61,21
452	Pseudomonas	"	16,70	34,92	54,56
454	Mycobacterium	"	32,02	55,08	71,92
457	"	"	17,32	37,56	52,68
26	"	Тюлюс	24,88	39,87	60,14
40	Bacillus	Прорва	27,54	37,81	63,81
58	Pseudomonas	Досмухамбетовское	17,90	36,83	59,93
156	"	Кошкар	20,98	41,22	70,96
159	"	"	17,11	36,81	59,29
160	"	"	20,86	37,98	61,65
161	"	"	19,23	32,71	56,59

Важно отметить, что выделенные микроорганизмы-деструкторы при дальнейшем их изучении могут служить основой для разработки биотехнологических мероприятий, направленных на устранение нефтяных загрязнений почвы.

Таким образом, комплекс мер, а именно мониторинговые исследования и практическая разработка биовосстановительных мероприятий нефтезагрязненных почв Прикаспийского региона, позволя-

ет оздоровить экологическую ситуацию и поддерживать оптимальное состояние среды обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов В.А., Бахшиева Ч.Т. О канцерогенности нефтезагрязненных почв Алшеронского полуострова // Экология и охрана почв засушливых территорий Казахстана. - Алматы: Наука, 1991. - 94 с.
2. Досжанов Т.Н., Брагин Б.И. Проблемы экологии животного мира Казахстана // Изв. НАН РК. Серия биол. -1994. -№ 1. - С. 3-8.
3. Микробиологическое изучение нефтезагрязненных почв Прикаспийской низменности / О.Н. Ауэзова, Р.М. Алиева, Т.П. Недоводнева, Т.А. Петрова // Изв. АН КазССР. Серия биол. -1990. - № 6. - С. 54-58.
4. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. - М.: Наука, 1988. - С. 7-12.
5. Фанзов К.Ш., Асанбаев И.К. О нефтехимическом загрязнении почв и его экологических последствиях // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 4. - С. 183-193.
6. Халиев Ф.Т., Фатхиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов при нефтезагрязнении и активации разложения нефти // Агрохимия. - 1981. - № 10. - С. 102-113.

Институт почвоведения МН-АН Республики
Казахстан им. У.У. Успанова

Прикаспийский научно-производственный центр
мониторинга загрязнения природной среды Казгидромета

КАСПИЙ ТЕНІЗІ БОЙЫНЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС МҮНАЙ ӨНДІРУ АУДАНДАРЫНДАҒЫ ЖЕРДІҢ (ТОПЫРАҚТЫҢ) ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Хым. г. канд.	А. К. Кенжеғалиев
Аумя-ш. г. канд.	И. К. Асанбаев
	О. Н. Ауэзова
	А. А. Ахисова

Каспий теңізі бойының солтүстік - шығыс мұнай кен орны аудандарындағы экологиялық зерттеудің қортыншылары келтірілген. Көмір сутегі тотықтандыру микроорганизмдерінің көмегімен бұнаймен ластанған топырақты тазартудың келешегі қарастырылған.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ SO_2 И NO_x В ВОЗДУШНОМ БАССЕЙНЕ ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Академик АН ВШ В.С. Чередниченко

Канд. техн. наук А.А. Тютяев

В.С. Недовесов

А.В. Чередниченко

По результатам учащенных экспериментальных измерений метеорологических параметров и концентрации вредных веществ в различных районах города Усть-Каменогорска построены типовые карты среднего поля ветра и нормированных концентраций SO_2 и NO_x у земли в зависимости от направления ветра на высоте 100 м для трех имеющих наибольшую повторяемость румбов.

По результатам высотных измерений оценена количественная связь между распределением температуры в слое земля - 100 м и концентрацией SO_2 и NO_x у земли. Оценено также влияние осадков на концентрации примесей.

Концентрация примесей вредных веществ (ВВ) в атмосфере города определяется не только объемами их выбросов предприятиями, но в значительной мере метеорологическими условиями и орографией местности. При этом орография тоже реализуется через метеоусловия, препятствуя, например, усилению ветра в соответствии с барическими градиентами, направляя воздушные потоки вдоль складок местности, способствуя образованию горно-долинной циркуляции и др. Поэтому при выполнении исследований по оценке вклада энергопредприятий АО "Алтайэнерго" Усть - Каменогорска в фоновый уровень загрязнения воздушного бассейна города [3] большое внимание уделялось учету особенностей распределения концентраций ВВ во времени и пространстве при разных уровнях загрузки предприятий в различные сезоны года. Проведено четыре эксперимента продолжительностью трое-четверо суток каждый, во время которых контролировались основные метеорологические параметры на шести постоянных и трех дополнительных постах отбора проб, а также на высотах 60 и 100 м на старой телевизионной вышке и на крыше десятиэтажного здания (35 м) в районе поста № 5. Карта - схема

города и его окрестностей с отмеченными точками наблюдений и отбора проб воздуха представлена на рис. 1.

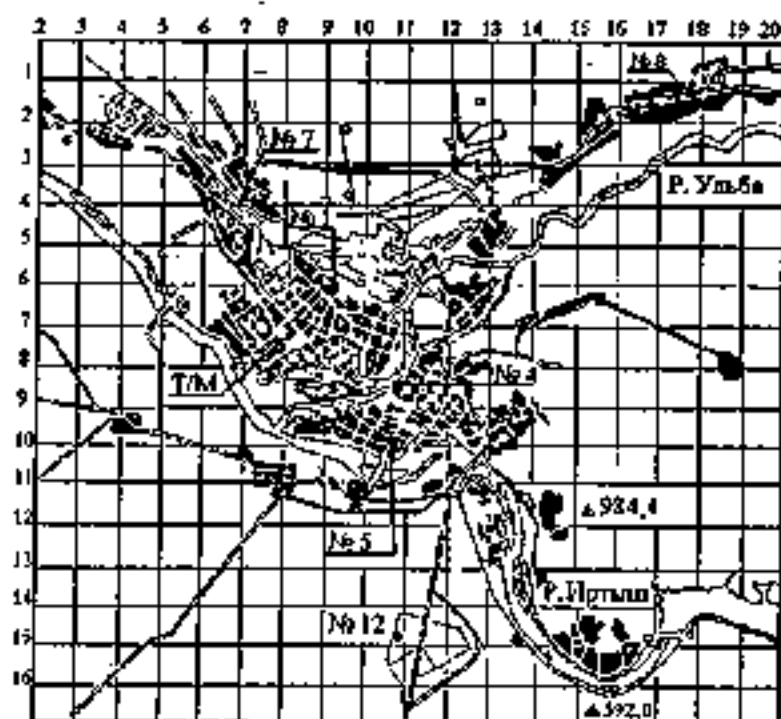


Рис. 1. Карта-схема расположения пунктов отбора проб и производства метеорологических наблюдений по территории г. Усть-Каменогорск

Эксперименты примерно совпадали по времени с экстремумами энергетической нагрузки зимой и летом, а также с периодами сброса нагрузки весной и набора - осенью. В результате удалось собрать необходимую информацию о концентрациях ВВ, увязанную с режимом работы энергопредприятий [4-7].

В данной статье, однако, главное внимание уделено анализу распределения ВВ по территории, для чего излагаются результаты типизации такого распределения в зависимости от направления ветра на высоте 100 м, т.е. на уровне источника выбросов ВВ. Целесообразность такой типизации объясняется тем, что ветер на высоте 100 м, несмотря на сложную орографию, близок к градиентному и его можно прогнозировать на основе анализа крупномасштабной синоптической ситуации. Зная связь между этим ветром, его полем у земли и концентрацией ВВ, можно прогнозировать распределение последних. Здесь также кратко излагаются результаты исследования изменения концентраций

примесей SO_2 и NO_2 в зависимости от термодинамической устойчивости нижнего слоя атмосферы и выпадения осадков.

Ветер у земли типизируется по направлению для каждого из трех имеющих наибольшую повторяемость румбов на высоте 100 м. Концентрации SO_2 и NO_2 даются в отношении к их средней величине по городу. Такой подход обусловлен тем, что нормированные значения в отличие от абсолютных величин концентраций не зависят от объемов выбросов в единицу времени, фонового уровня и др.

Район Усть-Каменогорска расположен у впадение реки Ульбы в Иртыш и представляет собой долину, окруженную со всех сторон отрогами горных хребтов и относительно открытую только с запада. В 120 км к северо-востоку расположен горный хребет Холзун, высшая точка которого 2674 м (г. Линейный Белок). От Холзуна к юго-западу отходят три хребта: Ульбинский, Ивановский и Убинский, по высотам мало ему уступающие (1895, 2778 и 1967 м соответственно). Отроги Ивановского хребта наиболее близко подходят к городу с востока - всего на расстояние 3 - 4 км, высоты их достигают здесь более 800 м над уровнем моря. Сам Усть-Каменогорск находится на высоте около 270 м над уровнем моря.

В северном направлении в 35 км от города располагается Убинский хребет. К западу местность несколько понижается и представляет собою обширную сильно всхолмленную равнину. К югу и юго-западу, постепенно повышаясь, местность переходит в отроги Калбинского хребта, ориентированного почти широтно. Восточнее и юго-восточнее города отроги Калбинского и Ивановского хребтов почти полностью перекрывают долину Иртыша, и река течет по узкому ущелью.

Своеобразие местоположения района сказывается на условиях формирования климата, протекании погодообразующих процессов и, соответственно, условиях накопления и рассеяния примесей в атмосфере. Факторами, способствующими диссипации примесей, являются: перенос (т.е. ветер), турбулентность, обусловливаемая термодинамическими характеристиками нижнего слоя атмосферы, осадки.

Поле ветра. Ввиду особенностей орографии региона средняя годовая скорость ветра в Усть-Каменогорске составляет только 2,7 м/с, наибольшая средняя месячная скорость ветра в мае (3,5 м/с), а наименьшая - в августе (2,1 м/с). Наблюдается высокая повторяемость штилей. Таким образом, один из основных физических факторов, способствующих переносу и диссипации примесей, имеет для Усть-Каменогорска довольно низкие динамические характеристики [12]. В то же время при прохождении атмосферных фронтов и грозах здесь наблюдаются большие скорости ветра, хотя и непродолжительные.

Таблица 1
 Распределение характеристик ветра у земли в зависимости от направления ветра на высоте 100 м

Точки наблюдения	Направление ветра на высоте 100 м											
	Юго-восточное			западное			северо-западное					
	α	γ	штгль, %	α	γ	штгль, %	α	γ	штгль, %	α	γ	штгль, %
пост № 12	205	1,1	37	290	0,7	53	265	6,5	00			
10 этаж	130	3,8	00	260	0,8	42	265	3,0	00			
пост № 5	210	1,0	12	85	1,6	40	265	4,0	00			
пост № 8	135	2,6	25	260	0,7	60	270	3,0	00			
пост № 4	122	1,8	37	280	0,5	73	190	2,0	50			
пост № 1	257	0,8	50	125	1,0	20	155	1,0	00			
пост № 7	160	0,1	88	260	0,2	80	315	2,5	00			
средняя, мвз	-	-	-	260	0,5	60	280	4,0	00			

Примечание. α - среднее направление (градус); γ - средняя скорость ветра у земли (м/с)

Преобладающими направлениями ветра на высоте 60 - 100 м, для Усть-Каменогорска являются юго-восточное, западное и северо-западное. Вначале предполагалось, что горно-долинная циркуляция вдоль Ульбы и Иртыша определяет основное перемещение воздуха в районе города при малоградиентном барическом поле. При активизации синоптических процессов градиентный ветер складывается с горно-долинной циркуляцией, подавляя или усиливая ее. В результате, поле ветра у поверхности земли сложное, и представляло интерес установить его особенности. Для этого строились карты распределения средних скоростей ветра и нормированных величин концентраций SO_2 и NO_x по данным, накопленным во время экспериментов, в зависимости от направления ветра на высоте 100 м (юго-восточного, западного и северо-западного). Осреднение за довольно длительный промежуток времени позволило избавиться от второстепенных деталей, что важно на начальном этапе анализа. Результаты расчетов характеристик ветра у земли для указанных направлений приведены в табл. 1, а нормированные концентрации SO_2 и NO_x - в табл. 2.

Таблица 2

Распределение относительных (нормированных) концентраций SO_2 и NO_x у поверхности земли в зависимости от направления ветра на высоте 100 м

Точки наблюдений	Направление ветра на высоте 100 м					
	юго-восточное		западное		северо-западное	
	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x	SO_2	NO_x
пост № 12	0,99	0,72	1,23	1,48	0,88	0,38
пост № 5	0,96	0,74	0,87	1,71	0,85	1,16
пост № 8	1,01	1,17	0,86	0,53	0,73	1,00
пост № 4	1,04	1,34	0,83	0,59	0,92	2,40
пост № 1	0,97	0,93	0,95	0,67	1,66	0,62
пост № 7	0,99	0,93	1,47	0,80	0,81	0,69
телемачта, низ	-	-	0,72	1,22	1,16	0,77
Средние концентрации по городу, ПДК	3,57	0,84	2,50	1,06	2,60	2,60
Размах варьирования	0,08	0,62	0,75	1,18	0,93	2,02

На рис. 2. представлена карта - схема распределения нормированных значений SO_2 и NO_x для юго-восточного ветра на высоте 100 м по данным летнего эксперимента. Кроме изолиний SO_2 и NO_x на карту нанесены изогахи средней скорости ветра у земли, т.е. на высоте 4-6 м, в точках отбора проб. Примечательной особенностью этого периода было то, что из энергетических предприятий "Алтайэнерго" работала только Усть-Каменогорская ТЭЦ, сжигающая менее 300 т угля в сутки. Скорость ветра в слое 60 - 100 м составляла 4-6 м/с. Все измерения и отбор проб выполнялись в соответствии с руководящими документами [4-9].

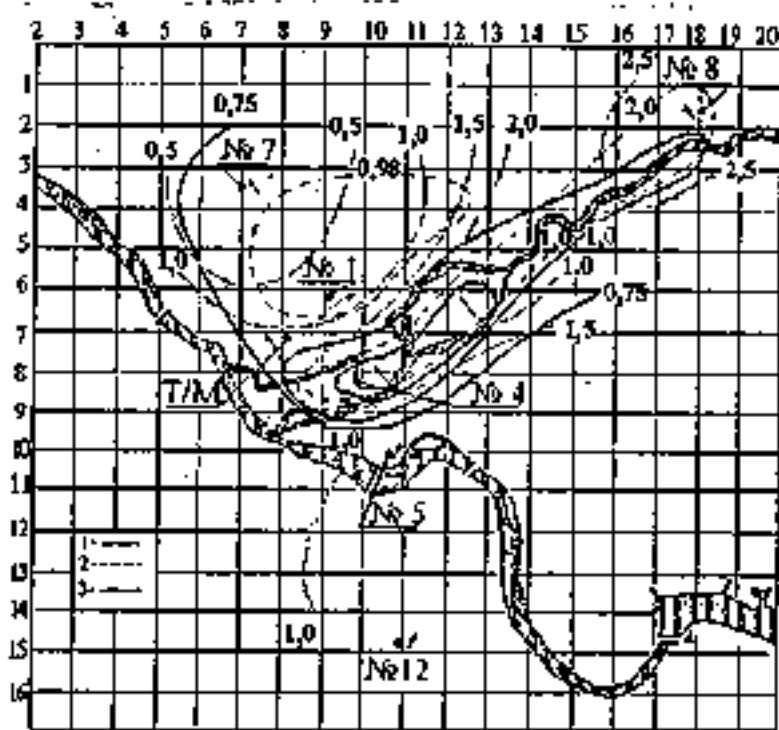


Рис. 2. Распределение скорости ветра у земли (1) и нормированных значений SO_2 (2) и NO_x (3) для юго-восточного ветра на высоте 100 м.

Можно видеть, что горно-долинная циркуляция играет заметную роль в атмосферной циркуляции района, особенно вдоль реки Ульбы. На выходе из гор средняя скорость ветра равнялась 2,6 м/с, а вниз по течению в связи с расширением долины быстро понижалась и в районе поста № 4 составила только 1,75 м/с. Летом горы остаются холоднее, чем равнина, не только ночью, но и днем. Поэтому большую часть суток ветер направлен вниз по течению.

Истинное направление ветра не совпадает, однако, с направлением реки, поскольку оно искажается склоновой циркуляцией, обусловленной близлежащими горами и постройками в районе измерений.

Циркуляция вдоль Иртыша оказалась относительно слабой, что обусловлено влиянием Усть-Каменогорского водохранилища, расположенного выше по течению, остающегося более теплым, чем окружающая местность в ночное время, когда горно-долинный ветер вниз по течению должен быть максимальным, а также почти полным перекрытием долины горами в районе плотины ГЭС.

Область минимальных скоростей ветра у земли имела место в западной части города (район Защиты), не вовлеченной в горно-долинную циркуляцию и прикрытую с севера и северо-запада горами. Только в один из сроков в течение эксперимента там наблюдался слабый ветер, а в остальные сроки - штиль. К востоку, у промплощадки, повторяемость штилей была в два раза ниже. В то же время, по наблюдениям за факелом из труб на промплощадке, ветер на высоте выбросов был слабым (2-4 м/с) и несколько неустойчивым по направлению в пределах 90-130°.

Распределение относительных концентраций ВВ в этот период хорошо согласуется с полем ветра. Известно, что на уровне трубы и выше примеси переносятся ветром, наблюдающимся на тех высотах, а затем, когда они опускаются в нижние слои, их дальнейшее перемещение и диссипация определяются скоростью ветра на этих высотах [1,2,10]. Ветры на высоте выбросов и у земли, действуя совместно, определяют распределение концентраций ВВ. При этом, естественно, на формировании поля концентраций сказываются вертикальная устойчивость атмосферы и наличие осадков.

Наибольшие относительные концентрации SO_2 и NO приходится на район долины Ульбы (посты № 8 и № 4), т.е. все, что переносилось с составляющей ветра к руслу реки, концентрировалось вдоль нее [3]. Поскольку ветер у земли был слабым, диссипация ВВ происходила медленно. Последнее особенно характерно для района поста № 7. Несмотря на то, что в этом направлении вынос ВВ происходил с некоторыми перерывами, их концентрация, особенно SO_2 , была высокой, поскольку в течение почти всего времени обобщения здесь отмечался штиль. Поэтому ВВ, оседая, накапливались длительное время. Концентрация SO_2 здесь по величине близка к ее значению в районе максимума (пост № 4), а NO , - в два раза ниже. Можно предположить, что последнее связано с меньшим количеством работающих транспортных средств в районе поста № 7, чем в районах постов № 4 и № 8. Самые низкие относительные концентрации NO , имели место в районе постов № 12 и № 5, расположенных с наветренной стороны города.

Во время осеннего эксперимента преобладающим направлением ветра на высоте трубы тоже было юго-восточное и распределение поля скоростей ветра напоминало летнее с единственным отличием - повсеместно средние скорости были больше, чем летом. Заметно выше были скорости ветра вдоль Иртыша и Ульбы. В то же время в районе промплощадки и Защиты скорости ветра были слабыми с высокой повторяемостью штилей.

Соответственно, самый высокий уровень концентрации SO_2 имел место в районе поста № 7, а NO_x - в районе поста № 1. В других районах города концентрации обоих ингредиентов были или ниже (SO_2) или такими же, как и летом (NO_x), что обусловлено более высокими скоростями ветра у земли (см. табл. 1 и 2.).

Ввиду большого сходства распределения средних скоростей ветра у земли и нормированных величин SO_2 и NO_x летом и осенью карта за период осеннего эксперимента не представляется.

Во время зимнего эксперимента, по данным на телемачте на высоте 100 м, преобладающим был ветер устойчивого западного направления со скоростью около 2 м/с. Примерно такой же ветер имел место на посту № 10 (высота 35 м), но здесь в 40 % случаев наблюдались штили, а направление было менее устойчивым. Интересно, что ветер, измеренный на крыше здания Гидрометцентра, расположенного в районе поста № 5, т.е. вблизи Иртыша, имел большие скорости (3-7 м/с), однако повторяемость штилей тоже была около 40 %.

Распределение скорости ветра и относительных концентраций SO_2 и NO_x у земли зимой при западном ветре на высотах представлено на рис. 3. Можно видеть, что устойчивый западный ветер приводит к образованию области повышенных скоростей в центральной части долины, ориентированной к северо-востоку. К северо-западу и юго-востоку от нее скорости ветра понижаются. Низкие скорости ветра отмечаются и на посту № 12, поскольку этот район защищен от западных ветров холмами, расположенными рядом. Вдоль Иртыша вниз по течению формируется, однако, довольно интенсивный компенсирующий поток воздуха, фиксируемый на постах № 5 и № 15 (здание Гидромета). В районе поста № 1 ветер у земли имеет устойчивое юго-восточное направление и, несмотря на относительно слабый ветер на высоте трубы, у максимума SO_2 (пост № 7) концентрации NO_x были невысокими, они оставались низкими в районе промплощадки на посту № 1. Самые низкие относительные концентрации NO_x имели место вдоль Ульбы (посты № 4 и № 8). Это указывает так же на сложность проблемы установления источников выбросов NO_x , ответственных за формирование высоких концентраций ВВ у поверхности [1-11], которая в рамках данной статьи не рассматривается.

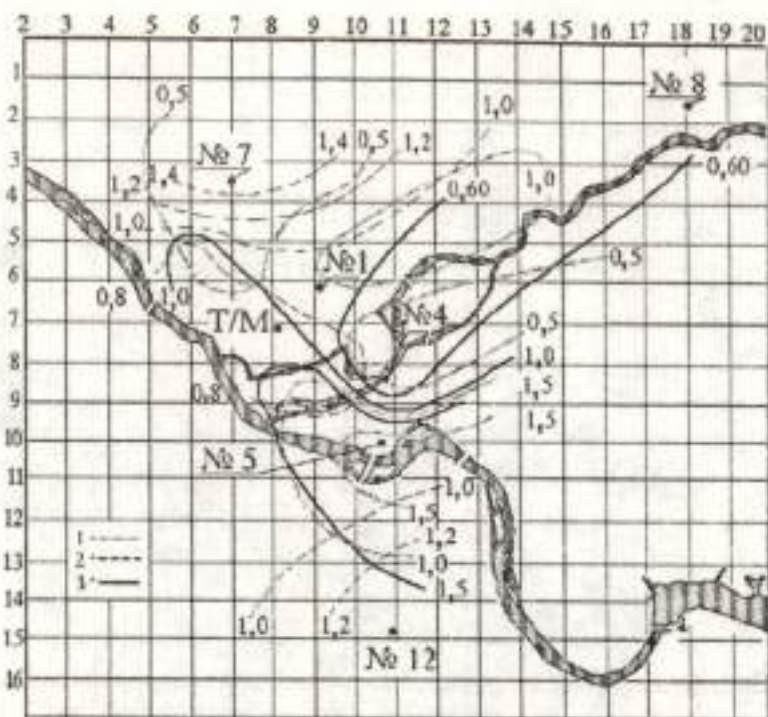


Рис. 3. Распределение скорости ветра у земли (1) и нормированных значений SO_2 (2) и NO_x (3) для западного направления ветра на высоте 100 м

Распределение средних скоростей ветра и нормированных концентраций SO_2 и NO_x у земли (см. рис.3), можно считать типичным для относительно устойчивого, но не сильного, 4-6 м/с, западного ветра на высоте 100 м. Северо-западные ветры связаны с активными синоптическими процессами, в частности с прохождением атмосферных фронтов с северо-запада. Естественно, что скорости ветра при этом выше средних, а само время существования этого направления непродолжительно. На рис. 4 представлено распределение средних скоростей ветра и относительных концентраций SO_2 и NO_x при нем. Можно видеть, что поле средних скоростей у земли довольно простое. Минимум скоростей располагается в северо-западной части долины, т.е. с подветренной стороны гор. Область малых скоростей вытянута к юго-востоку, захватывая и промплощадку. К востоку, югу и западу от этой области скорости ветра увеличиваются. В соответствии с теорией, воздушный поток за хребтом должен опускаться вниз, образуя роторные волны на границе резкого изменения скорости ветра по высоте [1,2]. Следствием этого является интенсивная крупномасштабная турбулентность, приводящая к разрыву струи

выбрасываемых газов и прижиманию ее к земле. В результате возможны локальные многократные увеличения концентрации ВВ. Поскольку у земли ветры слабые, то такие области повышенных концентраций ВВ существуют довольно долго, медленно мигрируя по территории.

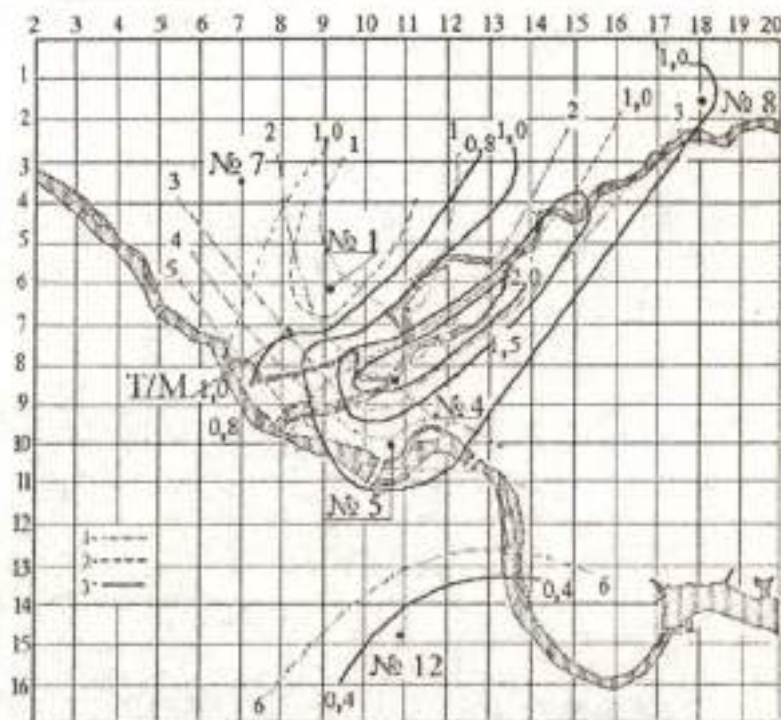


Рис. 4. Распределение скорости ветра у земли (1) и нормированных значений SO_2 (2) и NO_x (3) для северо-западного направления ветра на высоте 100 м

Максимум средней скорости ветра имел место в районе поста № 12, т.е. с наветренной стороны предгорий Калбинского хребта. Направление ветра у земли в разных частях города было разным (см. табл. 1.). Так, в районе постов № 12, № 5 и № 8 оно было западно-юго-западным, в районе поста № 1 - юго-восточным или наблюдался штиль, а в районе поста № 4 - юго-западным. Большая изменчивость направления ветра у земли указывает на интенсивное перемешивание воздуха по вертикали, а малые скорости у земли при скоростях 7-8 м/с на высоте 60 - 100 м - о больших вертикальных сдвигах скорости, являющихся благоприятной основой для крупномасштабной турбулентности, которая, как следует из уровня концентраций ВВ у земли, имела место.

Максимум NO_x в районе поста № 4 обусловлен именно крупномасштабным перемешиванием, усиленным выпадавшими иногда осадками. Максимум двуокиси серы располагался северо-западнее от максимума NO_x , в районе поста № 1. Распределение средних скоростей ветра и относительных концентраций SO_2 и NO_x , (см. рис. 4.) можно считать типичным для северо-западных ветров на высотах 60-100 м над поверхностью земли. Типичными являются и большие вертикальные сдвиги скорости ветра, и интенсивная крупномасштабная турбулентность.

Построенные типовые карты распределения у земли скорости ветра и нормированных концентраций SO_2 и NO_x для трех основных его направлений на высоте 100 м прошли проверку на материалах наблюдений Гидрометцентра за 1994 - 1995 гг. Была подтверждена хорошая согласованность типизируемых параметров с реально наблюдавшимися распределениями [3].

Распределение температуры с высотой. Скорость поступления или оседания примесей зависит от интенсивности мелкомасштабной турбулентности атмосферы, которая, в свою очередь, определяется вертикальным сдвигом ветра и термической неустойчивостью. В холодный период года эта характеристика косвенно учитывается через скорость ветра, а в теплый - требует дополнительного учета через параметры термической неустойчивости.

При слабом ветре интенсивность процессов накопления примесей, особенно в холодный период, определяется еще и объемом пространства, в котором это происходит, т.е. еще высотой и мощностью приподнятой инверсии, имеющей повторяемость около 90 % для этого региона в холодное время года [13].

Рассмотрим распределение температуры с высотой в слое земля - 100 м как показателя термической устойчивости во взаимосвязи с изменением концентраций SO_2 и NO_x . На рис. 5 представлен временной ход разности температур в слоях земля - 60 м и 60 - 100 м в районе телемачты, взятых в качестве меры устойчивости атмосферы. Чем разность больше, тем сильнее развита турбулентность, разрушающая факел, и тем выше уровень загрязнения у земли, что подтверждается теоретическими и многочисленными экспериментальными исследованиями ряда авторов [1,2 и др.]. Именно такую зависимость мы и видим. В сроки, когда разность температур достигает максимума (15 ч), содержание SO_2 в атмосфере наибольшее. Эта зависимость видна и в суточном ходе NO_x , но несколько слабее. Анализ суточных колебаний SO_2 и NO_x показал, что их величины могут изменяться в больших пределах: до 80 и 60 % величин средних приземных концентраций соответственно.

Осадки. В районе Усть-Каменогорска выпадает довольно большое количество осадков по сравнению с равнинными районами

Казахстана [12]. Среднее годовое количество осадков составляет 536 мм. В холодный период выпадает 37 % их годовой суммы.

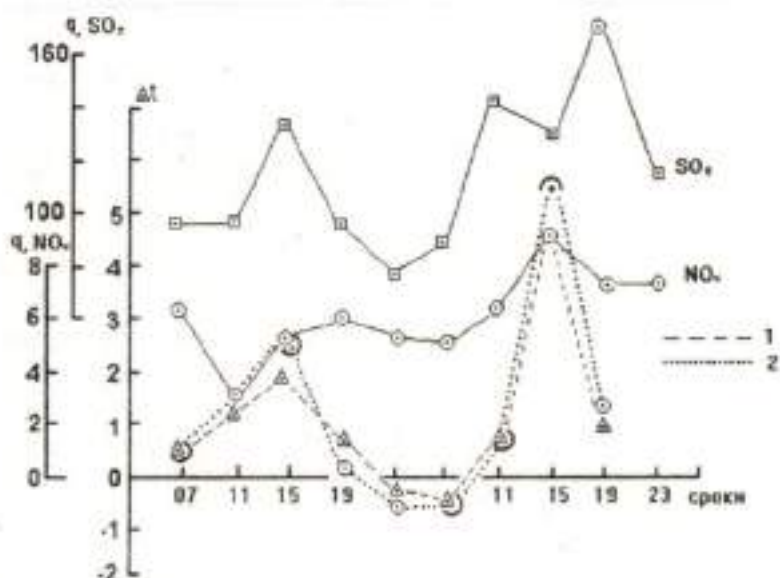


Рис. 5. Временной ход разности температур в слоях земля - 100 м (1) и 60-100 м (2) и концентраций SO_2 и NO_x у земли

Количество суток с твердыми осадками в году составляет 57. Этот физический фактор приводит к практически полному вымыванию большинства примесей из атмосферы в почву, поверхностные воды и т.д. Его роль для города значительна [3,12]. Для оценки влияния этого фактора, помимо данных, полученных во время эксперимента, использованы наблюдения Гидрометцентра за 1994 и 1996 гг. Сравнивались концентрации SO_2 и NO_x перед началом осадков, во время их выпадения или сразу по окончании. Найдена следующая зависимость: концентрация SO_2 во время осадков увеличивается в среднем в 1,7 раза по сравнению с ее концентрацией перед их началом, а концентрация NO_x - 1,5 раза. Такие колебания концентраций соизмеримы с их вариацией при изменении технологических режимов работы энергопредприятий [6-11]. В то же время увязать изменение концентраций ВВ с количеством или интенсивностью осадков не удалось в виду отсутствия данных измерений этих характеристик в местах взятия проб воздуха.

В результате выполненных исследований особенностей распределения концентраций ВВ в воздушном бассейне города получено следующее:

– построены типовые карты распределения скорости ветра и нормированных концентраций SO_2 и NO_x для трех наиболее часто встречающихся направлений ветра: юго-восточного, западного и северо-западного на высотах 60 - 100 м, что дает возможность прогнозировать распределение концентраций этих ингредиентов по городу;

– показано, что при северо-западном ветре, отличающемся большими скоростями на высотах 60-100 м и слабыми ветрами или штилем у земли, значительны нисходящие потоки и крупномасштабная турбулентность, способствующие опусканию выбросов ВВ до земли, приводящему к образованию здесь очагов с большой их концентрацией;

– концентрация ВВ у земли сильно зависит от вертикальной устойчивости атмосферы. В зависимости от распределения температуры в слое земля-100 м она может изменяться в 1,5 - 2,0 раза;

– выпадение осадков повышает концентрацию SO_2 у земли в среднем в 1,7 раза, а NO_x - в 1,5 раза. Концентрация SO_2 у промплощадки при осадках повышается сильнее (примерно на 30 %), чем в других точках, что объясняется большей ее концентрацией у источника на высотах, чем на расстоянии от него;

– вариации концентраций ВВ под влиянием метеоусловий соизмеримы, а часто превышают их колебания, вызванные сменой технологических режимов работы энергетических предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. - 448 с.
2. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 273 с.
3. Исследование динамики приземных концентраций ВВ от теплоисточников "Алтайэнерго": Отчет о НИР/ЭИ и КазГУ, научный руководитель В.С. Чередниченко. - № ГР 019500299069. - Алматы, 1995. - 40 с.
4. Руководящий документ. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 93 с.
5. Руководящий документ. Отраслевая инструкция по нормированию вредных выбросов в атмосферу для тепловых электростанций и котельных. РД 34.02.303-91.-Свердловск: Уралтехэнерго, 1991.-66 с.

6. Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭЦ. - М.: Энергоиздат, 1981. - 295 с.
7. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04. - 186-89. - М.: Гидрометеиздат, 1991. - 693 с.
8. Сборник законодательных нормативных и методических документов для экспертизы воздухоохраных мероприятий. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 319 с.
9. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 183 с.
10. Сонькин Л.Р. Синоптико - статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 223 с.
11. Экологические проблемы энергетики./ Под ред. Панина А.А. - Новосибирск: Наука, 1989. - 322 с.
12. Справочник по климату СССР. Вып.18. Казахская ССР. Ч.3. Ветер. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 668 с.
13. Справочник по климату СССР. Вып.18. Казахская ССР. Ч.2. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 550 с.

Казахский Государственный Национальный
Университет им. аль - Фараби

Акционерное Общество "Алтайэнерго"

Казахский научно - исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ӨСКЕМЕН ҚАЛАСЫНЫҢ АУА АЛҚАБЫНДА
SO₂ МЕН NO_x ҚОСПАСЫНЫҢ
МЕТЕОЖАҒДАЙҒА БАЙЛАНЫСТЫ
ОРНАЛАСУЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

ЖМ АҒ академигі В.С. Чередниченко
Техн. г. канд. А.А. Тютяев
В.С. Недовесов
А.В. Чередниченко

Өскемен қаласының әр түрлі аудандарында жиіленген эксперименттік өлшеулердің метеорологиялық мөлшерлері мен зиянды заттардың қоюлану нәтижелерін қолдану арқылы жер бетіне жақын SO₂ мен NO_x элементтерінің қайталануы ең жиі кездесетін үш румбтар үшін 100 м биіктікте желдің бағытына байланысты қалыпты қоюлануының және желдің орташа алқабының түрлі үлгісі жасалды. Биіктіктегі өлшеулердің нәтижелері бойынша 100 м жер қабатында температураның реттелуімен және жер бетіне жақын SO₂ және NO_x қоюланудың арасындағы сандық байланысына баға берілді. Сонымен қатар қоспалардың қоюлануына жауын-шашынның әсеріне баға берілді.

УДК. 550.84:504.054(574.21)

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА СОКОЛОВСКО -
САРБАЙСКОГО ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Академик АН ВШК	В.С. Чередниченко
Канд.хим.наук	Н.Д. Стороженко
Канд.с.-х.наук	А.Г. Олейников
	Б.И. Свирякин
	В.Н. Зиньковский
	В.А. Зубов
	А.В. Чередниченко

Изучены особенности и выполнена комплексная оценка влияния хвостохранилища фабрики мокрой магнитной сепарации на окружающую среду. Показано, в частности, что чеганские глины не являются идеальным водоупором, и загрязнение подземных вод на начальном этапе эксплуатации хвостохранилища было значительным. Процессы коагуляции, обусловленные структурой складываемого материала, привели, однако, со временем к значительному снижению коэффициента фильтрации.

Оценено так же загрязнение почвы и атмосферы и определены условия, при которых возможна дальнейшая эксплуатация хвостохранилища. Изложенные подходы применимы к оценке других хвостохранилищ подобного типа.

Оценка влияния на окружающую среду любого хвостохранилища представляет собой сложную научно-техническую задачу, поскольку это влияние определяется, помимо конструктивных особенностей самого хвостохранилища, еще и целым комплексом параметров окружающей среды. Из их числа наиболее важными являются геологические, гидрогеологические, геоморфологические и геохимические условия района размещения хвостохранилища, а также природно-климатические характеристики, состояние почв и растительного покрова [15].

Хвостохранилище фабрики мокрой магнитной сепарации (ФММС) Соколовско - Сарбайского горнообогатительного объединения (ССПО) эксплуатируется достаточно долго (более 30 лет) и на протяжении всего этого срока неоднократно являлось объектом пристального внимания как со стороны службы эксплуатации комбината и исследователей, так и контролирующих органов. В результате нако-

плен весьма значительный объем материалов, позволяющих оценить не только воздействие хвостохранилища на компоненты окружающей среды, но и проследить динамику развития этого влияния на разных этапах его эксплуатации. Представляется, что именно особенности динамики изменений заслуживают наибольшего внимания и могут быть полезны при оценке и прогнозе воздействия на окружающую среду других хвостохранилищ.

Хвостохранилище ФММС расположено на территории, относящейся к подзоне засушливой разнотравно-злаковой степи на южных суглинистых, малогумусовых, местами солонцеватых черноземах. Хвостохранилище состоит из двух отсеков общей площадью 1005 га. Первый, площадью 500 га и высотой 30 м, заполнен до проектной отметки в 1974 г., и его эксплуатация прекращена. Три четверти его площади заняты прудом для сокращения поверхности пыления. Второй отсек, площадью 505 га, находится в эксплуатации. Его максимальная высота над прилегающей местностью достигает 36 м. Поверхность пруда также составляет три четверти общей площади отсека. В настоящее время ведется строительство третьего отсека хвостохранилища с проектной площадью около 700 га и высотой 30 м. Заскладируемые отходы обогатительных фабрик относятся к намывным искусственным грунтам, то есть к антропогенным образованиям, характерными признаками которых являются: преимущественное содержание в них песчаных частиц, преобладание первичных минералов над вторичными, рыхлость и сыпучесть в сухом состоянии.

Рассматриваемые хвостовые отложения представляют определенную опасность для окружающей среды из-за наличия в них большого количества сульфидных минералов (до 10 % по массе). Дисперсии этих минералов, складируемые на дневной поверхности, в условиях значительной аэрации и достаточного увлажнения оказывают влияние на солевой состав хвостовых отложений и почв из-за интенсивного окисления их с образованием сульфатных соединений. Подкисление хвостовых отложений за счет продуктов выветривания сульфидных минералов приводит к увеличению количества воднорастворимых солей тяжелых металлов (в первую очередь железа, марганца, меди, свинца, титана, цинка и др.) [7, 19]. Рыхлость и малая связность частиц хвостовых отложений в условиях интенсивной ветровой деятельности способствуют выносу мелких фракций и загрязнению ими прилегающих к хвостохранилищу территорий.

Для выяснения степени влияния хвостовых отложений ФММС на прилегающие территории в ряде точек были отобраны пробы почв и растительного материала. Результаты химического анализа почвенных проб показывают, что вблизи хвостохранилища почвы содержат большое количество железа, меди и цинка, в 2-3 раза превышающее

фоновое. При этом имеет место высокое содержание подвижных форм марганца и меди. (табл.1.)

Таблица 1

Содержание некоторых химических элементов в почвах территорий, прилегающих к хвостохранилищу ФММС, мг/кг

Определяемый химический элемент	1 точка (2 км севернее хвостохранилища)	2 точка (0,3 км севернее хвостохранилища)	3 точка (2 км восточнее хвостохранилища)
Ванадий (валовое)	200	250	300
Железо(общее)	16500	13750	27500
Марганец (валовое)	470	470	620
Марганец (подвижное)	25	42	27
Медь (валовое)	72	90	67
Медь (подвижное)	4	4	4
Свинец (валовое)	13	12	20
Фосфор (валовое)	250	280	470
Цинк (валовое)	100	130	130
Цинк (подвижное)	1,0	1,8	0,8

Наиболее загрязнены почвы вблизи первого отсека хвостохранилища, что объясняется более длительным его использованием (с 1965 года) и большими объемами выноса заскладированных отложений под воздействием ветра. В почвах участка, отведенного под третий отсек хвостохранилища, содержание кобальта и меди (в 3 раза), никеля (в 1,5 раза), таллия (в 50 раз) превышает фоновый уровень [3, 7]. Это обусловлено, по-видимому, приносом на этот участок перевезенного материала с хвостохранилища. Действительно, в хвостовых отложениях кобальта в 20 раз, меди в 30-40 раз, свинца в 2-3 раза, цинка в 5-10 раз и т.д. больше, чем в почвах прилегающей территории. В почвах на территориях, прилегающих к хвостохранилищу с юга и севера, содержание тяжелых металлов находится в пределах фонового уровня.

Распределение тяжелых металлов в почвах вокруг хвостохранилища позволяет предположить, что перенос из него субстанции под действием ветра должен быть значительным. Для количественной оценки такого переноса выполнены специальные экспедиционные измерения пыления хвостохранилища.

Сущность примененного метода заключается в том, что на границе санитарно-защитной зоны хвостохранилища отбирались пробы воздуха на содержание пыли с наветренной и подветренной сторон объекта с одновременным измерением скорости ветра в соответствии с общепринятой методикой [15]. Для повышения достоверности отбор проб осуществлялся не менее трех раз с каждой стороны. Количество пыли, полученное как разность ее содержания в пробах подветренной и наветренной сторон, принималось за пыление с поверхности хвостохранилища при данной скорости ветра. Закон изменения количества выносимой пыли в зависимости от скорости ветра известен [16]. Однако требуется привязать его к гранулометрическому составу материала, слагающего пылящую поверхность, что и сделано посредством измерения пыления при известной скорости ветра. Кроме того, приходится учитывать, что запас готовой к переносу субстанции не является бесконечным, и, при сохранении скорости ветра неизменной, объем выносимой субстанции со временем несколько уменьшается (если скорость ветра более 10-12 м/с). С учетом этого фактора, поправка на который найдена экспериментально, объем переноса субстанции во всем диапазоне скоростей хорошо описывается выражением

$$Q_v = [0,2 (2 + N) \cdot V^2 \cdot (V - 3)] Q_n, \quad (1)$$

где Q_v - плотность массового расхода субстанции, выносимого за границу санитарно-защитной зоны при скорости ветра V , $\text{мг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$; V - возможные скорости ветра для данного региона, м/с; N - множитель, равный доле частиц размером менее 0,1 мм в единице объема, в долях единицы; Q_n - количество субстанции, выносимое при скорости ветра, определяемое по результатам отбора проб воздуха.

Результаты расчетов по формуле (1) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Концентрация пыли в воздухе на границе санитарно-защитной зоны хвостохранилища в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25
Концентрация пыли, $\text{мг}/\text{м}^3$	0,1	0,3	0,5	0,8	1,2	1,7	2,4	3,0	4,0	5,0	5,5

На основе данных (см. табл. 2) и распределения ветра по градациям и месяцам года (М Костанай), вычислено для всех сезонов число случаев, в которые содержание пыли в воздухе на границе са-

нитарно-защитной зоны будет превышать ПДК. Поскольку отметки хвостохранилища превышают высоту, на которой измеряется ветер у земли (≈ 10 м), то метеорологические данные необходимо привести к уровню хвостохранилища [9,16,17]. С учетом этого получено, что число суток со сверхнормативным пылением равно: зимой 5, весной и летом 8, а осенью 4. В пределах санитарно-защитной зоны число суток со сверхнормативным пылением пляжа и откосов хвостохранилища будет больше.

Крупная часть субстанции выпадает в санитарно-защитной зоне, поэтому за ее пределы распространяются только взвешенные частицы, способные переноситься на большие расстояния, поскольку скорость их осаждения чрезвычайно мала [17]. Таким образом, без принятия специальных мер пыление хвостохранилища в ветреные дни создаст недопустимо высокую концентрацию пыли в воздухе на границе санитарно-защитной зоны и за ее пределами. Пыление хвостохранилища может быть уменьшено до допустимых пределов на границе санитарно-защитной зоны. Для этого, как показывают расчеты, общая площадь поверхности, склонной к пылению, должна быть сокращена до 60 га. Это условие может быть выполнено, если весь первый отсек хвостохранилища и низовые откосы второго подвергнуть рекультивации. Для предотвращения пыления пляжа второго, а также вводимого в эксплуатацию третьего отсека, должны использоваться методы временного закрепления пылящих поверхностей.

Влияние хвостохранилища на подземные воды представляется значительным и непостоянным во времени. Для его оценки, кроме материалов, полученных Казмеханобром [13], использованы также данные Затобольской гидрогеологической экспедиции, в том числе результаты изысканий на площадке строительства третьего отсека [5,6,10,11,14,18].

При оценке влияния первых двух отсеков хвостохранилища фабрики мокрой магнитной сепарации ССГПО и прогнозировании влияния третьего отсека исходили из того, что производительность фабрики, а также технология обогащения останутся такими, какими они были в течение последних тридцати лет. Соответственно, общий объем фильтрационных вод, поступающих в подземные водоносные горизонты, останется неизменным при своевременном выводе из эксплуатации первого и второго отсеков и предположении, что все отсеки находятся в одинаковых геологических и гидрогеологических условиях. При этом степень загрязнения реки Тобол также останется на нынешнем уровне. До выполнения настоящих исследований считалось, что причиной относительно благополучного положения дел с фильтрацией из первых двух отсеков является наличие в их основании слоя чеганских глин, хотя отдельными исследователями было показано, что влияние хвостохранилища на подземные воды района

несомненно имеет место [1]. Так, концентрация марганца в отдельных пробах превышала 18 ПДК, железа и кадмия — в несколько раз. Там же отмечалось, что уже спустя шесть лет после пуска в эксплуатацию второго отсека загрязнение достигло реки Тобол. Отсюда был сделан важный вывод, что чеганские глины не являются идеальным водопором.

В отличие от обычной водоподъемной плотины, в хвостохранилище в процессе эксплуатации на дне отстойного пруда откладывается наиболее тонкодисперсная часть хвостов, и объем фильтрующих стоков будет в значительной мере определяться мощностью и степенью консолидации этих отложений. Так, через несколько лет после пуска в эксплуатацию первого отсека хвостохранилища, при анализе результатов режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод было отмечено, что по сравнению с результатами предпроектных изысканий имело место повышение уровня грунтовых вод на 2,0 - 2,5 м [14, 18]. После 30 лет эксплуатации хвостохранилища (в 1995 году) маршрутное обследование района показало, что фактические уровни грунтовых вод находятся на глубинах 1,4 - 4,9 м, что близко к естественному их положению [11].

Это противоречие может быть объяснено тем, что в начальный период эксплуатации хвостохранилища, когда толщина намытых хвостов была незначительной, имела место интенсивная фильтрация воды из отстойного пруда и, как следствие, подъем уровня грунтовых вод. По мере накопления на дне пруда слоя мелких частиц их экранизирующее влияние возрастало как за счет увеличения мощности, так и за счет того, что под влиянием вышележащей толщи отложений их нижние слои постепенно уплотнялись, что влекло за собой снижение их водопроницаемости и, следовательно, уменьшение объемов фильтрации.

Наличие вышеописанного механизма снижения фильтрации подтверждается расчетами. Согласно изысканиям Затобольской экспедиции, коэффициент фильтрации четвертичных аллювиальных отложений, слагающих основание третьего отсека, составляет 0,3 м/сут. Коэффициент фильтрации консолидированных донных отложений отстойного пруда не превышает, как правило, 0,05 м/сут. Тогда для расчета интенсивности удельной фильтрации (q) воспользуемся приведенным в [8] выражением

$$q = \frac{k \cdot (H + M)}{M}, \quad (2)$$

где k — коэффициент фильтрации экрана, м/сут; M — его мощность, м; H — глубина воды, м.

В начальный период эксплуатации отсека мощность экрана минимальна, прием ее равной 0,1 м. При глубине пруда $H=1,0$ м, получим значение удельной инфильтрации, равное 0,55 м/сут. Тогда общий объем фильтрующей воды равен около 0,83 млн $\text{м}^3/\text{сут}$, что почти соответствует общему объему стоков, образующимся на фабрике. Таким образом, в начальный момент заполнения отсека значительная часть поступающих в него стоков будет фильтроваться, вызывая подтопление территории вокруг хвостохранилища и загрязнение подземных вод.

С увеличением мощности экрана из тонкодисперсных хвостовых отложений объемы фильтрации будут уменьшаться. Расчеты по (2) показывают, что основное снижение происходит при увеличении мощности экрана до 1,0 м.

Расчетные данные хорошо согласуются с реальными объемами фильтрации. В настоящее время расход дренажных вод второго и первого отсеков составляет 12,9 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$. При суммарной фактической площади отстойных прудов 5,26 млн м^2 можно найти, что инфильтрация составляет около 0,0025 м/сут, то есть она примерно в 20 раз меньше полученной расчетами по формуле (2).

Наблюдающееся несоответствие объясняется тем, что не учтена коагулирующая роль тонкодисперсной части хвостов, которая может оказать заметное влияние на скорость фильтрации. Основным критерием возможности осуществления коагуляции является соблюдение неравенства [12]

$$\frac{D}{d} \leq 5 + 6, \quad (3)$$

где D - усредненный размер диаметра пор коагулируемого грунта, d - среднее значение диаметра частиц взвеси.

Для исследуемого хвостохранилища условие (3) вполне выполнимо, поскольку около 48 % частиц мельче 0,044 мм и способны проникнуть в трещины и поры покровных грунтов. Следовательно, наряду с экранированием дна отстойного пруда, тонкодисперсная часть хвостов играет важную роль в процессах коагуляции аллювиальных отложений в основании хвостохранилища. Реальность таких процессов подтверждается наблюдениями на других хвостохранилищах. Например, на старом хвостохранилище медной обогатительной фабрики Алматинского горно-металлургического комбината водооборот составлял 95 %, в то время как на новом едва достигал 50 %.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что наиболее интенсивное поступление загрязненных стоков в подземные воды имело место в начале эксплуатации первого и второго отсеков хвостохранилища. При определенных условиях, практически вся по-

даваемая в хвостохранилище жидкая составляющая пульпы могла фильтровать в подземные горизонты, то есть произошел как бы «залповый сброс» загрязненных стоков. Затем, по мере намыва экрана и кольматации грунтов основания, объем фильтрующих стоков постепенно уменьшался, но загрязнение подземных вод и грунтов основания уже произошло. Последующее увеличение мощности хвостовых отложений на дне отстойного пруда повлекло за собой, как уже было показано выше, уменьшение объемов загрязняющих веществ, поступающих в подземный поток. Но это не означает, что сразу начала уменьшаться концентрация загрязняющих веществ в подземных водах. Теперь уже сами грунты, будучи ранее загрязненными, становятся источником загрязнения подземного потока. Этот процесс может быть весьма продолжительным по времени. Время (t), через которое химический состав грунта вернется в исходное состояние, согласно [2], можно рассчитать по формуле

$$t = t_{\text{инт}} \cdot \left[1 - \frac{(1 + B_d) \cdot B_c}{B_d(1 + B_c)} \right], \quad (4)$$

где $t_{\text{инт}}$ — время, в течение которого загрязняющие вещества поступали в подземный поток; B_c и B_d — параметры сорбции и десорбции вещества.

Для песка крупностью 0,25 - 1,0 мм при фильтрации со скоростью $V=3,14$ м/сут для цинка, марганца и меди эти параметры равны: $B_c = 0,14-30,0$ и $B_d = 25,0 - 50,0$. Нетрудно найти, что для $B_c = 5,0$ и $B_d = 10,0$ при $t_{\text{инт}}$ равно только одному году время десорбции будет равно 12 годам. Таким образом, наличие загрязняющих веществ будет отмечаться через много лет после факта загрязнения. В реальных же условиях при эксплуатации хвостохранилища поступление загрязняющих веществ в подземный поток, хотя и в небольших количествах, но все-таки продолжается. Это приводит к некоторому увеличению их концентрации в потоке вблизи хвостохранилища до того момента, пока объем загрязнений, привносимый фильтрационным потоком из хвостохранилища, не сравняется с объемом, выносимым подземным потоком [4].

Анализ полученных результатов позволяет сделать ряд выводов. При условии своевременного прекращения эксплуатации первого и второго отсеков хвостохранилища и сохранении современных объемов фильтрационных вод, поступающих в подземные водоносные горизонты, степень загрязнения реки Тобол останется на вполне

допустимом уровне. Своевременная консервация отсеков хвостохранилища позволит существенно снизить, за счет выполнения санитарно-гигиенической рекультивации и закрепления низовых откосов, загрязнение атмосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бастанжиева Е.Д. Отчет о результатах гидрогеологической и инженерно-геологической съемки с геологической съемкой дочетвертичных и четвертичных отложений масштаба 1:50000 в 1987-1991 гг. для целей ПГС на Кустанайском промрайоне. - Кустанай: Изд. СКТГФ, 1991. - 52 с.
2. Бочевер Ф.М., Лапшин Н.Н., Ораловская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения. - М.: Недра, 1979. - 9 с.
3. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саев, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. - М.: Недра, 1990. - 335 с.
4. Гидрогеология и охрана окружающей среды горнорудных районов Северного Казахстана / В.В. Веселов, Т.Т. Махмутов, М.Б. Едигенов и др. - М.: Недра, 1992. - 120 с.
5. Гидравлические исследования прорыва дамб хвостохранилища и предложения для проектирования защитных мероприятий объектов ССГОКа // Технический отчет. - М.: Изд. Института ВодГЕО, 1982. - 32 с.
6. Гидрогеологические работы по изучению режима подземных вод на площадке реконструкции хвостового хозяйства, Васильевского и Темир-Булакского накопителей в г. Рудном Кустанайской области. - М.: Изд. Институт Фундаментпроект, 1991. - 34 с.
7. Емельянов И.И. Динамика органических остатков в темнокаштановых карбонатных почвах. // Тр. ин-та почвоведения АН КазССР. - 1963. - Вып. 14. - С 242 - 256.
8. Муфтахов А.Ж. Фильтрация загрязненных вод к кольцевому горизонтальному дренажу. // Тр. ВодГЕО. - 1987. - Вып. 23. - С. 214 - 224.
9. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 18. Кн. 2, Казахская ССР. - Л.: Гидрометеониздат, 1989. - 440 с.
10. Отчет об инженерно - геологических изысканиях на площадке третьего отсека хвостохранилища / Институт Фундаментпроект. - № ГР 01.89.0017711; инв. № 00295.00109509. М., 1990. - 120 с.
11. Отчет о результатах инженерных изысканий на территории проектируемого 3^{-го} отсека хвостохранилища фабрики ММС ССПО/ Загобольская гидрогеологическая экспедиция. - Костанай: Изд. АО "Кустанайгидрогеология", 1996. - 48 с.
12. Патрашев А.Н., Напорное движение грунтового потока насыщенного мелкими песчаными и глинистыми частицами. Ч.1.

- Заиление грунтовых скелетов// Изв. ВНИИГ. - 1985. - Т. 15. - С. 111 - 118.
13. Предварительная оценка влияния хвостохранилища фабрики ММС и породных отвалов ССГПО на окружающую среду: Отчет НИР/ ГНПОПЭ Казмеханобр. - № ГР 01.95.0010713; инв. № 00144. 00109512. - Алматы, 1994. - 27 с.
 14. Прогноз возможности загрязнения р. Тобол при наращивании хвостохранилища ССГОКа и разработка рекомендаций по предотвращению пыления хвостов. - Белгород: Изд-во Института ВиОГЕМ, 1990. - 49 с.
 15. РНД 03.3.0.4.01 - 95. Методические указания по оценке влияния на окружающую среду размещенных в накопителях производственных отходов, а также складированных под открытым небом продуктов и материалов. - Алматы, 1995. - 17 с.
 16. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. - Л.: Гидрометеоздат, 1986. - 181 с.
 17. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеоздат, 1991. - 223 с.
 18. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на объекте Хвостовое хозяйство Соколовско - Сарбайского ГОКа в г. Рудном / Институт Кустанайгорсельпроект. - № ГР 03.74.0044491; инв. № 01603.00107104. - Кустанай, 1970. - 43 с.
 19. Южные черноземы Северного Казахстана. Изменение их природных свойств при окультуривании /авторский коллектив Ин-та почвоведения АН КазССР; Отв. ред. У.У.Усланов. - Алма-Ата, Наука, 1974. - 232 с.

Казахский Государственный Национальный
Университет им. аль -Фараби

Государственное научно - производственное объединение
прикладной экологии "Казмеханобр"

АО Соколовско - Сарбайское Горнообогатительное Объединение

Казахский научно - исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

СОКОЛОВ-САРЫБАЙ ТАУ-БАЙЫТАТЫН БІРЛЕСУДЕ ҚАЛДЫҚ САҚТАУ ОРНЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІНЕ БАҒА БЕРУ

ЖМ АҒ академигі В.С. Чередниченко
Хим. г. канд. Н.Д. Стороженко
Ауыл-ш. г. канд. А.Г. Олейников
Б.И. Свирякин
В.Н. Зиньковский
В.А. Зубов
А.В. Чередниченко

Ылғалды магнитті бөліну фабрикасының қалдық сақтау орнының қоршаған ортаға әсерінің комплексті бағасы анықталған және ерекшелігі зерттелген. Соңдай-ақ Шығанақтың сазы суға жақсы тірек болмағандықтан қалдықты сақтау орнын пайдаланудың алғашқы кезеңде жер астындағы сулардың ластануы жоғары болғаны көрсетілді. Жиынақтаған заттардың құрылымның себебінен болған кольматация процесі бертін келе сүзу коэффициентінің біршама төмендеуіне әкелді. Қалдық сақтау орнын одан әрі қолдануы кезінде топырақ пен атмосфера ластануына баға беріліп, оның жағдайлары анықталды. Келтірілген мәселелерді шешу жолдары басқа да қалдық сақтау орындарына қолдануға болады.

ДАТСКИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Датский гидравлический институт (ДГИ) является самостоятельным некоммерческим технологическим институтом, организованным в 1964 году на базе Датской академии технических наук в содружестве с Датским техническим университетом. Сфера интересов ДГИ включает речную инженерню, прибрежные и морские структуры, гидрологию, морфологию и транспорт наносов, компьютерную гидравлику, гидродинамику, геодезию исследуемых объектов, экологию, разработку технологий сбора и обработки данных.

ДГИ интенсивно экспериментировал в области физического и численного моделирования портов, побережий, морей, рек, наводнений, дренажа, водных ресурсов и инженерии окружающей среды. С 1990 года ДГИ совместно с Институтом качества воды, организованным Центром экологического моделирования, с успехом работает над численными экологическими моделями.

Всегда главным для ДГИ было и остается постоянное развитие физической гидравлики, изучение гидрологических феноменов и создание соответствующих инструментов исследования. ДГИ разрабатывает модельные оболочки и пользовательские пакеты программ для анализа химических, физических, биологических явлений в гидравлике и инженерии водных ресурсов. В лабораторных условиях в ДГИ тестируются такие технологии, как: системы волнообразования, движение и аккумуляция влекомых и взвешенных наносов.

ДГИ создает сеть центров во всем мире по обслуживанию и обучению программным средствам и технологиям, разработанным в ДГИ, руководит международными исследовательскими программами и оказывает консультации по грантам Датского правительства.

ДГИ является руководителем нескольких международных спонсорских программ по прибрежной морфодинамике, финансируемых Европейским Комитетом "MAST". В 1993 году ДГИ выиграл 5-летний грант Национального базисного исследовательского фонда для учреждения Международного исследовательского центра компьютерной гидродинамики (ICSH). Этот Центр преимущественно базируется в ДГИ и в содружестве с Аальборским и Техническим университетами Дании планируется головным по международному сотрудничеству.

Основой ДГИ являются проектные группы, состоящие из специалистов соответствующих секций института. В настоящее время штат сотрудников составляет 205 человек, 134 из которых обладают степенями магистра естественных наук (MSc) и доктора философии (PhD), 40 техников, включая программистов и системщиков, и 31 административный персонал.

В течение последнего десятилетия ДГИ интенсивно внедряет численную оперативную модель штормов для различных территорий. Эта модель хорошо работает для Датского западного побережья, на основе информации Датского метеорологического института, начиная с 1990 года, дважды в день выпускается прогноз. Применение этой модели в Италии позволило рассчитать ряд защитных мероприятий от наводнений, которые наносят вред Венеции. С успехом эти модели применялись в Индии, Гонгконге и Бангладеш. В настоящее время совместно с казахстанскими учеными создается оперативная модель прогноза нагонов на казахстанском побережье Каспийского моря.

Н.И. Ивкина

**АЗИАТСКО-АФРИКАНСКИЙ ФОРУМ
ПО БОРЬБЕ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ**

Азиатско-Африканский Форум по борьбе с опустыниванием организован Правительством Китайской Народной Республики и Секретариатом Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (МКПО) при финансовой поддержке Правительства Японии и проведен с 5 по 11 августа 1996 г. в Пекине. В работе Форума приняли участие представители десяти азиатских (Бангладеш, КНР, Индия, Израиль, Япония, Казахстан, Монголия, Непал, Пакистан), 14 африканских (Ботсвана, Камерун, Кабо-Верде, Эфиопия, Кения, Мали, Мавритания, Мозамбик, Намибия, Нигер, ЮАР, Тунис, Уганда, Зимбабве) стран и 4 международных организации. Основной целью Форума была выработка механизма взаимодействия и кооперации между азиатскими и африканскими странами, пострадавшими от опустынивания и засухи, внедрения Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, усиления мероприятий для борьбы с этим явлением и смягчением их последствий. Большой опыт Китая, накопленный в этом направлении, определил выбор места проведения Форума. Рабочие языки Форума - английский, французский и китайский.

В первый день с приветствиями в адрес участников Форума выступили: от имени Правительства КНР г-н Xu Youfang, Министр лесного хозяйства; от имени Правительства Японии г-н T. Shibata, постоянный представитель Японии в ООН; г-н Nitin Desai, представитель главного подсекретариата ООН по развитию африканских стран и некоторых развивающихся стран (OSCAL); г-н Mabjaia от представителей африканских стран; представитель посольства ФРГ в КНР. С освещением ситуации с опустыниванием и засухой в Африке и Азии, основных положений Конвенции и ее осуществления выступили: г-н Arbo Diallo, Исполнительный секретарь МКПО и г-н G. de Kalbermatten, представитель МКПО. На сегодняшний день Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием ратифицирована 38 странами.

Заказные доклады о ситуации с опустыниванием и засухой, мерах по борьбе с этими явлениями, смягчения последствий их воздействия и возможных направлениях сотрудничества подготовлены Ботсваной, Индией, Китаем и Мали. По представленным докладам проведена активная дискуссия. Странам-участницам была дана возможность выступить с 5-минутными презентациями. К сообщению Казахстана приложен перечень проектов по борьбе с опустыниванием, которые могут быть осуществлены в Казахстане на основе двух- и многостороннего сотрудничества. Доклад об основных направлениях, задачах и целях

азиатско-африканской кооперации по борьбе с опустыниванием подготовлен и представлен г-ном Rogatien Viaou.

7-8 августа состоялась поездка участников Форума в район Внутренней Монголии, где правительственные и научные организации КНР проводят успешную работу по восстановлению и рациональному использованию деградированных и опустыненных земель в аридной зоне, по закреплению подвижных песков и песчаных дюн. Во время этой поездки обсуждены следующие проблемы:

- риск опустынивания в пострадавшем регионе;
- существующие меры и технологии по борьбе с опустыниванием, включающие: развитие земельных ресурсов в песчаных зонах, интегрирование сельско-хозяйственного развития в песчаных районах, воздушный посев в районах подвижных дюн, возделывание на песчаных почвах семейных фруктовых садов;
- биологические и инженерные меры по стабилизации движущихся дюн: стабилизация дюн вдоль дорог, мульчирование пшеничной соломой для фиксирования подвижных дюн;
- результаты борьбы с наступлением песков и возвратом пустыни: создание противоветровой и противопесчаной защиты по окраинам пустынь, развитие моделей фермерской деятельности в мелиорированной пустыне;
- изучение и обмен опытом по борьбе с опустыниванием.

Участники Форума ознакомились с работами, проводимыми китайскими специалистами на восьми опытных участках по внедрению новейших технологий восстановления, сохранения и использования песчаных земель.

По возвращении в Пекин участники Форума посетили Китайский Центр исследований и развития по борьбе с опустыниванием, Китайскую Академию лесного хозяйства, Китайский учебный центр по борьбе с опустыниванием, Китайский национальный центр мониторинга за процессами опустынивания, Центр научной и технологической информации Министерства лесного хозяйства, Институт научной и технологической информации Китайской Академии наук, Пекинский лесной университет и Министерство лесного хозяйства КНР. Надо отметить очень большое внимание, которое Правительство Китая уделяет вопросам борьбы с опустыниванием, и финансовую, кадровую и техническую поддержку осуществляемых проектов.

Большую научную, координирующую и практическую работу по борьбе с опустыниванием ведет Китайская Академия лесного хозяйства, организованная как самостоятельная структура в апреле 1978 г. Сейчас в составе Академии 17 исследовательских институтов и центров, которые расположены в 10 провинциях, автономных регионах и муниципалитетах Китая. Штат Академии 4200 человек, из которых научный и технический персонал составляет 1800 человек. 4 экспериментальных базы национального уровня располагают 60 тыс. га земли.

Для осуществления Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в Китае создан Центр исследований и развития по борьбе с опустыниванием. Центр подчиняется Секретариату Китайского национального комитета по осуществлению Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием и Китайской национальной координирующей группе по борьбе с опустыниванием. Штат Центра - 40 специалистов, и он располагает 28 единицами современного оборудования. Задачи Центра - координировать национальные и международные программы: выбор, поддержка и осуществление приоритетных проектов; создание национальной информационной сети и организация обучения на всех уровнях.

Китайский учебный центр организован на базе Пекинского лесного университета и имеет штат из 60 преподавателей, исследователей и административных работников. Центр располагает хорошей компьютерной базой и другим новейшим оборудованием. На его оснащение выделено 10 млн юаней. Здесь проводятся рабочие семинары, курсы и тренинги для специалистов различного уровня. Большое внимание уделяется организации и проведению международных учебных курсов.

Под юрисдикцией Китайского Центра исследований и развития по борьбе с опустыниванием находится и Китайский национальный центр мониторинга за процессами опустынивания. Он организован на базе Академии лесного хозяйства, Министерства лесного хозяйства и Информационного Центра Министерства лесного хозяйства. Центр оснащен новейшим оборудованием и коммуникационными системами, позволяющими вести постоянное наблюдение за процессами деградации и опустынивания в 12 северных провинциях Китая, которые находятся в аридной зоне, где эти процессы протекают интенсивно. Центр, в котором работает более 300 квалифицированных специалистов, получает и обрабатывает космические снимки, информацию местных и зарубежных пунктов наблюдения и выпускает карты, отражающие динамику процессов опустынивания и результаты борьбы с этим явлением.

В последний день участников Форума принял Вице-Премьер КНР. По результатам выступлений и дискуссий подготовлен и принят Заключительный документ Форума, в котором отмечается глобальный характер и интенсификация процессов деградации и опустынивания земель. Констатируется, что наиболее затронуты этим явлением страны Африки и Азии, но находятся они на разных научных и технических уровнях борьбы с опустыниванием и осуществления Конвенции. Отмечено, что странами накоплен большой опыт борьбы с опустыниванием и засухой, смягчения последствий их воздействия. Подчеркнуто, что назрела необходимость кооперации африканских и азиатских стран и установления контактов Юг-Юг, аналогичных уже развивающимся контактам Юг-Север.

Основные выводы и рекомендации:

– обратиться с письмом в Экспертный совет при МИДе Республики Казахстан об ускорении процесса ратификации Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием;

– в Казахстане вопросам деградации и опустынивания земель уделяется еще недостаточно внимания, работы в этом направлении ведутся разрозненно и малыми силами. Для консолидации всех сил, координации работ по борьбе с опустыниванием необходимо обратиться в Правительство Республики Казахстан об организации Комитета по борьбе с опустыниванием в Казахстане;

– необходимо перевести материалы Форума на русский язык и принять как руководство к действию;

– изучить опыт, накопленный Китаем в области восстановления деградированных и опустыненных земель и их рационального использования;

– собрать материал по мероприятиям, осуществляемым в африканских странах, подготовить перечень проектов, которые станут основой двух- и многостороннего сотрудничества со странами Азии и Африки.

Г.Б. Бектурова