

Қазақстан Республикасының
Гидрометеорология жөніндегі
Бас басқармасы

Главное управление
по гидрометеорологии
Республики Казахстан

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 3

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
1995



Редакционный совет

Шаменов А.М., начальник Казгидромета, канд. эконом. наук (председатель); Байтулин И.О., и.о. директора КазНИИМОСК, академик НАН РК, доктор биолог. наук (зам. председателя); Бейсенова А.С., декан геогр. факультета АГУ, чл.-корр. НАН РК, доктор геогр. наук; Госсен Э.Ф., академик-секретарь КАСХН, доктор сельхоз. наук; Киреев М.А., зам.министра экологии и биоресурсов РК; Сарсенбеков Т.Т., зам. председателя Комитета по водным ресурсам РК; Лутфуллин И.З., доктор техн. наук; Позняк Э.Л., начальник ЦНЗПС; Попов Ю.М., канд. сельхоз. наук; Северский И.В., директор Института географии НАН, чл.-корр. НАН РК; Турулина Г.К., зав. кафедрой КазГУ, канд. геогр. наук; Чередищенко 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); Кожакметов П.Ж., начальник ГМЦ, канд. техн. наук (зам. председателя); Абраменко О.Г. экономический советник начальника Казгидромета; Акыпбеков О.А. (ответственный секретарь); Балакина В.П., начальник Цеха полиграфии ОСЦ Казгидромета; Бельгибаев М.Е., зав. кафедрой АГУ, доктор геогр. наук; Голубцов В.В., канд. геогр. наук.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 3

(С)

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



Подписано к печати 31.10.95 г. Формат бумаги 70×100 1/16,
Объем 10,8 п.л. Заказ 174. Тираж 200
Цена договорная

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

СОДЕРЖАНИЕ

ХРОНИКА

- О визите президента Казахстана
Н.Назарбаева в Китай 9

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СООБЩЕНИЯ

- Соглашение о научно-техническом
сотрудничестве в области метеоро-
логии между Главным управле-
нием по гидрометеорологии при
Кабинете Министров Республики
Казахстан и Метеорологическим
управлением Китая 11
- Постановление Кабинета Минист-
ров Республики Казахстан 15

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

- Степанов Б.С., Яфязова Р.К.**
Особенности формирования конусов
выноса северного склона Заилийско-
го Алатау 18
- Скоцеляс И.И.**
Предвесенние снегозапасы в верхней
части бассейна реки Тобол 29
- Кондрашов И.В., Мизин А.А.**
К вопросу о лавинной активности
гляциального пояса Заилийского
Алатау 42
- Коренькова Е.Г., Мизина С.В.**
Об информационном обеспечении ав-
томатизированного рабочего места
синоптика-долгосрочника 55

- Долгих С.А.**
О многолетних тенденциях термического режима на территории Республики Казахстан 68
- Бондаренко Е.Н., Бондарь Г.М., Власенко Е.Ф.**
О возможности долгосрочного прогнозирования заморозков в Южном Казахстане 78
- Бондарь Г.М., Воронина Л.А.**
Об особенностях синоптических процессов, приводящих к сильным нагонам на северо-восточном побережье Каспийского моря 93
- Чичасов Г.Н.**
Об использовании атмосферных и геологофизических факторов в диагностике и прогнозе крупных землетрясений 103
- Семенов О.Е.**
О точности измерения расхода песка во время бурь 113
- Фаизов К.Ш., Бельгибаев М.Е.**
Почвенные ресурсы Казахстана, их использование и охрана 126
- Шаменов А.М.**
О развитии гидрометеорологического и экологического мониторинга в бассейне Аральского моря 136
- Палагина Л.Л.**
О расчетах загрязнения атмосферы от многих источников 145

ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНОЙ ПЕЧАТИ

Национальные центры прогноза
окружающей среды 151

ИЗ ИСТОРИИ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА

Аликеев А.А.
О первых метеорологах Верного 157

ПЕРСОНАЛИИ 161

СООБЩЕНИЯ 163

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, СЕМИНАРЫ 165

CONTENTS

CHRONICLE

- About visit to China of N.Nazarbaev, President of Kazakhstan, 9

OFFICIAL INFORMATION

- The Main Administration for Hydrometeorology at the Cabinet of Ministers of the Republic of Kazakhstan and Chinese Meteorological Administration Agreement on scientific and technical cooperation on hydrometeorology 11

- The enactment of the Cabinet of Ministers of the Republic of Kazakhstan 15

SCIENTIFIC PAPERS

- Stepanov B.S., Yafyazova R.K. Features of detrital fan formation on the north slope of Zailiyski Alatau 18

- Skotselyas I.I. Before spring snow reserve in the Upper Tobol 29

- Kondrashov I.V., Mizin A.A. About the snow avalanche activity of glacial belt in Zailiyski Alatau 42

- Korenkova E.G., Mizina S.V. About information service for automatic work place for long-term weather forecast 55

Dolgin S.A. About long standing tendencies of thermal regime on the Republic of Kazakhstan territory	68
Bondarenko E.N., Bondar G.M., Vlasenko E.F. About possibility of long-term early frost forecasting in the South Kazakhstan	78
Bondar G.M., Voronina L.A. About peculiarities of synoptic processes which lead to strong HAZARD at the north-eastern Caspian Sea coast	93
Chichasov G.N. About the use of atmospheric and helio-geophysical factors in diagnose and forecast of strong earthquakes.	103
Semenov O.E. About measurements precision of sand expenditure during storms	113
Faizov K.Sh., Belgibaev M.E. Kazakhstan soil resources, the use and the protect of them	126
Shamenov A.M. About hydrometeorological and ecological monitoring development in Aral Sea basin	136
Palagina L.L. About calculation of atmosphere pollution from many sources	145

AT FOREIGN PRESS MATERIALS

National centres for enviromental forecast 151

FROM KAZAKHSTAN'S HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE HISTORY

Alikeev A.A.

About first meteorologists of Kazakhstan 157

PERSONALIA 161

INFORMATION 163

CONFERENCES, MEETINGS, WORKSHOPS 165

О ВИЗИТЕ ПРЕЗИДЕНТА КАЗАХСТАНА Н. НАЗАРБАЕВА В КИТАЙ

В период с 11 по 13 сентября состоялся государственный визит в Китайскую Народную Республику Президента Казахстана Н. Назарбаева.

На площади Тяньаньмынь, у здания Всекитайского собрания народных представителей (ВСНП), где были вывешены государственные флаги двух стран, состоялась официальная церемония встречи главы Казахстана. Затем здесь же, в здании ВСНП, начались переговоры глав двух государств в узком кругу, которые продолжились официальными переговорами делегаций в расширенном составе. Как отметил глава нашей республики, нынешние переговоры выльются в новые договоренности и выведут двустороннее сотрудничество на еще более высокий уровень.

По итогам переговоров в зале "Хэбэй" состоялось подписание пяти документов. Н. Назарбаев и Цзян Цземинь скрепили своими подписями совместную декларацию о дальнейшем развитии и углублении дружественных взаимоотношений между Казахстаном и КНР. Были подписаны также межправительственное соглашение об использовании морского китайского порта Ляньюньган для переработки и транспортировки казахстанских грузов, меморандум о сотрудничестве между министерствами обороны, соглашение о научно-техническом сотрудничестве в области метеорологии между Казгидрометом и Метеорологическим управлением Китая, протокол обмена грамотами о ратификации соглашения между Казахстаном и КНР о казахстанско-китайской границе.

Соглашение о научно-техническом сотрудничестве в области метеорологии было подписано начальником Главного управления по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан Шаменовым А.М. и начальником метеорологического управления Китая Цзоу Цзинменом.

12 сентября в комитете по содействию между-

народной торговле КНР глава нашего государства выступил на встрече с представителями деловых кругов Китая. В своем выступлении Н.Назарбаев отметил, что прямые контакты закладывают прочные основы для реального действия всего комплекса долгосрочных экономических, политических, научных и культурных связей двух соседних стран. Казах-танский лидер подчеркнул, что для обеих стран приоритетным является создание атмосферы доверия и безопасности в мире, и прежде всего во всем Ев-разийском регионе. И в этом плане углубление от-ношений с Китаем для Казахстана чрезвычайно важ-но.

После завершения встречи с представителями деловых кругов Президент Казахстана посетил по-сольство республики Казахстан в Китае, побывал в Пекинской зоне технико-экономического развития и ознакомился с ее деятельностью.

На пресс-конференции, устроенной Президентом Казахстана для китайских и иностранных журналист-ов, он рассказал об итогах официальной части ны-нешнего визита в КНР. Было выражено удовлетво-рение состоявшимися в Пекине переговорами. Все це-ли, которые ставились в ходе визита, достигнуты. Отвечая на вопросы журналистов, Президент , в частности сказал, что на встрече с руководством КНР обсуждалась проблема проводимых ядерных испы-таний, в том числе и на китайском полигоне Лоб-нор. И здесь достигнут, считает Н.Назарбаев, оп-ределенный прогресс. Китай, как это отражено в новой совместной декларации, готов присоединиться к всеобщей конвенции о запрещении ядерных испыта-ний, если она будет принята и другими странами. Стороны договорились также о создании казахстанс-ко- китайской комиссии по контролю экологического состояния в районах полигонов Лобнор и бывшего Семипалатинского - и власти, и общественность обоих государств должны знать истинную картину. После посещения провинции Шанси Президент Казах-тана и сопровождающие его лица поздно вечером 13 сентября возвратились в Алматы.

(По материалам КазТАГ)

СОГЛАШЕНИЕ

о научно-техническом сотрудничестве в области метеорологии между Главным управлением по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан и Метеорологическим управлением Китая

Главное управление по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан и Метеорологическое управление Китая (далее именуемые "Сторонами")

руководствуясь Совместной декларацией об основах дружественных взаимоотношений между Республикой Казахстан и Китайской Народной Республикой от 18 октября 1993 г.,

уделяя особое внимание развитию научно-технического сотрудничества в области метеорологии на основе равноправия и взаимной выгоды,

придавая огромное значение развитию сотрудничества между странами в области метеорологии, повышению точности прогнозов погоды и расширению двухстороннего обмена метеорологической информацией в целях обеспечения населения и развития народного хозяйства своих стран,
согласились о нижеследующем:

Статья 1

Сотрудничество по настоящему Соглашению будет осуществляться по следующим направлениям:

обмен информацией о стихийных метеорологических явлениях и результатами научных исследований в области прогнозов погоды,

применение результатов численных прогнозов погоды,

применение наземных спутниковых систем и об-

мен данными метеорологических спутников,
климатология, метеорологические исследования
и применения в области животноводства и пастбищ-
ной растительности,

техника связи в метеорологии, включая пере-
дачу, сбор, обработку и распределение информации
и создание банков данных,

приборы и технические средства метеорологи-
ческого назначения, подготовка метеорологических
кадров,

другие согласованные Сторонами направления
сотрудничества.

Статья 2

Сотрудничество осуществляется путем:
взаимного посещения специалистов;
проведения совместных исследований;
освоения и разработки новых систем;
проведения консультаций, лекций и других форм
научного обмена;

обмена научными, научно-методическими публи-
кациями и метеорологическими данными;

взаимопоставок приборов и оборудования на
взаимовыгодных условиях;

создания совместных предприятий;

других, согласованных Сторонами форм сотру-
дничества.

Статья 3

Для координации работ, связанных с выполне-
нием настоящего Соглашения, создается совместная
рабочая группа, которая возглавляется руководи-
телями Метеорологических служб обеих Сторон.

Статья 4

Стороны проводят встречи совместной рабочей
группы один раз в два года поочередно в государ-
ствах Сторон для рассмотрения хода выполнения на-
стоящего Соглашения и принятия планов сотрудни-
чества на последующие два года.

Статья 5

Расходы, связанные с выполнением настоящего Соглашения, кроме особых случаев, требующих дополнительного согласования Сторон, распределяются между Сторонами следующим образом:

расходы, связанные с проведением планов сотрудничества, несет Сторона, на территории которой они проводятся,

направляющая Сторона несет расходы, связанные с проездом ее специалистов международным транспортом,

принимающая Сторона несет расходы по организации и проведению совместных заседаний и встреч, за проживание, питание, проезд и неотложное медицинское обслуживание специалистов другой Стороны во время пребывания в принимающей стране.

Статья 6

Результаты сотрудничества, интеллектуальная и (или) иная собственность, полученные при выполнении настоящего Соглашения могут быть переданы третьим странам и их юридическим или физическим лицам только с согласия Сторон.

Статья 7

Споры, возникающие между Сторонами и касающиеся прав и обязательств по настоящему Соглашению, будут разрешаться путем переговоров и консультаций.

Статья 8

Стороны будут незамедлительно информировать друг друга о возникновении обстоятельств, которые препятствуют или могут воспрепятствовать выполнению обязательств по настоящему Соглашению и принимают согласованные меры по устранению возникших проблем.

Статья 9

Уточнение и дополнение положений и статей настоящего Соглашения закрепляются соответствующими документами, которые становятся неотъемлемой частью настоящего Соглашения.

Статья 10

Настоящее Соглашение не затрагивает прав и обязательств, вытекающих для Сторон из других, заключенных ими международных Соглашений.

Статья 11

Настоящее Соглашение вступает в силу с момента подписания и заключается сроком на пять лет и будет автоматически продлеваться на последующие пятилетние периоды, если ни одна из Сторон письменно не заявит о своем намерении прекратить его действие за шесть месяцев до истечения срока действия настоящего Соглашения.

Прекращение действия настоящего Соглашения не окажет влияния на завершение ранее принятых мероприятий по настоящему Соглашению.

Настоящее Соглашение подписано в Пекине 11 сентября 1995 г. в двух экземплярах, каждый на казахском, китайском, русском языках, при этом три текста имеют одинаковую силу.

При возникновении разногласий при толковании положений настоящего Соглашения Стороны придерживаются текста на русском языке.

Главное управление
по гидрометеорологии
при Кабинете Министров
Республики Казахстан

Метеорологическое
управление Китая

А. М. ШАМЕНОВ

ЦЗОУ ЦЗИНМЕН

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

Кабинета Министров Республики Казахстан
16 августа 1995 года N 1129

О Казахском научно-исследовательском институте мониторинга окружающей среды и климата

Принимая во внимание обязательства Республики Казахстан по выполнению Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и необходимость ведения вопросов Венской конвенции об охране озонового слоя, Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой и другим международным договорам, а также для формирования и реализации государственной экологической политики в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды и дальнейшего развития научных исследований по изучению тенденций изменений окружающей среды и климата Кабинет Министров Республики Казахстан **ПОСТАНОВЛЯЕТ:**

1. Принять предложение Главного управления по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан, согласованное с заинтересованными министерствами и ведомствами, о преобразовании Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ) Главного управления по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан в Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата (КазНИИМОСК) Главного управления по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан.

2. Утвердить Казахскому научно-исследовательскому институту мониторинга окружающей среды и климата следующие основные направления научной деятельности:

разработка методов ведения комплексного мониторинга окружающей среды и оценка влияния техногенного воздействия на природу;

осуществление мониторинга озонового слоя; исследование процессов его разрушения и восстановления, разработка системы мер по предотвращению влияния деятельности человека на озоновый слой;

организация мониторинга за загрязнением природной среды и изучение процессов загрязнения окружающей среды, подготовка рекомендаций по ее оздоровлению;

изучение закономерностей гидрометеорологических процессов и изменений климата, разработка и совершенствование методов долгосрочного и краткосрочного прогнозирования погоды, водности рек и притока воды в водохранилища, урожая сельскохозяйственных и кормовых культур, продуктивности пастбищ и животноводства;

исследование климатических, гидрологических и агрометеорологических ресурсов, их возможных изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов, разработка рекомендаций по их учету при решении задач в отраслях хозяйства республики;

комплексное изучение гидрометеорологического режима Аральского моря, северо-восточной части Каспийского моря, озера Балхаш, Семипалатинского ядерного полигона, космодрома Байконур и прилегающих к ним территорий, разработка рекомендаций по учету гидрометеорологических условий для рационального использования природных ресурсов;

изучение стихийных гидрометеорологических явлений, механики селевых процессов и снежных лавин, создание моделей их расчетов и методов прогнозов, а также радиационной обстановки на поверхности земли;

экономика, управление и организация мониторинга окружающей среды и системы гидрометеорологического обслуживания;

изучение нетрадиционных методов прогнозов погоды и климата;

научно-методическое руководство оперативно-производственной деятельностью подразделений Главного управления по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан.

3. Определить, что Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата является юридическим лицом и имеет самостоятельный баланс.

4. Установить оплату руководящих и научных работников Казахского научно-исследовательского института мониторинга окружающей среды и климата на уровне соответствующих категорий руководителей и научного персонала научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук Республики Казахстан.

5. Главному управлению по гидрометеорологии при Кабинете Министров Республики Казахстан при формировании сметы расходов предусматривать финансирование научно-исследовательских работ Казахского научно-исследовательского института мониторинга окружающей среды и климата по согласованию с Министерством науки и новых технологий Республики Казахстан.

6. Признать утратившим силу постановление Кабинета Министров Республики Казахстан от 19 мая 1992 г. N 443 "О Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте" (САПП Республики Казахстан, 1992 г., N 20, ст. 321).

Премьер министр
Республики Казахстан

А. Кажегельдин

УДК 551.583.7 : 551.435.2 (574)

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНУСОВ ВЫНОСА
СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ**

Канд. техн. наук Б.С. Степанов
Р.К. Яфязова

Изложены основные результаты исследований формирования конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау. Приведена математическая модель, описывающая зависимость объема конуса выноса от основных селеформирующих факторов. Модель позволяет оценить роль селеформирующих факторов, оптимизировать мероприятия по снижению ущерба, наносимого селями.

Известно, что существует три яруса накопления наносов. Верхний расположен в высокогорной зоне и представлен отложениями морен, осыпей, оползней, оплывин, озерных отложений, малых седей. Средний ярус представлен конусами, образованными наносами, вынесенными из верхнего яруса на предгорную равнину. Нижний ярус накопления наносов – дельты рек.

В данной работе изложены основные результаты исследований формирования конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау. Практическая значимость изучения конусов выноса обусловлена тем, что на конусах выноса северного склона Заилийского Алатау расположены города Алматы, Каскелен, Талгар, Есик и т.д., основные сельскохозяйственные объекты, обеспечивающие жизнедеятельность этих городов.

Рациональное использование природных ресурсов предполагает обеспечение максимальной защиты

населения и объектов хозяйственной деятельности от разрушительного воздействия катастрофических природных явлений при минимально возможном вмешательстве человека в ход природных процессов. К числу катастрофических явлений, угрожающих нормальному функционированию объектов хозяйственного и социального назначения в горных и предгорных районах Казахстана, относятся мощные сели.

Благоприятные климат и рельеф предгорья, наличие воды способствовали освоению конусов выноса горных рек, однако это освоение до сих пор носит бессистемный характер. Проекты по защите начинают разрабатываться и осуществляться после больших капиталовложений в развитие инфраструктуры территорий. При этом значительно сужается и обедняется круг мероприятий, обеспечивающих, при относительно малых затратах, надежную защиту от разрушительного воздействия селей. В значительной мере сказанное объясняется отсутствием достоверных данных о степени риска освоения территорий, так как мощные селевые явления характеризуются редкой повторяемостью; к сожалению, как известно, эти явления могут произойти в ближайшем будущем.

Уникальными хранилищами данных о мощных селях являются конусы выноса, расположенные на выходе горных рек на предгорную равнину. Изучение конусов выноса до последнего времени сдерживалось отсутствием информации о их строении. Имевшиеся единичные данные, полученные при бурении скважин на конусах выноса, не позволяли с необходимой степенью достоверности дифференцировать отложения на аллювиальные и пролювиальные. Ситуация качественно изменилась в последние десятилетия, когда на конусах выноса рек Аксай, Б.Алматинка, Талгар были проведены большие объемы работ по добыче нерудных материалов. Карьерами были вскрыты отложения на глубину более 50 м, что позволило установить генезис конусов выноса. Исследования показали, что конусы выноса, в основном, сложены пролювиальными (селевыми) отложениями. В общем объеме конусов выноса доля аллювиальных отложений не превышает 2-5 % [2].

Конусы выноса селевых бассейнов северного склона Заилийского Алатау приурочены к высотной зоне 780-1100 м. В этой зоне происходит отложение всех фракций твердой фазы смеси. Уклон зоны составляет 1-3°. Значения уклонов конусов выноса рек Каракастек, Узункаргалы и Турген значительно меньше значений уклонов всех остальных конусов. Длины образующих конусов выноса изменяются от 5 до 18 км, их площади лежат в пределах 12-180 км².

Большую информацию о характере селевой деятельности в бассейнах можно получить анализируя данные об объемах конусов выноса. Методика определения объемов конусов выноса изложена в работе [3]. Определение объемов конусов выноса основных рек северного склона Заилийского Алатау показало, что наибольший объем имеет конус выноса р. Есик - 18,0 км³, несколько меньшие - р. р. Турген и Талгар, 11,4 км³ и 10,3 км³ соответственно. Наименьшие объемы имеют конусы выноса рек Чемолган (0,35 км³), Каскелен (1,16 км³), Аксай (1,32 км³).

Значительное несоответствие объемов конусов выноса и площадей водосборов упомянутых рек объясняется их относительно молодым возрастом. Становление современного горного рельефа Заилийского Алатау началось в кайнозойскую эру на границе неогена и антропогена. В результате неотектонических движений прервался процесс пенепленизации и началось формирование хребта. Хребет в процессе поднятия разрастался от центра к периферии, при этом захватывались прилегающие к подножию равнинные участки и участки, занятые отложениями конусов выноса. Поднятые участки выражены в рельефе в виде верхней и нижней предгорных ступеней, сложенных, в основном, валунно-галечными отложениями конусов выноса [1].

Особенностью верхней предгорной ступени, образование которой относят к началу среднего антропогена, является неоднородность поднятия вдоль хребта, обусловленного наличием древних и относительно молодых тектонических разломов. Поднятие предгорной равнины в западной части происходило на всем участке вдоль хребта, а поднятие в центральной и восточной частях хребта - в междуречьях

ях. В результате водные и селевые потоки на западном участке были вынуждены прорезать верхнюю предгорную ступень, при этом образовались достаточно глубокие ущелья, а выносимый материал отлагался на предгорной равнине, примыкающей к верхней предгорной ступени, образуя новые конусы выноса. В центральной и восточной частях хребта рыхлообломочные отложения, выносимые реками и селевыми потоками, отлагались в пределах сформированных конусов выноса. Возраст конусов выноса рек восточной и центральной части составляет 1-1,2 млн. лет, а возраст конусов выноса западной части - 400-500 тыс. лет. Поэтому объемы вторичных конусов выноса рек Аксай, Каскелен и Чемолган примерно в 2,5 раза меньше, чем можно было ожидать, исходя из физико-географических условий этих бассейнов.

В принципе зависимость объемов выноса от селеформирующих факторов должна носить детерминированный характер, осложненный стохастичностью расходных и объемных характеристик селей и их повторяемости, т.е. если характеристики селевых бассейнов идентичны, объемы выноса наносов, осредненные за большие промежутки времени, также не должны существенно отличаться. В действительности селевые бассейны Заилийского Алатау имеют существенно отличные характеристики. Различны площади водосборов и оледенения, модуль стока, орография очагов селеобразования, геологическое строение и т.д.

Уровень развития теории селевых процессов позволяет качественно и количественно оценить вклад селеформирующих факторов в общий баланс выноса наносов на средний уровень накопления. Этому благоприятствует и то обстоятельство, что достаточно продолжительный период формирования конусов выноса (около одного миллиона лет) привел к осреднению влияния случайных составляющих селеформирующих факторов, таких как, например, неоднородность выпадения осадков, различный объем озер, формирующихся даже на одинаковых по площади ледниках, характер прорыва упомянутых озер, степень увлажнения селеформирующих грунтов и т.д.

Вышесказанное позволило разработать математическую модель, описывающую зависимость объема конуса выноса, расположенного на предгорной равнине, от основных селеформирующих факторов. В основу модели положена концепция, согласно которой конус выноса формировался в результате отложения селей гляциального и дождевого генезисов. Объем селей дождевого генезиса ставился в зависимость от слоя годового стока и площади бассейна, за исключением той площади, которая покрыта льдом.

Гипотеза об участии всей площади, которая не покрыта льдом, в селеформировании не противоречит наблюдениям, так как время добегания паводковых вод из частных бассейнов, где сели могут и не формироваться, до основного русла реки не превышает первых десятков минут, и, следовательно, смешиваясь с селями, они принимают участие в процессе формирования селевой смеси в основном русле. В селеформировании принимает участие лишь незначительная доля годового слоя стока, однако, выделить ее, на современном уровне знаний практически невозможно.

Известно, что сели гляциального генезиса формируются при прорыве моренных озер и внутриморенных емкостей, образующихся на ледниках с площадью более $0,5 \text{ км}^2$, поэтому объем селей гляциального генезиса ставился в зависимость от площади оледенения бассейна за исключением ледников с площадью $0,5 \text{ км}^2$ и менее.

Анализ условий формирования мощных селей, сформировавшихся за последние десятилетия, показал, что их характеристики в значительной степени зависят от орографии речной долины в зоне высот 2200-3500 м (область селеформирования). В тех речных долинах, где длина троговых долин незначительна; сели, формирующиеся на современных моренах, продолжают свое движение на древних моренах. Если длина троговой долины значительна, то твердая фаза (частично и жидкая), сформировавшаяся на современной морене, отлагается в троговой долине и в селеформировании на древней морене принимает участие, в основном, водная составляющая расплавшейся селевой смеси. Поэтому в формуле для расче-

та объема конуса выноса учитывается уклон русла в высотном интервале 2200-3500 м.

Геологический фактор учитывается уклоном конусов выноса. Уклоны конусов выноса в восточной и западной частях хребта имеют значительно меньшие значения, чем в центральной части. Это объясняется геологическим строением хребта. Восточная и западная части северного склона Заилийского Алатау в большей степени сложены порфирами и порфиритами, а центральная часть - гранитами. Сели, формирующиеся в восточной и западной частях хребта, обладают более выраженными пластическими свойствами. Наличие пластических свойств позволяет перемещаться частицам в квазивзвешенном состоянии на десятки километров на малых уклонах ($0^{\circ}30' - 1^{\circ}$).

В процессе обработки модели использовались данные по нескольким бассейнам. Бассейн р.Каракастек характерен отсутствием оледенения, бассейн р.Талгар - наиболее мощным оледенением; бассейн р.М.Алматинки, как бассейн, наиболее изученный в плане селевой деятельности. Это позволило оценить роль гляциальных и дождевых селей в процессе накопления наносов.

Математическая модель, описывающая зависимость объема конуса выноса от основных селеформирующих факторов, имеет вид:

$$V_{к.в.} = \frac{tg\alpha_1}{tg\alpha_{cp}} \frac{tg\beta_{cp}}{tg\beta_1} \left[2,4 \cdot 10^{-5} C_T (F_0 - \sum_{i=1}^n F_1) + 0,29 (\sum_{i=1}^n F_1 - \sum_{j=1}^m F_j <_{0,5})^{0,7} \right], \quad (1)$$

где $tg\alpha_1$ - уклон русла в высотном интервале 2200-3500 м (область селеформирования);

$tg\alpha_{cp} = 0,147$ - среднее значение $tg\alpha_1$; $tg\beta_1$ - уклон

конуса выноса; $\text{tg}\beta_{\text{ср}}=0,031$ - среднее значение $\text{tg}\beta_1$; C_T - слой годового стока (мм); F_6 - площадь бассейна (км^2);

$\sum_{i=1}^n F_i$ - сумма площадей всех ледников бассейна;

$\sum_{j=1}^m F_j < 0,5$ - сумма ледников бассейна с площадью $0,5 \text{ км}^2$ и менее.

Результаты сопоставления расчетных и фактических значений объемов конусов выноса приведены на Рис. Коэффициент корреляции $r=0,94 \pm 0,03$; абсолютное значение средней относительной ошибки составляет $|\varepsilon|=18\%$ [4].

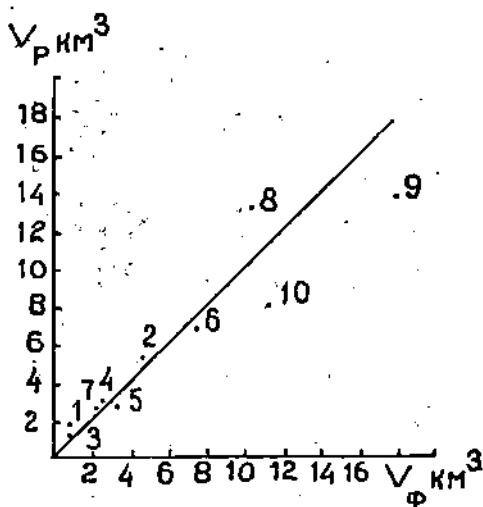


Рис. Соотношение расчетных (V_p) и фактических (V_{ϕ}) значений объемов конусов выноса рек Заилийского Алатау, с учетом значений первичных объемов конусов выноса рек Аксай, Каскелен, Чемолган.

1-Каракастек; 2-Узункаргалы; 3-Чемолган;
4-Каскелен; 5-Аксай; 6-Б.Алматынка; 7-М.Алматынка; 8-Талгар; 9-Есик; 10-Турген.

Изучение строения конусов выноса позволяет проследить историю селевой деятельности на протяжении многих сотен тысяч лет. Степень разрушенности лессового покрова, сформировавшегося на

границе среднего и верхнего антропогена на конусах выноса, расположенных на предгорной равнине, свидетельствует об относительной интенсивности селевой деятельности в верхнем антропогене и голоцене. Практически полностью уничтожен лессовый покров в бассейнах рек Турген, Есик, Талгар, Малой и Большой Алматинок; до 50 % и более площадей лессовых отложений сохранилось на конусах выноса рек Аксай, Каскелен, Чемолган, Узункаргалы и Каракастек. Однако, необходимо помнить, что мощность лессовых отложений уменьшалась с запада на восток.

Интересно отметить, что практически все вершины современных конусов выноса вложены в пролювиальные отложения верхнего и даже среднего антропогена, что свидетельствует о том, что голоцен - активная фаза селевой деятельности.

Состав и характер отложений в пределах конусов выноса говорит о преимущественном распространении грязекаменных селей в бассейнах северного склона Заилийского Алатау.

К настоящему времени все значительные по площади конусы выноса в той или иной мере подвержены хозяйственному освоению, в результате чего уничтожены крупные фракции селевых отложений, которые заселяются лишайниками, позволяющими осуществлять датировку отложений. В такой ситуации для определения объемов выноса из бассейнов, по которым не имеется сведений о прохождении селей за последнее столетие, правомерно использование соотношения

$$V_B = \frac{V_{к.в.}}{V_{к.в.(э)}} \cdot V_{B(э)} \quad (2)$$

Здесь V_B - рассчитываемый объем выноса, км³; $V_{к.в.}$ - объем конуса выноса бассейна, для которого рассчитывается объем выноса, км³; $V_{к.в.(э)}$ - объем конуса выноса бассейна, который принят в качестве эталона, км³; $V_{B(э)}$ - объем выноса за расчетный период на эталонный конус выноса, км³

Для Заилийского Алатау в качестве эталонного объекта целесообразно использовать бассейн реки М.Алматинки, как наиболее изученный в плане селевой деятельности.

Если бассейн реки М.Алматинки принять за эталонный объект при оценке селевой деятельности в створах, соответствующих вершинам конусов выноса, то возможные объемы выноса из бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау за 100 лет приведены в таблице 1 (объем выноса из бассейна реки М.Алматинки за последнее столетие принят равным 10 млн.м³).

Таблица 1

Расчетные значения объемов выноса за 100 лет

Название реки	Объем выноса, тыс.м ³	Расчетная емкость возведенных и строящихся селехранилищ, тыс.м ³
Узункаргалы	19300	14600
Каскелен	11300	2208
Б.Алматинка	29700	8200
М.Алматинка	10000	12600
Талгар	41200	3700
Есик	70500	12800

Из данных табл.1 можно сделать вывод о значительном несоответствии объемов выноса потенциально возможных селей объемам соответствующих селехранилищ в бассейнах рек Каскелен, Б.Алматинка, Талгар и Есик, если даже учесть, что в этот период времени селевые выбросы из бассейнов рек Есик и Б.Алматинка будут уменьшены за счет перехвата селеформирующих паводков и селей высокогорными озерами Акколь, Музколь, и Б.Алматинским примерно в два раза.

В конструкции селехранилищ перечисленных бассейнов не предусмотрена возможность сброса селевой смеси в нижний бьеф плотин в случае пере-

полнения селехранилищ, поэтому их нормальное функционирование в экстремальных ситуациях не гарантировано.

Анализ уравнения (1), результаты которого приведены в табл.2, позволяет дать некоторые рекомендации по увеличению эффективности защитных мероприятий, направленных на снижение ущерба, наносимого селями.

Таблица 2

Объемы отложений селей различного генезиса
на конусах выноса

Название реки	Объем отложений, км ³		
	суммарный	дождевого генезиса	гляциального генезиса
Каракастек	1,09	1,09	-
Узункаргалы	5,28	3,39	1,88
Чемолган	1,06	0,82	0,25
Каскелен	3,1	2,07	1,03
Аксай	2,72	1,25	1,47
Б.Алматинка	7,04	3,55	3,49
М.Алматинка	2,66	1,34	1,32
Талгар	12,9	5,52	7,40
Есик	13,9	6,15	7,79
Турген	8,12	4,60	3,51

Из данных табл.2 следует, что более 50 % наносов на конусах выноса бассейнов рек Талгар и Есик - отложения селей гляциального генезиса. Следовательно, проведение профилактических работ на моренно-ледниковых комплексах этих бассейнов, связанных с искусственным опорожнением поверхностных и внутриледниковых водоемов, способно значительно снизить селевую активность.

Мощные сели дождевого генезиса в изучаемом районе формируются в высокогорной зоне в исключительно редких случаях, когда интенсивные осадки в интервале высот 3000-4000 м выпадают в жидкой фа-

зе. Поэтому есть основание считать, что разработанные к настоящему времени способы активного управления фазой выпадающих осадков могут оказаться реализуемыми в горных условиях и иметь приемлемую экономическую эффективность. Дополнение существующих противоселевых защитных сооружений методами активного управления гидрометеорологическими факторами селеформирования будет способствовать повышению защищенности населения и объектов хозяйственного назначения от селей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ломонович М.И. Илийская долина, ее природа и ресурсы. - Алма-Ата: Изд.АН КазССР, 1963. - 341 с.
2. Яфязова Р.К. О генезисе конусов выноса рек хр. Заилийский Алатау / Каз.н-и.гидромет.ин-т (КазНИГМИ). - Алматы, 1995. - 5 с.: 1 ил. - Деп. в Казгосинти 30.03.95, N 5983-Ка95.
3. Яфязова Р.К. О конусах выноса горных рек Заилийского Алатау / Каз.н-и.гидромет.ин-т (КазНИГМИ). - Алматы, 1995. - 8 с.: 4 ил. - Деп. в Казгосинти 30.03.95, N 5982-Ка95.
4. Яфязова Р.К. Климат и селевая активность / Каз.н-и.гидромет.ин-т (КазНИГМИ). - Алматы, 1995. - 6 с.: 2 ил. - Деп. в Казгосинти 30.03.95, N 5984-Ка95.

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БОЙЫНДАҒЫ ҚҰМ-ҚАЙЫР ЖИЫНТЫҒЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Техн. г. канд. Б.С. СТЕПАНОВ
Н.К. ЯФЯЗОВА

Іле Алатауының солтүстік бойындағы құм - қайыр жиынтығының негізгі ерекшеліктерінің зерттеу қорытындысы баяндалады. Құм-қайыр жиынтығының конустық сипатының сел қаупін тудыратын себептерінің математикалық моделі ұсынылған. Аталмыш модель - сел қаупін анықтауға, сел келтіретін шығынды кемітуге, сақтық шараларын жасауға мүмкіндік жасайды.

УДК 556.124.2 (282.256.166)

ПРЕДВЕСЕННИЕ СНЕГОЗАПАСЫ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА РЕКИ ТОБОЛ

Канд. геогр. наук И. И. Скоцеляс

Приведены методика определения февральских и максимальных предвесенних снегозапасов, их среднемноголетние и ежегодные величины для бассейна Верхнего Тобола, а также для основных его частей. Выявлены особенности пространственного изменения и оценена вариация во времени этих характеристик снежного покрова.

Предвесенние снегозапасы являются одним из основных предикторов, обычно используемых при прогнозировании водности рек и притока воды в водохранилища за период весеннего половодья. В данной работе приведена их оценка для бассейна Верхнего Тобола, производившаяся в связи с разработкой методики долгосрочного прогноза весеннего притока воды к каскаду водохранилищ, созданных выше г. Костанай [3].

Величины предвесенних снегозапасов определялись по материалам маршрутных снегосъемок, регулярно проводящихся на гидрометеорологической сети станций и постов. При этом, поскольку физико-географические условия в бассейне Верхнего Тобола не совсем одинаковы по всей территории и количество пунктов наблюдений за снежным покровом в разное время было непостоянным, предварительно оценивалось пространственное изменение снегозапасов и их соответствие при разном сочетании станций и постов средним значениям в бассейнах р. Тобол до с. Гришенка, р. Аят до с. Варваринка и на территории, примыкающей к каскаду водохранилищ.

Для анализа пространственного изменения снегозапасов использованы данные по снежному покрову

в 46 пунктах наблюдений, из которых 42 расположено в Костанайской области, два (Бреды, Карталы) на территории Российской Федерации, в пределах рассматриваемого бассейна, по одному в Актюбинской и Торгайской областях (соответственно Северный АМСГ и Шили). По этим данным были установлены районные зависимости снегозапасов на конец февраля и максимальных предвесенних снегозапасов от географического положения пунктов наблюдений. Границы районов показаны на рис.1. Для февральских и максимальных снегозапасов они почти совпадают и в основном согласуются с физико-географическим районированием территории [1,2].



Рис.1. Районирование бассейна Верхнего Тобола на основе зависимости снегозапасов от географических координат местности:
1,2,3 – номера районов

Всего выделено по три района. Первый район занимает большую часть левобережья р.Тобол - ровную, лишь местами всхолмленную поверхность Зауральского плато, слабо наклоненную к долине р.Тобол. Второй район включает истоки Тобола и частично его правобережье, расположенное выше Верхнетобольского водохранилища и представляющее собой северо-западную окраину Торгайского столово-останцевого плато. Третий район - это территория, примыкающая к долине р.Тобол ниже по течению. В нее вклинивается Костанайская равнина с плоским или слабохолмистым рельефом. На поверхности равнины имеется множество блюдцеобразных впадин.

Высотные отметки в рассматриваемой части бассейна р.Тобол находятся в пределах 150-400 м. Лишь отдельные поднятия на водоразделе превышают 400 м.

Полученные районные зависимости снегозапасов имеют следующий общий вид:

$$S = a \varphi + b \lambda + c, \quad (1)$$

где S - средние многолетние снегозапасы (на конец февраля или максимальные), мм; φ , λ - широта и долгота местности, отсчитанные соответственно от 50° с.ш. и от 60° в.д., мин; a , b , c - параметры. Значения a , b , c приведены в табл.1.

Таблица 1

Значения параметров районных зависимостей снегозапасов

Номер района	Параметры для снегозапасов на конец февраля			Параметры для максимальных снегозапасов		
	a	b	c	a	b	c
1	70,8	-0,15	0,12	53,7	0,01	0,12
2	51,8	-0,13	0,12	59,9	-0,11	0,12
3	70,8	-0,35	0,12	68,8	-0,25	0,12

Кроме того, по данным наблюдений на метеорологической станции Есенкульская были установлены зависимости между снегозапасами, измеренными в лесу и в поле. Эти зависимости можно представить в виде следующих эмпирических формул:

$$S_{\phi, л} = 1,21 S_{\phi, п} + 15, \quad (2)$$

$$S_{\max, л} = S_{\max, п} + 1,20 (S_{\phi, л} - S_{\phi, п}), \quad (3)$$

где $S_{\phi, л}$, $S_{\phi, п}$ - снегозапасы на конец февраля соответственно в лесу и в поле, мм; $S_{\max, л}$, $S_{\max, п}$ - максимальные предвесенние снегозапасы в лесу и в поле, мм.

С помощью формул (1) - (3) определялись средние многолетние значения рассматриваемых характеристик снежного покрова для бассейнов р.Тобол до с.Гришенка, р.Аят до с.Варваринка и для прикаскадной территории. При этом сначала они вычислялись в узлах координатной сетки, разбитой через 10' по широте и долготе, затем осреднялись в пределах указанных частей бассейна. В результате таких расчетов средние снегозапасы на конец февраля для бассейна р.Тобол до с.Гришенка составили 51 мм, для бассейна р.Аят до с.Варваринка - 55 мм и для прикаскадной части - 57 мм, а максимальные - соответственно 57, 66, 65 мм.

Несколько большие величины средних многолетних предвесенних снегозапасов можно получить по карте, приведенной в монографии [2]. В связи с этим необходимо отметить, что при ее построении использованы материалы сравнительно непродолжительных наблюдений за снежным покровом, причем преобладающую их часть составили не данные снегосъемок, а измерения по рейкам на метеорологических станциях.

Такие же или близкие к приведенным величины снегозапасов дает осреднение последних по следующим станциям и постам: Бреды, Джетыгара (Забеловка), Шевченковка, Гришенка, Ливановка, свх "Большевик", свх им.Дзержинского, зерносовхоз им.Пушкина - для бассейна р.Тобол до с.Гришенка; Аршалинский зерносовхоз, Есенкульская, Карталы, Вар-

варинка, Маслаковцы - для бассейна р.Аят до с.Варваринка; Костанай, агро (Костанай), Рудный, Тобол, Варваринка, Гришенка, Куршункульский свх - для прикаскадной части. Полученные этим способом средние многолетние величины снегозапасов приведены в табл.2.

Таблица 2

Средние многолетние величины снегозапасов, полученные путем осреднения по пунктам наблюдений

Часть бассейна	Снегозапасы, мм	
	на конец февраля	максимальные
Р.Тобол до с.Гришенка	51	61
Р.Аят до с.Варваринка	58	66
Прикаскадная часть	56	65

Приведенные расчетные данные позволяют полагать, что при наличии всех упомянутых станций и постов снегозапасы путем их осреднения можно определять достаточно надежно. Все же во избежание систематических погрешностей в некоторые из их величин целесообразно вводить поправки для учета различий по сравнению с детальным способом расчета запасов воды в снеге.

Однако станции и посты в таком количестве и составе одновременно существовали не всегда. В связи с этим была осуществлена привodka снегозапасов, рассчитанных по имеющимся в каждом году пунктам наблюдений, к их величинам, полученным по данным всех перечисленных выше станций и постов. Для приводки использовались графические связи, построенные за годы параллельных наблюдений. В случаях недостаточной тесноты этих связей, в основном за ранние годы, снегозапасы рассчитывались с помощью следующих эмпирических формул:

$$S_{\Phi, ав} = 0,70 S_{\Phi, тг} + 20, \quad (4)$$

$$S_{\Phi, \text{пч}} = 0,92 S_{\Phi, \text{ав}} + 8, \quad (5)$$

$$S_{\text{мах, тг}} = 1,09 S_{\Phi, \text{тг}} + 4, \quad (6)$$

$$S_{\text{мах, ав}} = 1,06 S_{\Phi, \text{ав}} + 5, \quad (7)$$

$$S_{\text{мах, пч}} = 1,13 S_{\Phi, \text{пч}}, \quad (8)$$

где $S_{\Phi, \text{ав}}$, $S_{\Phi, \text{тг}}$, $S_{\Phi, \text{пч}}$ - снегозапасы на конец февраля соответственно в бассейнах р.Аят до с.Варваринка, р.Тобол до с.Гришенка и в прикаскадной части бассейна р.Тобол, мм; $S_{\text{мах, тг}}$, $S_{\text{мах, ав}}$, $S_{\text{мах, пч}}$ - максимальные предвесенние снегозапасы в тех же частях бассейна р.Тобол, мм.

Теснота связей, выраженных формулами (5) - (8), характеризуется коэффициентами корреляции r , находящимися в пределах 0,89-0,93, и средними квадратическими погрешностями $b_r < \pm 0,04$. Для связи, представленной в виде формулы (4), $r=0,79$, $b_r = \pm 0,09$.

Из действующих в настоящее время станций и постов для определения снегозапасов в бассейне р.Тобол до с.Гришенка можно рекомендовать следующие: для бассейна р.Тобол до с.Гришенка - Бреды, Джетыгара, Гришенка, для бассейна р.Аят до с.Варваринка - Есенкульская, Карталы, для прикаскадной части - Костанай, агро, Гришенка, Варваринка. Приведение снегозапасов, осредненных по этим станциям и постам, к величинам, полученным при полном наборе пунктов наблюдений, можно выполнить, используя следующие выражения:

$$S_{\Phi, \text{тг}} = 0,97 S_{\Phi, \text{бдг}} - 4,8, \quad (9)$$

$$S_{\Phi, \text{ав}} = 0,87 S_{\Phi, \text{ек}} + 11,0, \quad (10)$$

$$S_{\Phi, \text{пч}} = 0,98 S_{\Phi, \text{квг}}, \quad (11)$$

$$S_{\text{мах, тг}} = 1,03 S_{\text{мах, бдг}} - 8,2, \quad (12)$$

$$S_{\text{мах, ав}} = 0,75 S_{\text{мах, ек}} + 20,9, \quad (13)$$

$$S_{\text{мах, пч}} = 0,88 S_{\text{мах, квг}} + 3,9, \quad (14)$$

где $S_{\phi, бдг}$ - осредненные снегозапасы на конец февраля по данным наблюдений на станциях Бреды, Джетыгара и на посту Гришенка, мм; $S_{\phi, ек}$ - то же по станциям Есенкульская и Карталы, мм; $S_{\phi, квг}$ - то же по станции Костанай, агро и постам Варваринка и Гришенка, мм; $S_{max, бдг}$ - осредненные максимальные снегозапасы по станциям Бреды, Джетыгара и посту Гришенка, мм; $S_{max, ек}$ - то же по станциям Есенкульская и Карталы, мм; $S_{max, квг}$ - то же по станции Костанай агро и постам Варваринка и Гришенка, мм.

Коэффициенты корреляции связей, использованных для получения выражений (9) - (14), находятся в пределах 0,85 - 0,92, а их средние квадратические погрешности изменяется от $\pm 0,02$ до $\pm 0,06$.

Ежегодные рассчитанные снегозапасы для рассматриваемых частей бассейна р.Тобол приведены в прил.1. В прил.2 представлены соответствующие им величины, выраженные в объемных единицах. По этим данным произведена оценка многолетней изменчивости и синхронности колебаний предвесенних снегозапасов, а также соотношений между максимальными и февральскими запасами воды в снеге.

Для бассейна р.Тобол до с.Гришенка коэффициент вариации (C_v) и февральских, и максимальных снегозапасов равен 0,43. Средние величины этих характеристик снежного покрова за период 1939-1991 гг. в конце февраля составили 51 мм (679 млн m^3), максимальные - 57 мм (762 млн m^3). Февральские снегозапасы изменялись от 6 мм (80 млн m^3) до 114 мм (1528 млн m^3), а максимальные - от 7 мм (94 млн m^3) до 124 мм (1662 млн m^3).

В бассейне р.Аят до с.Варваринка изменчивость рассматриваемых характеристик меньше. Для снегозапасов на конец февраля $C_v=0,30$. При этом их средняя за весь период величина составила 55 мм (570 млн m^3), наименьшая - 19 мм (196 млн m^3), наибольшая - 103 мм (1061 млн m^3). Максимальные запасы воды в снеге находились в пределах от 23 мм (237 млн m^3) до 112 мм (1154 млн m^3) при средней величине 66 мм (682 млн m^3) и $C_v = 0,27$.

В прикаскадной части бассейна р.Тобол наименьшие снегозапасы в конце февраля составили

25 мм (522 млн м³), средние - 57 мм (1187 млн м³), наибольшие достигали 99 мм (2069 млн м³). Максимальные предвесенние запасы изменялись от 25 мм (522 млн м³) до 110 мм (2299 млн м³), при средней многолетней величине 65 мм (1355 млн м³). Коэффициент вариации февральских снегозапасов в этой части бассейна р.Тобол равен 0,27, максимальных - 0,26.

Для всего бассейна в среднем за рассматриваемый период запасы воды в снеге в феврале составили 55 мм (2436 млн м³), максимальные - 63 мм (2799 млн м³). В конце февраля они изменялись от 19 мм (865 млн м³) до 96 мм (4294 млн м³), максимальные находились в пределах 21-108 мм (920-4871 млн м³), а коэффициент вариации соответственно оказался равным 0,30 и 0,29.

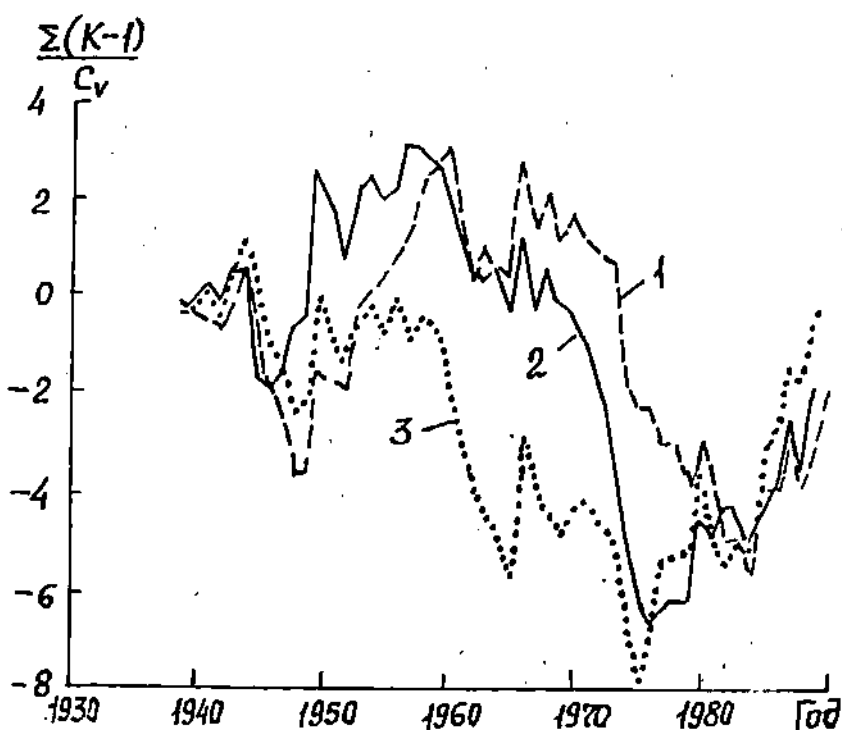


Рис. 2. Интегральные кривые снегозапасов:
 1 - бассейн р.Аят до с.Варваринка;
 2 - бассейн р.Тобол до с.Гришенка;
 3 - прикаскадная часть бассейна .

Максимальные снегозапасы в верховьях Тобола в среднем в 1,1-1,2 раза больше по сравнению с февральскими, причем в бассейне р.Тобол до с.Гришенка это соотношение меньше, чем на остальной территории. Более того, в 27 % лет максимальные и февральские запасы воды в снеге здесь были одинаковыми. В то же время в отдельные годы их максимальные величины превышали февральские в 1,5-1,6 раза, а в бассейне р.Аят до с.Варваринка - даже в 1,8-1,9 раза. В целом же многолетние колебания предвесенних снегозапасов в разных частях бассейна Верхнего Тобола достаточно синхронны (рис.2) и удовлетворительно описываются кривой биномиального асимметричного распределения при соотношении коэффициентов асимметрии и вариации равном 2. Различия состоят, в основном, лишь в средних многолетних значениях снегозапасов.

Таким образом, с помощью изложенной методики получены достаточно надежные средние многолетние и ежегодные величины февральских и максимальных предвесенних снегозапасов в бассейне Верхнего Тобола и отдельных его частях. Установлено наличие:

- возрастания средних многолетних запасов воды в снеге в однородных физико-географических районах с увеличением долготы и уменьшением широты местности, что можно объяснить влиянием Уральских гор и общим наклоном поверхности бассейна с юга на север;

- повышенной по сравнению с другими частями изменчивости снегозапасов во времени в бассейне р.Тобол до с.Гришенка;

- синхронности их колебаний в различных частях бассейна;

- превышения максимальных предвесенних снегозапасов над февральскими в среднем в 1,1-1,2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водный баланс Кустанайской области / Под ред. А.И.Чеботарева. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 212 с.

2. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под ред. В.А.Урываева. - Вып.2. - Кустанайская область Казахской ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1959. - 711 с.
3. Скоцеляс И.И. Методика долгосрочного прогноза весеннего притока воды к каскаду Верхнетобольских водохранилищ // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 1. - С. 58-69.

Приложение 1

Предвесенние снегозапасы в верхней части бассейна р.Тобол, мм

Год	Бассейн р.Тобол до с.Гришенка		Бассейн р.Аят до с.Варваринка		Прикаскадная часть		Бассейн в целом	
	S_{ϕ}	S_{max}	S_{ϕ}	S_{max}	S_{ϕ}	S_{max}	S_{ϕ}	S_{max}
1939	49	53	51	62	55	63	52	60
1940	51	56	53	64	57	66	54	63
1941	60	65	59	71	62	71	61	69
1942	42	46	46	57	50	58	47	54
1943	66	72	63	75	69	79	67	76
1944	51	56	65	77	68	78	62	71
1945	6	7	31	41	37	43	26	32
1946	45	49	40	51	45	52	44	51
1947	64	70	46	57	50	58	53	61
1948	66	72	37	47	42	49	48	55
1949	54	59	56	68	60	69	57	66
1950	114	124	88	101	89	102	96	108
1951	34	43	52	60	45	51	43	51
1952	28	44	52	57	50	59	44	54
1953	80	114	81	112	65	74	73	95
1954	60	72	60	69	69	77	64	74
1955	39	51	65	60	48	54	49	56
1956	55	84	59	62	66	85	61	79
1957	72	83	65	89	68	91	68	88
1958	50	77	71	71	51	58	55	67
1959	44	44	60	67	43	48	47	51
1960	46	50	61	65	51	57	52	57
1961	25	25	30	44	28	34	28	34

Продолжение прил. 1

Год	Бассейн р.Тобол до с.Гришенка		Бассейн р.Аят до с.Варваринка		Прикаская- ная часть		Бассейн в целом	
	S_{Φ}	S_{max}	S_{Φ}	S_{max}	S_{Φ}	S_{max}	S_{Φ}	S_{max}
1962	32	32	34	51	45	55	39	47
1963	50	60	69	62	50	74	54	72
1964	57	63	47	50	47	47	50	52
1965	31	34	41	41	47	47	41	42
1966	87	93	103	112	99	110	96	105
1967	16	22	33	39	33	36	28	32
1968	68	71	68	80	57	60	63	68
1969	35	35	38	50	52	61	44	51
1970	48	49	64	77	62	63	58	62
1971	37	53	46	75	61	78	50	70
1972	32	36	52	59	52	57	46	51
1973	28	28	51	57	51	52	44	46
1974	11	12	19	23	25	25	19	21
1975	23	23	42	42	46	49	38	40
1976	45	60	55	59	67	70	58	64
1977	54	54	76	82	83	84	73	75
1978	58	58	56	72	59	74	58	69
1979	51	52	49	64	58	63	54	60
1980	86	91	70	80	78	83	79	85
1981	41	52	33	62	35	55	36	56
1982	63	63	42	49	53	62	53	59
1983	52	58	56	80	66	71	59	69
1984	35	35	45	63	52	64	45	55
1985	89	89	81	91	85	91	85	90
1986	60	60	58	69	65	73	62	68
1987	82	77	82	82	78	90	79	85
1988	28	39	39	69	52	66	42	59
1989	86	86	81	83	79	86	82	85
1990	81	88	80	82	74	85	77	85
1991	19	21	38	40	31	34	29	31
Сред.	51	57	55	66	57	65	55	63

Объем воды в снежном покрове, млн м³

Год	Бассейн р.Тобол до с.Гришенка		Бассейн р.Аят до с. Варваринка		Прикаскад- ная часть		Бассейн в целом	
	S_{ϕ}	S_{max}	S_{ϕ}	S_{max}	S_{ϕ}	S_{max}	S_{ϕ}	S_{max}
1939	657	710	525	639	1150	1317	2332	2666
1940	683	750	546	659	1191	1379	2420	2788
1941	804	871	608	731	1296	1484	2708	3086
1942	563	616	474	587	1045	1212	2082	2415
1943	884	965	649	772	1442	1651	2975	3388
1944	683	750	670	793	1421	1630	2774	3173
1945	80	94	319	422	773	899	1172	1415
1946	603	657	412	525	940	1087	1965	2269
1947	858	938	474	587	1045	1212	2377	2737
1948	884	965	381	484	878	1024	2143	2473
1949	724	791	577	700	1254	1442	2555	2933
1950	1528	1662	906	1040	1860	2132	4294	4834
1951	456	575	536	618	940	1066	1932	2259
1952	375	590	536	587	1045	1233	1956	2410
1953	1072	1528	834	1154	1358	1547	3264	4229
1954	804	965	618	711	1442	1609	2864	3285
1955	523	683	670	700	1003	1129	2206	2512
1956	737	1126	608	639	1379	1776	2724	3541
1957	965	1112	670	917	1421	1902	3056	3931
1958	670	1032	731	731	1066	1212	2467	2975
1959	590	590	618	690	899	1003	2107	2283
1960	616	670	628	670	1066	1191	2310	2531
1961	335	335	309	453	585	711	1229	1499
1962	429	429	350	525	940	1150	1719	2104
1963	670	804	711	845	1045	1547	2426	3196
1964	764	844	484	515	982	982	2230	2341
1965	415	456	422	422	982	982	1819	1860
1966	1166	1246	1061	1154	2069	2299	4296	4699
1967	214	295	340	402	690	752	1244	1449
1968	911	951	700	834	1191	1254	2802	3039
1969	469	469	391	515	1087	1275	1947	2259
1970	643	657	659	793	1296	1317	2598	2767
1971	496	710	474	772	1275	1630	2245	3112

Год	Бассейн р.Тобол до с.Гришенка		Бассейн р.Аят до с. Варваринка		Прикаская - ная часть	Бассейн В Целом		
	S_{Φ}	S_{max}	S_{Φ}	S_{max}		S_{Φ}	S_{max}	
1972	429	482	536	608	1087	1191	2052	2281
1973	375	375	525	587	1066	1087	1966	2049
1974	147	161	196	237	522	522	865	920
1975	308	308	433	433	981	1024	1702	1765
1976	603	804	566	608	1400	1463	2569	2875
1977	724	724	783	845	1735	1756	3242	3325
1978	777	777	577	742	1233	1547	2587	3066
1979	683	697	505	669	1212	1317	2400	2673
1980	1152	1219	721	824	1630	1735	3503	3778
1981	549	697	340	639	732	1150	1621	2486
1982	844	844	433	505	1108	1296	2385	2645
1983	697	777	577	824	1379	1484	2653	3085
1984	469	469	464	649	1087	1338	2020	2456
1985	1193	1193	834	927	1776	1902	3803	4032
1986	804	804	597	711	1358	1526	2759	3041
1987	1099	1099	802	927	1609	1756	3511	3782
1988	375	523	402	711	1087	1379	1864	2613
1989	1152	1152	834	855	1651	1797	3637	3804
1990	1085	1179	824	845	1547	1776	3456	3800
1991	255	281	391	412	648	711	1294	1404
Сред.	679	762	570	682	1187	1355	2436	2799

Каззахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ТОВЫЛ ӨЗЕНІНІҢ ЖОҒАРЫ АЙДАРЫНЫҢДАҒЫ ЕРТЕ КӨКТЕМДЕГІ ҚАР ҚОРЫ

Георг. р. канд. И.И. СКОЦЕЛЯС

Жоғары Тобыл өзенінің айдағындағы және оның негізгі салдарындағы ақпан айында және ерте көктемдегі ең көп қар қорын оның көп жылғы және әр жылғы мөлшерін анықтаудың әдістері негізге алынды. Мақалада қыс мезгілдеріндегі қар қорының аумағына және қар жамылғыларының ерекшеліктеріне баға берілген.

УДК. 551. 578. 48

К ВОПРОСУ О ЛАВИННОЙ АКТИВНОСТИ ГЛЯЦИАЛЬНОГО ПОЯСА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ

Канд. геогр. наук И.В. Кондрашов
А.А. Мизин

На основании многолетних наблюдений снеголавинной станции Чимбулак рассматривается распределение лавин в течение года, по морфологическим и генетическим типам в малоизученном в лавинном отношении гляциальном поясе Заилийского Алатау. Приводятся сведения о колебании лавинной активности за последние 20 лет.

В Заилийском Алатау рассматриваемый высотный пояс расположен выше 3300-3400 м. Здесь сосредоточено около 300 ледников общей площадью 310 км² [6]. Это популярный район массового отдыха международного значения, рекреационные ресурсы которого в дальнейшем будут использоваться все шире. В то же время здесь ежегодно отмечается сход лавин, которые нередко сопровождаются жертвами. Так, в январе 1980 года только в одной небольшой по объему лавине (около 200 м³), сошедшей со склона пика Чкалова (3800 м), погибло семь альпинистов. Регулярные наблюдения за лавинами в гляциальном поясе Заилийского Алатау начаты в бассейне реки Малой Алматинки снеголавинной станцией Чимбулак Казгидромета в 1975 году. Здесь осуществляется комплекс регулярных снеголавинных наблюдений, включающий описание лавин, маршрутные снегосъемки с определением стратиграфии и физико-механических свойств снега на характерных склонах в диапазоне высот от 3600 до 4080 м. Описание лавин проводится также в верховьях рек Шилик, Турген, Есык, Талгар, Большая Алматинка, Карагалинка, Аксай и Каскелен во время аэровизуальных и экспедиционных обследований.

Необходимо отметить, что почти все лавины зарегистрированы со склонов, покрытых ледниками. Абсолютная высота отрыва в большинстве случаев превышала 3700–3800 м. В нижней части гляциального пояса на крутых осыпных участках морен самопроизвольный сход лавин практически не наблюдался. Лавины сходили только в результате нарушения равновесия снежной толщи за счет нагрузки от движущегося человека. Две такие лавины отмечены на морене ледника Туюксу в апреле и ноябре 1990 года. При этом погибло 8 человек. Многолетние наблюдения позволили выявить особенности режима лавин и дать некоторые рекомендации по безопасному проведению спортивных мероприятий в этом малоисследованном в лавинном отношении районе.

Гляциальный пояс Заилийского Алатау, особенно в центральной части хребта (междуречье Талгара и Большой Алматинки), отличается сильной расчлененностью рельефа. Склоны, ограничивающие ледники, как правило, очень крутые ($40-60^\circ$), пересечены многочисленными кулуарами – лотками, по которым и сходят лавины. На ровных участках крутых склонов обычны лавины-осовы. В восточной и западной части хребта (бассейны рек Турген и Каскелен) преобладают ледники плоских вершин [1]. Склоны характеризуются здесь небольшими уклонами и поэтому практически нелавиноактивны. В Заилийском Алатау в целом наибольшее распространение имеют висячие ледники, обладающие крутой поверхностью, обрывистыми боковыми стенками и являющиеся типичными местами схода часто повторяющихся лавин. Они не спускаются ниже 3500 м. Значительные по объему лавины преимущественно формируются в зоне аккумуляции долинных и котловинных ледников. Такие морфологические типы ледников встречаются в основном в центральной части хребта.

В Заилийском Алатау максимальное годовое количество осадков наблюдается в центральной части хребта на высотах 3400–3500 м и по данным суммарных осадкомеров составляет около 1400 мм. К западу от р. Большая Алматинка и восточнее р. Талгар этот показатель заметно ниже [5]. На-

ибольшее количество осадков выпадает в теплое время года, преимущественно в мае - июле (табл. 1). В холодный сезон, особенно в период с декабря по февраль, в гляциальном поясе вследствие низкого уровня конденсации количество осадков обычно меньше, чем в нижележащих зонах.

Температурный режим в рассматриваемом районе характеризуется большой продолжительностью холодного периода. Средние месячные температуры воздуха положительны лишь с июня по сентябрь. Максимальные температуры в этот период достигают 18-20 °С. Зимой средние месячные температуры воздуха ниже минус 15 °С не опускаются. Средние месячные значения скорости ветра не превышают 3 м/с. В холодный период, особенно в первые сутки после снегопадов, часто наблюдаются сильные ветры со скоростью 10-20 м/с, преимущественно южного и юго-западного направления. Под действием ветра сухой снежный покров сносится вниз по склону на пологие участки ледников и морен, что является одной из основных причин слабой лавинной активности в гляциальном поясе в холодный период. В основном вследствие этих ветров образуются снежные карнизы, приуроченные к пригребневым участкам северных и восточных склонов.

В Заилийском Алатау фирновая линия располагается на ледниках северных экспозиций на высотах 3700-3800 м, на ледниках восточных и западных экспозиций на высотах 3900-4000 м. Устойчивый снежный покров в зоне 3400-3600 м устанавливается во второй половине сентября и стаивает в середине июля. О распределении высоты снега в гляциальной зоне Заилийского Алатау можно судить по данным снегосъемок на горизонтальных площадках ледника Туксу (см. табл.1).

По данным наблюдений за дистанционными рейками в зоне 3400-3700 м, наиболее заснеженными являются склоны северной ориентации. Разница в высоте снега на склонах северной и восточной экспозиции достигает 0,2-0,4 м, а на горизонтальных площадках - в среднем на 0,20 м меньше, чем на склонах северной ориентации.

Таблица 1

Среднее месячное количество осадков (X, мм) и средняя высота снега (h, м) на конец декады на горизонтальных площадках ледника Туюксу

Характеристика	Высота, м	Декада	Месяц												Год
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
X	3450	-	23	28	49	95	150	171	146	95	59	64	50	33	963
h	3600	-	0,75	0,80	0,95	1,10	1,30	1,00	0,30			*	0,40	0,70	-
			0,80	0,85	1,00	1,15	1,10	0,70	0,05			*	0,55	0,70	-
			0,80	0,90	1,10	1,20	1,05	0,50	*			0,30	0,65	0,75	-
h	4080	1	-	-	-	-	-	1,40	0,80	0,10		-	-	-	-
		2	-	-	-	-	1,20	1,20	0,50			-	-	-	-
		3	-	-	-	-	1,30	1,00	0,30			-	-	-	-

Примечание. Знак (*) означает, что снежный покров наблюдался менее, чем в 50 % случаев; знак тире означает, что данные наблюдений отсутствуют.

В гляциальном поясе центральной части хребта Заилийского Алатау лавины сходят практически синхронно и имеют сходные характеристики. Поэтому выводы, полученные во время наблюдений за лавинами на ледниках в верховьях р. Малой Алматинки, можно распространить на всю центральную часть хребта. В рассматриваемом районе в зависимости от метеорологических условий количество и объем лавин в отдельные годы существенно различаются (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика лавинной деятельности в отдельные годы на ледниках верховьев р. Малой Алматинки

Год	Число лавин	Суммарный объем лавин за год, тыс. м ³	Максимальный объем лавин, тыс. м ³	Суммарное количество осадков за период с апреля по июль, мм	Количество осадков за год, мм
1975	24	106	35,8	542	1020
1976	46	78	10,0	643	1033
1977	34	42	7,8	436	888
1978	13	83	55,4	482	734
1979	15	21	4,5	675	1039
1980	15	18	5,8	599	1002
1981	40	37	6,7	728	1168
1982	16	4	1,0	390	751
1983	14	50	15,0	623	910
1984	11	10	2,0	471	777
1985	7	11	3,3	585	1066
1986	16	31	7,5	613	1014
1987	14	56	11,2	641	1237
1988	12	20	4,0	603	1007
1989	11	10	2,4	613	1065
1990	11	19	4,5	546	972
1991	4	1	0,3	404	-
1992	17	39	4,8	-	-
1993	33	115	14,5	-	-
1994	16	25	4,8	-	-

Выше 3700 м направление метелевого переноса становится преимущественно западным и юго-западным. В результате этого на подветренных склонах восточной ориентации в период с декабря по май высота снега уже на 0,2-0,4 м больше, чем на северных, а на западных склонах, являющихся наветренными, она на 0,6-0,9 м меньше [3].

Условия формирования и развития снежной толщи в гляциальной зоне имеют ряд особенностей по сравнению с нижележащими зонами. Эти особенности определяют особый режим лавин. В период с ноября по февраль отложение выпавшего снега в зоне выше 3400 м сопровождается обычно сильным ветром, обуславливающим образование на поверхности снежного покрова ветровой корки или ветрового наста, которые увеличивают устойчивость снега. В это же время из-за небольших градиентов температур процессы сублимационного разрыхления в снежной толще протекают менее интенсивно, чем в нижележащих зонах, чем и объясняется отсутствие горизонтов со слабой поверхностной плотностью. Установлено, что плотность и прочностные свойства снега (поверхностная плотность, сопротивление разрыву) в Заилийском Алатау увеличиваются с высотой местности [3]. Поверхностная плотность снежного покрова в нижних горизонтах снежной толщи имеет значительные величины - порядка 400-500 кг/м². В то же время нагрузка на эти горизонты также весьма значительна - до 700 мм. В результате коэффициент устойчивости снежной толщи C/S , где C - поверхностная плотность снежного покрова в кг/м², а S - водность вышележащей толщи в мм, в большинстве случаев меньше 1 (см. рисунок). В отдельные сутки, когда $C/S > 1$, отрыв лавины происходит в верхних горизонтах снега, и сходят небольшие лавины. Необходимо отметить, что во всех случаях наблюдения проводились утром (9-10 ч). В это время верхние горизонты снега были мерзлыми, а температурный наст под действием солнца в период с мая по июнь разрушался обычно через 2-3 часа после его освещения солнцем, что и способствовало сходу лавин в дневные часы.

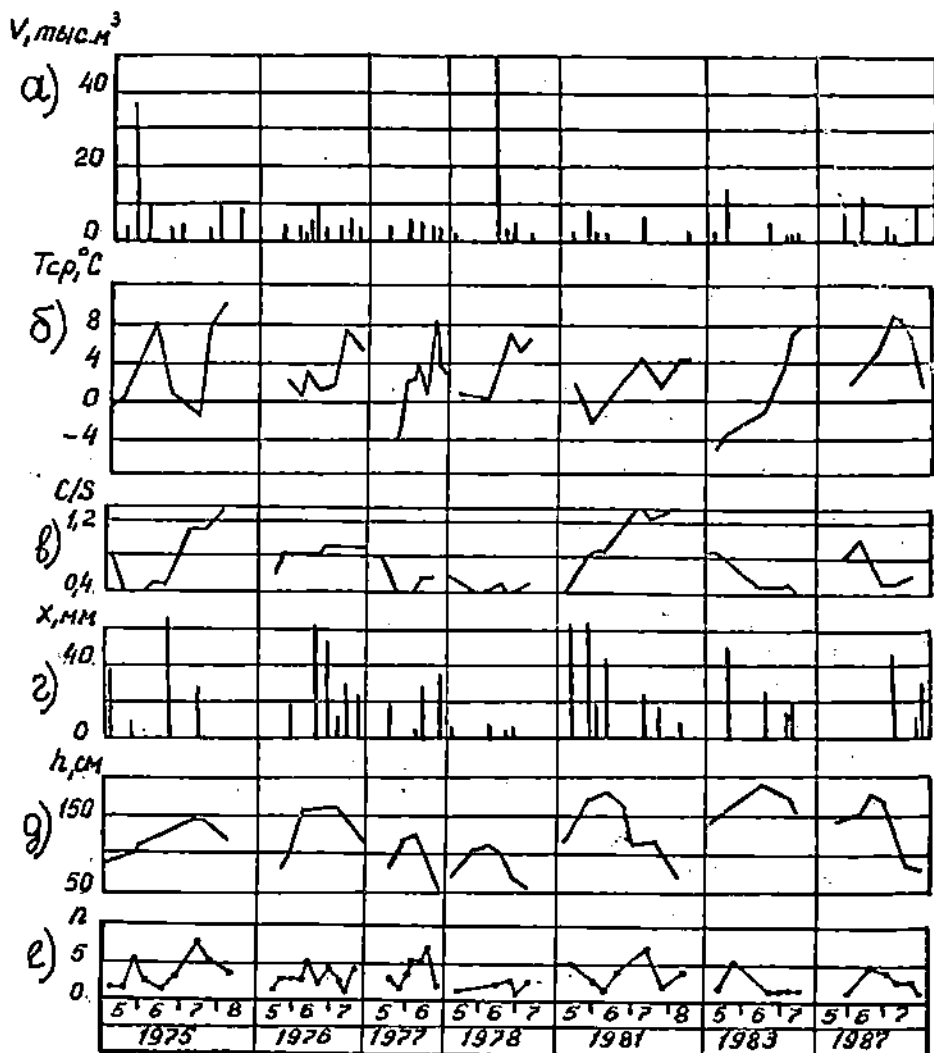


Рис. Изменчивость лавинной активности и факторов лавинообразования в гляциальной зоне бассейна Малой Алматинки. а) V - максимальный объем лавины, тыс. m^3 ; б) $T_{ср}$ - средняя температура воздуха в день схода лавины, $^{\circ}C$; в) C - поверхностная плотность снега, $кг/m^2$; S - водность снега, мм; г) X - количество осадков перед сходом лавин, мм; д) h - высота снежного покрова в зоне отрыва лавин, м; е) n - случаи схода лавин.

По основным характеристикам лавинного режима (количество сошедших лавин, суммарный и максимальный объем) каждый год имеет свои особенности, определяющиеся прежде всего снегозапасами и температурным режимом. В отдельные годы наблюдается резкое усиление лавинной активности, проявляющееся в массовом сходе лавин катастрофических объемов и необычной дальности их выброса. В гляциальной зоне за период регулярных наблюдений наиболее лавиноактивными были 1975 и 1993 годы, а за последние 50 лет, по данным очевидцев, — 1958 год. Ежегодный суммарный объем лавин на ледниках в верховьях р. Малой Алматинки может изменяться от 1 до 106 тыс. м³. Подвержены большим изменениям также и такие характеристики лавинной активности, как количество сошедших лавин, варьирующееся от 4 до 46, и их максимальный объем, колеблющийся от 0,3 до 55,4 тыс. м³ (см. табл. 2). Уровень лавинной активности в гляциальной и нижележащих зонах Заилийского Алатау часто не совпадает. Так, в исключительно лавиноактивные для среднегорного и высокогорного поясов зимы 1965–1966 и 1986–1987 гг. в гляциальной зоне схода экстремальных лавин не наблюдалось.

Это объясняется тем, что лавинная активность гляциального пояса определялась в первую очередь количеством осадков в период с апреля по июнь, так как именно в это время происходит снегонакопление на крутых склонах покрытых ледниками. О режиме лавин в гляциальном поясе можно судить по данным табл. 3. В периоды с января по март и с сентября по ноябрь, т.е. в холодную часть года, наблюдается сход лишь единичных лавин.

Они обусловлены снегопадами или вызваны случайными нарушениями равновесия снежной толщи альпинистами. В декабре лавины вообще не сходят из-за небольшого количества осадков, а также из-за интенсивного метелевого переноса, в результате чего с декабря по февраль крутые склоны нередко совсем лишены снежного покрова. Однако, эти факты еще не свидетельствуют об от-

Таблица 3
 Число (n) и суммарный объем лавин (V, тыс. м³) на склонах различной ориентации на ледниках Верхоявев р. Малой Алдландики в период 1975-1991 гг.

Месяц	Ориентация склона												Сумма	Процент от общего числа
	С		СВ		В		З		СЗ		Сумма			
	n	V	n	V	n	V	n	V	n	V	n	V	n	V
1	4	1,9					1	0,3	4	1,9			1	0
2	3	0,9					1	2,4	4	1,2			1	0
3									1	2,4			0	0
4	7	6,5	1	0,4			3	3,5	12	10,8			4	2
5	19	104,9	8	2,0	6	10,9	4	4,3	14	25,2			18	25
6	64	184,0	13	29,5	9	10,3	19	20,2	21	38,3			45	48
7	43	68,5	3	2,1			5	5,5	17	15,6			25	17
8	6	23,8	2	7,3	3	7,2			8	31,2			3	5
9	1	2,7	1	0,6					2	3,3			1	1
10	4	7,9							4	7,9			1	1
11	3	4,5							3	4,5			1	1
12														
Сумма	154	405,6	28	41,9	18	28,4	31	31,1	55	82,6	286	591,6	100	100
Процент от общего числа	54	68	10	7	6	5	11	6	19	14	100	100	100	100

Снег, переносимый ветром, частично отлагается на подветренных склонах и в кулуарах. Часто на его поверхности образуются прочные спрессованные ветром слои снега, так называемые "ветровые доски". Они покоятся на нижележащих горизонтах, прочность которых, а, следовательно, и сопротивление нагрузкам, значительно меньше, чем у "ветровой доски". Резкое увеличение нагрузки вследствие выхода на лавиноопасные участки человека либо диких животных приводит нередко к разрыву снежной доски по линиям наибольших напряжений и, как следствие, к формированию лавин с захватом нижележащих относительно менее прочных горизонтов снежной толщи.

В средне- и высокогорье (1600-3300 м) наиболее опасны мокрые лавины. Сход их наиболее вероятен в марте-апреле. В эти месяцы снеготаяние на ледниках еще не начинается, поэтому лавины могут наблюдаться здесь только после обильных снегопадов. В гляциальном поясе благоприятные условия для схода лавин создаются в теплую половину года - в мае - июле: в результате интенсивной циклонической деятельности и конвекции наблюдается годовой максимум осадков на фоне максимальной высоты снега, высоких температур воздуха и наибольшего притока солнечной радиации. Максимум лавинной активности приходится на июнь. В этом месяце отмечается 48 % от общего числа лавин и 45 % от всего перемещенного лавинами снега (табл. 3).

В Заилийском Алатау лавинная активность, как и высота снега, в значительной мере определяется ориентацией склонов. Наибольшее число и максимальный суммарный объем лавин отмечаются на склонах северной ориентации, соответственно 54 и 68 % от их общих величин. Менее активно лавинная деятельность проявляется на склонах северо-западной, северо-восточной, восточной и западной ориентаций. Число лавин и величина перемещенного лавинами снега с этих склонов составляет соответственно 19 и 14, 11 и 6, 10 и 7, 6 и 5 % от их общих величин [4]. На склонах южной и близких к ней экспозиций оледенение отсутствует. Они обычно покрыты средне- и круп-

нообломочными осыпями, удерживающими снег на склонах. Поэтому сход лавин здесь не наблюдается. Эта закономерность справедлива только для северного склона Заилийского Алатау. На южном склоне, где расположены наиболее крупные ледники, лавины часто наблюдаются и на склонах южной экспозиции.

На ледниках Заилийского Алатау отмечается три типа лавин: связанные со снегопадами, оттепелями и с проникающей в снег солнечной радиацией (инсоляционные). Повторяемость их соответственно равна 34, 45 и 21 % от общего числа. Сход метелевых лавин (без снегопада) происходит крайне редко. Воздействие вышеупомянутых лавинообразующих факторов на сход лавин в чистом виде практически не наблюдается. Большинство лавин образуется в результате совместного влияния двух, а иногда и трех факторов, например, снегопада и метели, снегопада, оттепели и инсоляции и т.д.

Следует подчеркнуть, что выявленные в условиях среднегорья пороговые значения метеорологических условий, превышение которых обуславливает сход лавин, в гляциально-нивальном поясе существенно иные. Так, установлено, что в теплый период года при снегопадах, отмечающихся при температурах воздуха близких к 0°C , для схода лавин необходимо заметно большее количество осадков (не менее 20-25 мм/сут) по сравнению с холодным периодом года (не менее 10-15 мм/сут) (см. рисунок). Это объясняется более значительной связностью кристаллов свежеснег выпавшего снега при высоких температурах воздуха во время снегопада, чем при низких температурах.

Отрыв лавин, обусловленных снегопадами, обычно происходит по контакту со старым снегом. Пришедший в движение слой свежеснег выпавшего снега за счет большой кинетической энергии часто захватывает нижележащие более прочные горизонты снежной толщи. Инсоляционные лавины сходят в результате таяния верхних слоев снега за счет проникающей в него солнечной радиации при отрицательной температуре воздуха. Сход их отмечается в основном в мае - начале июня. Они

ется в основном в мае - начале июня. Они обычно имеют небольшие объемы (до 1000 м³) и отрываются из точки.

В гляциальном поясе Заилийского Алатау, как и в других высокогорных районах [7], наблюдались также особый тип лавин, вызванный обвалами льда с покрытых ледниками склонов. Такие лавины зарегистрированы на северном склоне пика Потребецкого (бассейн Малой Алматинки) и на леднике Крошка (бассейн Среднего Талгара).

В заключение можно сделать следующие выводы. В гляциальном поясе Заилийского Алатау наблюдаются три типа лавин: связанные со снегопадами, оттепелями и с проникающей в снег солнечной радиацией. Повторяемость их соответственно равна 34, 45, и 21% от их общего числа. В зоне выше 3500 м максимум лавинной активности приходится на теплый период года (май-июль). В холодный период года (октябрь-март) наблюдается сход лишь единичных лавин, обусловленных снегопадами или вызванных случайными нарушениями равновесия снежной толщи. Наиболее благоприятным временем для проведения туристских и альпинистских мероприятий является август и сентябрь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог ледников СССР/ Бассейн озера Балхаш. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 178 с.
2. К вопросу о вертикальном распределении снегозапасов на склонах различной ориентации в бассейне Малой Алматинки. Кондрашов И.В., Подстречный А.Н. и др. // Тр. САРНИГМИ. - 1990. - Вып. 136(217). - С. 3-14.
3. Кондрашов И. В. Особенности лавинообразования в гляциальной зоне Заилийского Алатау (на примере Малоалматинских ледников). // Сб. работ Алма-Атинской гидрометобсерватории. - 1978. - Вып.7. - С. 35-48.
4. Кондрашов И. В. Прогноз лавин и некоторых характеристик снежности в горах Казахстана. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 72 с.

6. Токмагамбетов Г. А. Ледники Заилийского Алатау. - Алма-Ата: Наука, 1976. - 365 с.
7. Фрейфельд В. Я. О фирново-ледовых лавинах в бассейне ледника Фортамбек// Тр. САРНИГМИ. - 1979. - Вып. 64 (145). - С. 95-103.

Снеголавинная станция
"Чимбулак" Казгидромета

ІЛЕ АЛАТАУ БОИЫ МҰЗДЫҚ БЕЛДЕУЛЕРІНДЕГІ КӨШКІНДЕРДІҢ БЕЛСЕНДІЛІГІ МӘСЕЛЕСІНЕ ОРАЙ

Геогр. ф. канд. И.В. КОНДРАШЕВ
А.А. МИЗИН

Шыңбулак қар көшкіні стансасының көп жылғы бақылаулары негізінде Іле Алатауы бойы мұздық белдеулердегі аз зерттелген морфологиялық және генетикалық типтер көшкінінің жыл бойғы мұздықтардың бөлінуі қарастырылады. Соңғы 20 жылдағы көшкіндердің белсенділігіндегі ауытқушылық туралы мәліметтер келтіріледі.

УДК.551.509.22(574)

**ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА
СИНОПТИКА-ДОЛГОСРОЧНИКА**

Е.Г. Коренькова

С.В. Мизина

Изложена технология информационного обеспечения автоматизированного рабочего места долгосрочника. Описаны основные программные модули. Приведена структура баз данных.

В настоящее время не вызывает сомнения, что разработка какого-либо автоматизированного рабочего места (АРМа), предполагает организацию информации, необходимой для работы пользователя, в базы данных (БД). Не составляет исключения и разработка АРМа синоптика-долгосрочника. В данном случае требуется создать базы данных по предиктантам и предикторам. Предиктантами в долгосрочном прогнозе погоды обычно являются среднемесячная температура воздуха и месячная сумма осадков. В качестве предикторов нами выбраны характеристики планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) [3]. Этот выбор был сделан исходя из следующих соображений. ПВФЗ является важнейшим элементом состояния атмосферы, длительное время определяющим направленность развития атмосферных процессов. Поэтому с развитием синоптической метеорологии предлагались и непрерывно совершенствовались способы отображения главных особенностей термобарических полей. Однако, используемые до настоящего времени в качестве предикторов всевозможные интегральные показатели крупномасштабных атмосферных процессов обладают рядом недостатков. К их числу прежде всего следует отнести субъективность определения этих показателей и приуроченность их к определенной, чаще всего

ограниченной рамками первого естественного синоптического района территории [11].

Большое удобство для диагноза, каталогизации и, в особенности, для статистической обработки и использования временных рядов в расчетных методах прогнозов представляют числовые характеристики высотных барических полей. Они на каждом десятом меридиане должны отражать структуру высотного поля с учетом географического положения ПВФЗ, а также районы наибольшей изменчивости давления, т.е. места с различной дивергенцией (угол наклона) и ориентировку осей высотных гребней и ложбин. Однако, определение таких числовых обозначений или характеристик ПВФЗ - достаточно трудоемкий процесс, требующий большого количества времени. Поэтому для внедрения в практику методов долгосрочных прогнозов погоды необходимо осуществить накопление и оперативное пополнение информации, а также проведение расчетов с помощью ЭВМ.

Эффективное использование в процессе прогнозирования погоды автоматизированного рабочего места синоптика-долгосрочника предполагает: во-первых, непрерывное получение оперативной гидрометеорологической информации, поступающей по каналам связи, запись и хранение ее на магнитных носителях, минуя рутинный процесс ручной обработки (переписывание, занесение данных в память ПЭВМ с клавиатуры и т.д.); во-вторых, обработку этой информации (осреднение температуры воздуха, накопление месячной суммы осадков, расчет характеристик ПВФЗ и т.д.) для использования в алгоритме прогноза; и, в-третьих, пополнение рассчитанными данными БД АРМа в автоматическом режиме.

Для успешной работы АРМа создан ряд БД, который можно разделить на два класса [1, 2]. Первый включает в себя базы, содержащие собственно сами данные по метеовеличинам, участвующим в прогнозе: данные по приземной температуре воздуха, по суммам осадков и по характеристикам ПВФЗ. Данные по каждой метеовеличине организованы в отдельные базы. Организация этих баз приведена в таблице 1.

Таблица 1

Организация основных баз данных АРМа

№	Наименование поля	Идентификатор поля	Тип данных	Формат
1	Координаты станции (или точки на сетке)	Station	Numeric	9
2	Год наблюдений	Y	Numeric	5
3	Значение за январь по данной метеовеличине	I	Numeric	6
...
14	Значение за декабрь по данной метеовеличине	XII	Numeric	6
15	Поле метки	M	Logical	1

Каждая запись здесь хранит данные по одной станции за один год по двенадцати месяцам. Кроме того, для однозначного определения в записи хранятся координаты станции в градусах с точностью до секунды и год, данные за который она содержит. Для удобства описания, поля с информацией названы комбинациями из латинских букв, которые обозначают номера месяцев в году. Второй класс состоит из вспомогательных БД, содержащих различного рода справочную информацию по: метеовеличинам, хранящимся в основных БД; всем метеостанциям Казахстана; областям Казахстана; каждой из основных БД. Организация справочников представлена в таблице 2. Справочник по метеовеличинам состоит из трех полей: первое поле содержит названия всех метеовеличин, по которым созданы базы данных. Второе поле - название базы, хранящей собственно информацию по соответствующей метеовеличине. И третье поле - название базы, которая является справочником для соответствующей метеовеличины. Справочник по станциям содержит необходимый минимум информации по всем метеостанциям Казахстана: координаты станции, ее синоптический индекс, название, числовой код области, в которой она расположена, высоту станции над уровнем моря и, наконец, поле мет-

ки, которое не несет никакой смысловой информации и используется для работы программ. Справочник по областям Казахстана содержит всего два поля, хранящих само название области и соответствующий ей числовой код.

Таблица 2

Организация справочников

Наименование поля	Идентификатор поля	Тип данных	Формат
<u>Справочник по метеовеличинам</u>			
Название метеовеличины	Namedv	Character	35
Имя базы-справочника	Namedst	Character	8
Имя базы с данными	Namedate	Character	8
<u>Справочник по всем метеостанциям Казахстана</u>			
Координаты станции	Station	Numeric	8
Синоптический индекс станции	Syn_i	Numeric	5
Название станции	Name	Character	25
Код области	No	Numeric	2
Высота станции над уровнем моря	High	Numeric	4
Поле для метки	M	Logical	1
<u>Справочник по областям Казахстана</u>			
Название области	Name	Character	25
Числовой код области	No	Numeric	2
<u>Справочники по каждой метеовеличине</u>			
Координаты станции	Station	Numeric	8
Синоптический индекс станции	Syn_i	Numeric	5
Название станции	Name	Character	25
Код области	No	Numeric	2
Высота станции над уровнем моря	High	Numeric	4
Первый год наблюдений	Ybeg	Numeric	4
Последний год наблюдений	Yend	Numeric	4
Поле для метки	M	Logical	1

Справочник по отдельной метеовеличине хранит информацию, во многом пересекающуюся с информацией в справочнике по станциям Казахстана. Исключение составляют лишь два поля, содержащие первый и последний годы, по которым имеется информация в базе. Однако, в этом справочнике хранится информация только по тем станциям, по которым есть данные в основной базе. Здесь имеется некоторое дублирование информации, которое может вызвать недоумение. Поясним, что это было сделано исходя из соображений экономии времени при выборках и для удобства программирования, учитывая, что объем продублированной информации незначителен.

Для автоматизации пополнения БД АРМа авторами был разработан комплекс программ, выполняющих выборку срочных данных из метеорологической базы данных "ЛАССО", обработку этих данных и пополнение баз данных АРМа полученной информацией [9]. БД "ЛАССО" представляет собой последовательный файл, содержащий записи, каждая из которых соответствует одному наблюдению. В записи содержатся сведения о месте и времени наблюдения, типе наблюдения и идентификаторе наблюдательной платформы (например, индекс станции). Все эти сведения позволяют отобрать из БД нужные для обработки записи.

Кроме идентификационной части в записи содержатся собственно данные наблюдений. Эти данные группируются по уровням. Уровень задается типом (например, уровень моря и т. п.) и значением (например, стандартный уровень 500 гПа). Каждое наблюдение относится к определенному уровню. Кроме того, значение метеорологического параметра может быть проконтролировано и сопровождаться поправкой. Всем возможным метеорологическим параметрам и типам уровней присвоены числовые коды, с помощью которых пользователь формирует свой запрос к БД.

В общем случае процедура выборки данных из БД состоит из следующих шагов:

- открыть сессию доступа к данным;

- сформировать заказ на нужные пользователю записи;
- указать уровни и параметры, необходимые пользователю;
- найти в БД очередную или первую запись, соответствующую заказу;
- отобрать из найденной записи необходимые метеорологические параметры;
- повторять предыдущие два шага, пока не будут просмотрены все записи из БД;
- закрыть сессию доступа к БД.

БД пополняется в режиме реального времени. Это означает, что в нее непрерывно добавляются новые записи. При этом из БД удаляются наиболее старые записи. Доступ к метеорологической базе данных обеспечивается с помощью набора функций. Эти функции можно использовать в приложениях, написанных в системе WINDOWS и DOS [7, 14].

Пакет программ, выполняющий выборку и первичную обработку данных, состоит из следующих модулей:

- mizgr.exe - программа выборки приземной информации о суммах осадков и температурах воздуха по станциям Казахстана;
- mizgr.exe - программа выборки информации о значениях геопотенциала на изобарических поверхностях H_{500} , H_{850} , H_{300} по сетке $5 \times 10^\circ$;
- sbpriz.exe - программа сбора приземной информации в основной файл;
- sbgrid.exe - программа сбора информации ГРИД в основной файл;
- preobpri.exe - программа подготовки файла с приземной информацией для передачи его в базу данных;
- preobgri.exe - программа подготовки файла с информацией ГРИД для передачи его в базу данных.

Программы написаны на языке СИ с использованием доступа к оперативной информации БД "ЛАСО" при помощи утилит доступа [5, 10, 12].

В самой метеорологической БД "ЛАСО" находится огромное число записей, содержащих данные наблюдений различных видов и собранных за большой промежуток времени. Для работы АРМа-

долгосрочника нет необходимости иметь. все эти данные. Поэтому для эффективной работы с БД "ЛАССО" в программах выбора информации формируется заказ для отбора записей. При этом существенно сокращается количество операций ввода-вывода. Заказ, сформированный в программе PRIZ, имеет вид:

- кодовая форма - SYNOP (16);
- географическая область - южная широта - 39°, западная долгота - 51°, северная широта - 53°, восточная долгота - 83° (координаты прямоугольника, ограничивающие территорию Казахстана);
- тип уровня - 1 (приземный уровень);
- параметры - 2 (температура), 140 (осадки).

Заказ, сформированный в программе GRID, имеет вид:

- KBWC - заказ центра (Вашингтон);
- 300, 300 - заказ разрешения сетки (5x10°);
- 0, 0, 5400, 21600 - заказ географической области (северное полушарие);
- 12 - заказ кодовой формы (GRID);
- 0 - заказ анализа;
- 10 - заказ типа уровня (500 гПа);
- 3 - заказ геопотенциала.

При помощи программ priz.exe и grid.exe выбирается информация за последние трое суток и складывается в промежуточные текстовые файлы SynT, SynR, gP500, gP300 и gP850 для корректировки в любом текстовом редакторе. Может возникнуть вопрос: не лучше ли было бы отказаться от промежуточных файлов в текстовом формате, а работать сразу в формате DBF, накапливая в общем файле сразу все данные за месяц? Это позволило бы упростить технологию, исключив из нее четыре программы. Действительно, в первом варианте пакет программ выглядел гораздо проще. Но, как выяснилось в процессе пробной эксплуатации, исходные срочные данные, выбираемые из метеорологической БД "ЛАССО", содержат множество ошибок, причем разного рода. Формализовать поиск и исправление таких ошибок не представляется возможным. Выход из этой ситуации один - необходим визуальный контроль пользователя, имеющего достаточный

опыт в работе, для того чтобы выявить и устранить найденные ошибки. В этом кроется причина того, что был выбран текстовый формат для файлов. С другой стороны, файл, содержащий информацию за весь месяц имеет значительный размер и обрабатывать его в любом редакторе было бы затруднительно. Поэтому был выбран компромиссный вариант с промежуточными наборами малого размера. Поясним далее необходимость использования в работе программ `greobrgi.exe` и `greobgr1.exe`. Дело в том, что использование программного обеспечения СУБД FOXPRO позволило значительно сократить время расчета среднемесячных значений. Например, время, затраченное программой, написанной на языке СИ и рассчитывающей среднемесячные значения температуры воздуха и месячной суммы осадков по данным из текстового файла составило 150 минут машинного времени на компьютере класса PC AT 286; в то время как та же задача, выполняемая процедурой `sum.prg`, написанной на процедурном языке FOXPRO [8] занимает всего несколько минут машинного времени на том же компьютере.

Файл `SynT` содержит информацию по температуре воздуха, файл `SynR` - информацию по сумме осадков, файлы `gP500`, `gP300` и `gP850` - данные по давлению на изобарических поверхностях 500, 300 и 850 гПа, соответственно, по сетке $5 \times 10^{\circ}$. Организация файлов `synT`, `synR`, `gP500`, `gP300` и `gP850` показана на рисунке.



Рис. Организация записей в файлах с информацией, выбранной из БД "ЛАССО"

Каждая запись начинается с новой строки и содержит семь элементов, которые отделяются друг от друга пробелом, поскольку при необходимости просмотреть или корректировать файл с экрана такой вид представления информации удобен. Элементы записи содержат:

- 1 - номер точки, или синоптический индекс станции, занимает пять позиций;
- 2 - год, за который содержатся данные в записи, занимает четыре позиции и записывается полностью, (например 1993, а не 993);
- 3 - месяц, за который содержатся данные в записи, записывается порядковый номер месяца в двух позициях (январь - 01, февраль - 02, ..., декабрь - 12);
- 4 - день месяца, за который содержатся данные в записи, занимает две позиции;
- 5 - срок, за который содержатся данные в записи, занимает две позиции;
- 6 - собственно само значение по соответствующему параметру, занимает пять позиций.

Принцип работы программ `mizgr.exe` и `mizgr.exe`: последовательно просматриваются все данные в БД и выбираются только те, которые соответствуют сформированному заказу. Перед занесением информации в выходной файл, определяется последний срок, за который имеются данные в файле и новые значения выбранного параметра записываются в конец набора. Следует иметь в виду, что продолжительность хранения синоптической информации в БД "ЛАСО" равна 3 суткам, поэтому выбор этой информации можно проводить раз в три дня, в то время как информация ГРИД хранится семь суток и выбор ее можно проводить раз в неделю. Однако выбор данных по геопотенциалу за срок в семь суток занимает значительное время (150 мин), и, по-видимому, имеет смысл выбирать ее также часто, как и приземные данные. В настоящий момент программа по выбору информации ГРИД организована так, что за один пуск она выбирает данные не более, чем за трое суток, это сделано для того, чтобы иметь возможность делать перерыв в работе, если возникла необходимость обработать сразу большой объем информации. При повторном запуске про-

грамма обрабатывает данные за следующие трое суток и т.д.

Для работы комплекса программ на диске D должна быть создана директория ARNIV, в которую записываются в процессе работы вышеуказанные файлы SynT, SynR, gP500, gP300 и gP850 с выбранной информацией. Кроме этого, для работы программы priz.exe в данной директории должен существовать файл STAN.C с синоптическими индексами станций, данные по которым желает получить пользователь. Под каждый индекс отводится 5 позиций, один индекс от другого отделяется пробелом.

Следует отметить, что все программы снабжены достаточным интерфейсом, помогающим пользователю в работе. Например, ведется постоянный контроль за тем, чтобы случайно не были затерты новыми еще необработанные старые данные, программы постоянно сообщают о фазах своей работы, ведется тестирование дисков на предмет наличия необходимых наборов данных и свободного места для записи новых.

При накоплении информации по срочным наблюдениям в необходимом объеме (месяц), следует провести осреднение данных по температуре воздуха и давлению на изобарических поверхностях и суммирование данных по осадкам, расчет характеристик ПВФЗ, а также занесение полученных результатов в соответствующие базы данных ARMa. Эти операции проводятся уже из оболочки ARMa. После чего использованные данные срочных наблюдений, необходимо уничтожить, переименовать или переписать на другой диск.

Для пополнения баз по осадкам и температуре воздуха используется программа vvodpr.exe. Что касается данных по геопотенциалу, то хранение их значений в БД ARMa нецелесообразно, поскольку они занимают большой объем и непосредственно в прогнозе не используются. По полученным среднемесячным значениям геопотенциала программой rvfz.exe рассчитываются характеристики ПВФЗ, которые затем перекачиваются в БД ARMa программой armgrid.exe.

Программа pvfz.exe рассчитывает следующие характеристики: широта осевой изогипсы ПВФЗ на меридианах, интенсивность, длина осевой изогипсы, извилистость осевой изогипсы, местоположение центра (или полюса) циркуляции, площадь внутри осевой изогипсы и угол наклона осевой к широте. Расчет широты осевой изогипсы ПВФЗ на меридианах через 10 градусов выполняется по алгоритмам, предложенным Г.Н. Чичасовым [13]. Интенсивность определяется как разность геопотенциалов, т.е. градиент по меридиану, на северной и южной изогипсах через 30 градусов. За северную изогипсу принимается изогипса на 5 градусов севернее осевой, за южную - соответственно на 5 градусов южнее. Длина осевой изогипсы и ее извилистость определяется по методике, предложенной в [6]. Местоположение полюса циркуляции рассчитывается по методу, предложенному Г.А. Глызь [4]. Выполнение программы происходит в режиме диалога в форме меню и запросов с соответствующими подсказками.

У пользователя может возникнуть ощущение, что технология пополнения баз данных АРМа, хотя она и автоматизирована, представляет собой долгий и запутанный процесс работы с многими различными программными модулями и файлами. Однако это не так: все модули собраны в единый bat-файл, который, используя ответы пользователя на свои запросы, запускает в логически определенном порядке все процедуры. Нет необходимости держать в памяти все процедуры и операции с файлами, а также последовательность их выполнения или пользоваться руководством пользователя. Если Вы что-либо упустили, компьютер об этом напомнит. Кроме того, постоянно ведется достаточная диагностика выполняемых процедур, которая позволяет без каких-либо особых усилий проводить все необходимые операции начиная от установки доступа к метеорологической базе данных "ЛАССО" и кончая запуском текстового редактора "ЛЕКСИКОН" с загруженным файлом, если есть желание или необходимость корректировать промежуточные файлы суточных данных.

Подобная организация работы должна существенно облегчить работу пользователя-синоптика по информационному обеспечению АРМА синоптика-долгосрочника и в то же время позволяет доверить эту подготовительную работу для составления долгосрочных прогнозов погоды менее квалифицированному специалисту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атре Ш. Структурный подход к организации баз данных. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 317 с.
2. Вондаренко Е.Н., Мизина С.В., Чичасов Г.Н. Проектирование и создание региональных баз данных // Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции по статистической интерпретации гидродинамических прогнозов с целью прогноза элементов и явлений погоды. - М., 1991. - С. 40-41.
3. Бугаев В.А., Джорджио В.А. Планетарная высотная фронтальная зона // Тр. ЦИП. - 1951. - Вып. 25(52). - С. 120-126.
4. Глызь Г.А. О некоторых характеристиках циркумполярного вихря // Тр. Гидрометцентра СССР, 1979. - Вып. 58. - С. 98-104.
5. Григорьев А. Компиляторы Microsoft C 5.0 и Quick C 1.0. - М.: Наука. 1990. - 80 с.
6. Каталог параметров атмосферной циркуляции. Северное полушарие / Под ред. М.Х. Байдала и А.И. Неушкина. - Обнинск: Информационный центр ВНИИГМИ-МЦД, 1988. - 452 с.
7. Керниган Б., Ритчи Д., Фьюэр А. Язык программирования Си: Задачи по языку Си. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 279 с.
8. Попов А.А. Программирование в среде СУБД FOXPRO 2.0. Организация систем обработки данных. - М.: Радио и связь, 1993. - 352 с.
9. Программное обеспечение доступа к базе данных метеорологических наблюдений для IBM PC. - М.: ГВЦ Госкомгидромета СССР. Отдел технологии ИЛО, 1991. - 21 с.
10. Романовская Л. М., Русс Т. В., Свитковский С.Г. Программирование в среде СИ для

ПЭВМ ЕС. - М.: Финансы и статистика, 1991.
- 350 с.

11. Самратов У.Д., Турулина Г.К., Чичасов Г.Н. Об одном способе параметризации крупномасштабных атмосферных процессов // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1984. - Вып. 90. - С. 3-11.
12. Требования и спецификации в разработке программ. Сборник статей/ Под ред. А. Агафонова. - М.: Мир, 1984. - 344 с.
13. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. - 304 с.
14. Ray Duncan. Actor: A Development Environment for Windows Applications. PC Magazine, March 26, 1991, p.369.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

АУА РАЙЫН ҰЗАҚ МЕРЗІМГЕ БОЛЖАУШЫНЫҢ АВТОМАТТАҢДЫРЫЛҒАН ЖҰМЫС ОРНЫН АҚПАРАТТАРМЕН ҚАМТУ ТУРАЛЫ

Е.Г. КОРЕНЬКОВА
С.В. МИЗИНА

Ауа райын ұзақ мерзімге болжаушының автоматтандырылған жұмыс орнын ақпараттармен қамтудың технологиясы мазмұндалған. Негізгі бағдарламалық бағыттар ашып көрсетіледі. Деректер базасының құрылымы қамтылған.

УДК 551.524.34(574)

**О МНОГОЛЕТНИХ ТЕНДЕНЦИЯХ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

С. А. Долгих

Представлено пространственное распределение тенденций сезонных и годовых температур воздуха за периоды 1881-1991 гг. и 1962-1991 гг. на территории Республики Казахстан. Установлено, что для большей части территории Казахстана в данные отрезки времени характерна тенденция повышения средних годовых и сезонных температур воздуха, за исключением весеннего сезона, где она отсутствует в последние 30 лет.

Проблема изучения современного изменения климата является актуальной в климатологии. Это связано с тем, что в течение последних 100 лет это изменение носило не только естественный, но и антропогенный характер. Задача исследования временной изменчивости, включая тренды за длительный период времени, характеристик глобального и регионального климата, определена во Всемирной климатической программе [1] - одной из самых долгосрочных программ международного научного сотрудничества в рамках ВМО. Что касается изменения глобального климата, то многими учеными и исследовательскими группами получены его оценки, чаще всего, в силу доступности, с помощью такой характеристики как приземная температура воздуха, осредненная по всему земному шару, по полушариям, по широтным зонам [2,3,6,8]. Тренд глобально осредненной приземной температуры составил около 0,4 - 0,5 °С/100 лет. Некоторая разноречивость в оцен-

ках тренда вызвана различием подходов к учету неоднородности временных рядов, растущей урбанизации, а также различной степенью пространственной освещенности данными по температуре. Более сложным и менее изученным является вопрос об изменении климата по регионам, которое также происходит под влиянием естественных и антропогенных факторов, и является откликом на изменения климата более крупного масштаба.

Цель настоящей работы - выявить и оценить существующие тенденции в изменении термического режима на территории Республики Казахстан за период инструментальных наблюдений за приземной температурой воздуха, что составило порядка 100 лет, а также за последнее тридцатилетие, характеризующее современное состояние климата.

Исходными данными для исследования послужили ряды средней месячной температуры воздуха на 55 станциях Казахстана, 26 из них с периодом наблюдений от 65 до 111 лет. Рассматривались среднемесячные, среднесезонные и среднегодовые температуры, при этом зимний сезон включает декабрь-февраль, весенний - март-май, летний - июнь-август и осенний - сентябрь-ноябрь. К рядам температуры предъявлялись повышенные требования относительно климатологической однородности. С помощью введения поправок устранена неоднородность, возникшая как следствие различного количества наблюдений в сутки.

Для выявления многолетних тенденций (трендов) в изменении термического режима ряды температуры воздуха аппроксимировались линейной функцией. Проверка гипотезы о равенстве нулю коэффициентов линейного тренда осуществлялась с помощью критерия t -Стьюдента. Анализировались тренды, для коэффициентов которых уровень доверительной вероятности составил 80 % и выше. Столь низкий уровень доверительной вероятности оправдан желанием не упустить из поля зрения самые незначительные, но, тем не менее, реально существующие тенденции. Для определения доли дисперсии трендов в общей дисперсии исходных рядов температуры рассчитывал-

ся коэффициент детерминации:

$$D = \left(1 - \frac{\hat{S}^2}{S^2}\right) 100 \%,$$

где \hat{S}^2 - дисперсия отклонений от тренда, S^2 - дисперсия исходного ряда.

В тех случаях, когда уровень доверительной вероятности оказывался ниже 80 % и при малых значениях коэффициента детерминации, принимался во внимание только знак тенденции изменения температуры.

На рис.1 представлены поля коэффициентов линейного тренда A_{Tr} ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) средних сезонных и годовых температур воздуха, характеризующие пространственное распределение тенденций термического режима за период 1881-1991 гг. по сезонам и в целом за год. Области с коэффициентом детерминации выше 10 % заштрихованы. Анализ рис.1 показывает, что в течение последних 100 лет происходил рост среднего уровня сезонных и годовых температур воздуха практически на всей рассматриваемой территории, за исключением небольшого района на северо-востоке, где в летний и осенний сезоны и в целом за год отмечена тенденция к понижению температуры воздуха до $0,2$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет при относительной дисперсии тренда 10 %. Максимальные положительные тенденции в изменении температуры воздуха ($0,5-0,6$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет) наблюдались зимой на севере и северо-западе Республики. Относительная дисперсия тренда составила при этом 13-15 % от общей дисперсии ряда. На эти же районы приходится максимальные положительные значения A_{Tr} для весны, но здесь они несколько ниже: $0,4$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет при D равном 13-16 %. Самое незначительное повышение температуры за 100-летний период произошло летом и осенью, A_{Tr} не превышает $0,2$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет при $D = 10$ %. Причем, в эти сезоны на значительной части территории значения коэффициентов линейного тренда имеют уровень доверительной вероятности менее 80 %, поэтому, как указано выше, учитывался только знак тенденции.

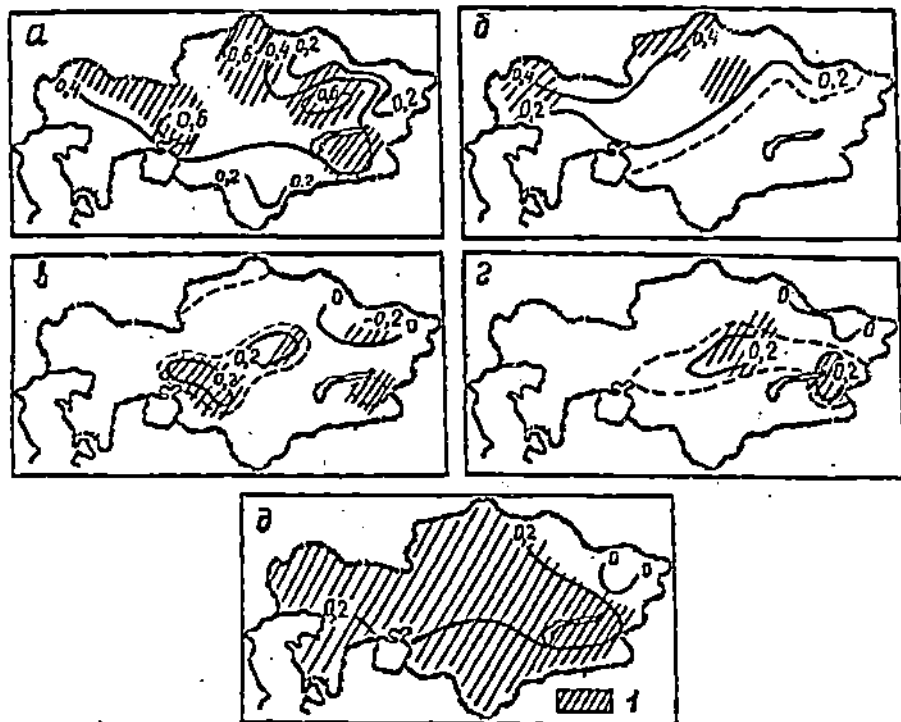


Рис. 1. Поля коэффициентов линейного тренда средней зимней (а), весенней (б), летней (в), осенней (г), годовой (д) температур воздуха и области превышения относительной дисперсии тренда 10 % (1) на территории Республики Казахстан за период 1881-1991 гг.

Рассмотрим пространственное распределение тенденций термического режима на исследуемой территории за последние 30 лет. Отметим, что тренд годовой температуры воздуха за этот период положительный во всем регионе. Максимальные значения коэффициента линейного тренда средней годовой температуры наблюдались в районе Аральского моря и в юго-восточной половине региона и составили $0,4 - 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$, доля дисперсии тренда - 10-20 %. Зимой на востоке и юго-востоке региона выделяется район, где максимальная скорость потепления составила $1,2 \text{ } ^\circ\text{C}/10 \text{ лет}$, относительная

дисперсия тренда при этом - 10-17 %. Летом значительный рост среднего уровня температуры воздуха произошел на большей части территории Республики Казахстан. Обращает внимание, что максимальные значения A_{Tr} ($1,0$ °C/10 лет) и коэффициента детерминации D (30-60 %) отмечены вдоль восточного побережья Аральского моря. Данный факт, вероятно, связан с уменьшением охлаждающего эффекта, наиболее заметного летом, этого водного бассейна на указанные районы: именно с 60-х годов нашего столетия началось интенсивное падение уровня моря. Осенью район потепления занимал юг и юго-восток Казахстана, где скорость повышения температуры составила до $0,5$ °C/10 лет. Исключение - несколько станций, где тренд отсутствует. Изменение температуры весеннего сезона повсеместно, за исключением крайних северных и западных районов, имеет отрицательный знак. Но эта тенденция статистически мало обеспечена, и только юг Республики характеризуется значительным понижением сезонной температуры воздуха, где оно достигло $0,2-0,3$ °C/10 лет, D при этом равен 10 %. Таким образом, последнее тридцатилетие характеризуется более высокой, чем в целом за столетие, скоростью изменения сезонных (кроме весны) и годовой температур воздуха.

В таблице, приведенной ниже, представлены оценки линейного тренда осредненных по площади региона средних месячных, сезонных и годовых температур воздуха за различные периоды. Как свидетельствуют данные этой таблицы, скорость изменения температуры воздуха в различные месяцы, объединенные в сезон, довольно различна. Так, например, в период 1962-1991 гг. зимой наибольшее изменение температуры произошло в январе ($1,0$ °C/10 лет), а летом в июне ($0,6$ °C/10 лет). Весна и осень объединяют месяцы, которые имеют противоположный знак тенденции изменения температуры воздуха. Для изучения некоторых проблем, например, откликов регионального климата на изменение глобального климата, это обстоятельство необходимо учитывать. Как известно, наибольшей изменчивости подвержены температуры зимой и весной,

летом и осенью вариации температуры менее значительны. Для территории Казахстана, как показано в [4], среднее квадратическое отклонение колеблется зимой и весной от 2,0 до 4,5 °С, а летом и осенью - от 0,8 до 1,7 °С. Таким образом, вес равновеликих значений коэффициентов линейного тренда сезонных температур различен, что и подтверждает коэффициент детерминации (см. табл.).

Таблица
 Коэффициенты линейного тренда
 ($A_{тр}$, °С/10 лет) и детерминации (D , %) средних
 месячных, сезонных и годовых приземных температур
 воздуха, осредненных по территории Республики Казахстан за различные периоды

Период осреднения	1927-1991 гг.		1962-1991 гг.	
	$A_{тр}$	D	$A_{тр}$	D
Декабрь	0,7	17	0,8	5
Январь	0,6	14	1,0	7
Февраль	0,2	1	0,3	1
Март	0,2	3	-0,5	3
Апрель	0,2	4	0,3	2
Май	0,1	2	0	0
Июнь	0,2	6	0,6	23
Июль	0,1	3	0,3	5
Август	0	0	0,4	11
Сентябрь	0,1	4	0,4	10
Октябрь	-0,1	1	0,3	3
Ноябрь	0,3	4	-0,2	1
Зима	0,5	15	0,7	8
Весна	0,2	6	0	0
Лето	0,1	5	0,4	27
Осень	0,1	4	0,2	2
Год	0,2	24	0,3	11

Например, в последнее тридцатилетие доля дисперсии линейного тренда температуры воздуха зимнего сезона составляет всего 8 % от общей дисперсии ряда при значении коэффициента тренда 0,7 °С/10 лет, а летнего сезона - 27 % при $A_{тр}$

равном $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет, т.е. статистическая значимость оценки потепления летом оказалась выше таковой зимой.

Структура внутривековых колебаний температуры воздуха наглядно представлена на рис.2 на примере зависимости коэффициентов линейного тренда среднегодовой температуры воздуха, осредненной по территории Республики Казахстан, от длины L анализируемого отрезка времени ($L=10, 20, 30 \dots 90$), скользящего с шагом 1 год, и его конца t . Т.е., выбрав конечный год периода t , можно определить знак и скорость изменения температуры воздуха за предшествующие $10, 20, \dots, 90$ лет, поднимаясь по вертикали до пересечения с $L=10, 20, \dots, 90$ лет. Либо, двигаясь по горизонтали, проследить изменение $10, 20, \dots, 90$ -летней тенденции ряда во времени и определить периоды похолодания и потепления для конкретных L .

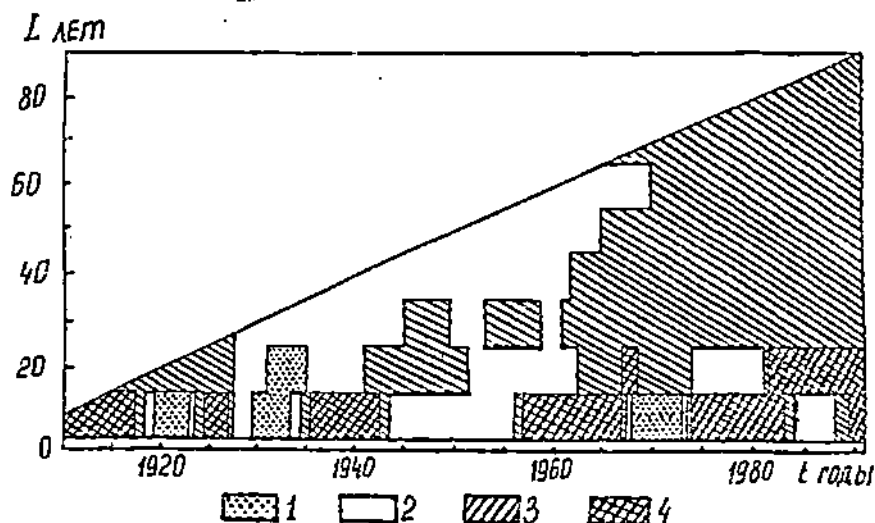


Рис. 2. Зависимость коэффициента линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) средней годовой температуры воздуха, осредненной по территории Республики Казахстан, от длины периода оценки тренда (L) и конца периода (t).

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. $\text{Amr} < -0,5$; | 2. $-0,5 < \text{Amr} < 0$; |
| 3. $0 < \text{Amr} < 0,5$; | 4. $\text{Amr} > 0,5$. |

Как видно на рис.2, чем меньше длина L ана-

лизируемого отрезка, тем чаще меняется знак тенденции. С увеличением L знак коэффициента тренда меняется реже, например, при L равной 40, 50 и 60 лет знак поменялся лишь однажды: в начале 60-х годов отрицательная тенденция средней годовой температуры сменилась положительной. В эти же годы произошла аналогичная смена знака тенденции и для длины периода 20 и 30 лет, а несколько раньше и для 10-ти летней скользящей L , что указывает на относительно устойчивое повышение среднего уровня средней годовой температуры воздуха, начавшееся с конца 50-х годов. Величина коэффициентов тренда уменьшается с увеличением длины L анализируемого отрезка времени: если при L , равном 10, значения $A_{\text{тр}}$ достигают $1^\circ\text{C}/10$ лет и более, то уже при L , равном 20, составляют лишь доли единицы.

Приведенные результаты анализа долгопериодных составляющих одного из основных климатических параметров, каким является температура воздуха, показывают, что для большей части территории Казахстана характерна тенденция повышения средних годовых и сезонных температур как для 100-летнего периода так и для последнего тридцатилетия, за исключением весеннего сезона, где в последний из указанных периодов тенденция отсутствует. Рассматривая относительную дисперсию выявленных трендов, которая редко превышает 20 % от общей дисперсии рядов температуры, можно сказать, что тенденция выражена не столь уж ярко. Но, как показано в [7], относительно небольшие изменения средней температуры воздуха могут привести к относительно большим изменениям вероятности возникновения экстремальных температур.

Проблема изменения климата тесно связана с проблемой жизни и деятельности человека. Например, в такой сфере жизнеобеспечения как сельскохозяйственное производство изменение климата повлечет за собой изменение географического распределения почвенно-климатических зон, а отсюда - переориентация отраслей хозяйства. Либо потребуются разработка мер по поддержанию урожайности привычных для данного региона культур. В США и во многих других странах уже проводятся контрольные

опыты в фитотронах, парниках и фитокамерах по изучению поведения растений, выращиваемых при различных климатических режимах. Наши выводы подсказывают необходимость подобных экспериментов с культурами, произрастающими в Казахстане. Для этих и многих других целей необходимо иметь прогноз возможных изменений регионального климата.

В [5] приведены оценки равновесных изменений климата, вызванных удвоением концентрации CO_2 , полученные по 5-ти моделям общей циркуляции атмосферы, разработанным в Геофизической лаборатории динамики жидкости (GFDL), Годдарском институте космических исследований (GISS), Национальном центре атмосферных исследований (NCAR), Университете штата Орегон (OSU), Метеорологическом центре Соединенного королевства (UKMO). На территории Республики Казахстан удвоение концентрации CO_2 по всем 5-ти моделям приводит к повышению температуры воздуха. Зимой оно составляет $4-6^\circ\text{C}$, летом - $4-6^\circ\text{C}$ по моделям GFDL и UKMO и $2-4^\circ\text{C}$ по остальным из названных моделям. Если предположить, что тенденции термического режима прошлого столетия сохранятся до периода удвоения CO_2 , которое по прогнозам [5] произойдет во второй половине следующего столетия, то о модельных оценках предстоящих изменений температуры воздуха можно сказать, что, во-первых, они совпадают по знаку с тенденциями прошлого, во-вторых, близки по величине в очагах максимальных изменений температуры для зимы и, как минимум, вдвое завышены для лета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всемирная климатическая программа 1988-1997 гг. Второй долгосрочный план ВМО. Ч. 2, т. 2. //Бюллетень ВМО. - N 692. - 1987.- 67 с.
2. Груза Г. В. Климатическая изменчивость и прогноз изменений климата //Природа.- 1992.- N 8.- С. 28-36.
3. Изменение средней температуры воздуха северного полушария за 1841-1985 гг./К. Я. Винников и др. //Метеорология и гидрология. - 1987.- N 1. - С. 45-55.

4. Панова Е. Н. О статистической структуре сезонной температуры воздуха в Казахстане // Тр. КазНИГМИ. - 1988. - Вып.100.- С. 59-64.
5. Предстоящие изменения климата / Под ред. М. И. Будыко, Ю. А. Израэля, М. С. Маккракена и др. // Совместный советско - американский отчет о климате и его изменениях.- Л.: Гидрометеоиздат, 1991.- 272 с.
6. Hansen J. E., Lebedeff S. Global surface air temperatures: update through 1987//Geophys. Res. Let. - 1988. - Vol. 15. - P. 323-326.
7. Mearns L. O., Katz R. W., Schneider N. Extreme high-temperature events: Changes in their probabilities with changes in mean temperature// J. Clim. Appl. Meteorol. - 1984. - Vol. 23. - P. 1601-1613.
8. Northern Hemisphere surface air temperature variations: 1851-1984 /Jones P. D. et al. // J. Clim. Fhhl. Meteorol. - 1986. - Vol. 25. - P. 161-179.

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ТӘРТІБІНІҢ КӨПЖЫЛАҒЫ ӨЗГЕРУ БАҒЫТЫ ТУРАЛЫ

С.А. ДОЛГИХ

Қазақстан Республикасы территориясының 1881-1991 ж.ж. және 1962-1991 ж.ж. аралығындағы ауаның маусымдық және жылдық жылу тенденциясының ауқымдық бөлінуі қарастырылады. Қазақстан территориясының үлкен бөлігінде соңғы 30 жылда көктемгі маусымды қоспағанда ауаның орташа жылдық және маусымдық температурасы көтеріле түскені анықталды.

УДК 551.509.323

**О ВОЗМОЖНОСТИ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЗАМОРОЗКОВ В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ**

Е.Н.Бондаренко

Г.М.Бондарь

Канд. геогр. наук Е.Ф.Власенко

Предлагается новый подход к долгосрочному прогнозу заморозков, суть которого заключается в аппроксимации ежесуточного хода минимальной температуры воздуха в течение года в виде суперпозиции колебаний: длинноволновых за счет изменения склонения солнца в течение года и коротковолновых за счет синоптических процессов. Рассмотрен случай поздних заморозков весной 1993 г. в Южном Казахстане

Прогноз заморозков с большой заблаговременностью представляет необычайно трудную задачу. Таких работ очень мало, причем в большинстве из них сделаны только первые шаги к решению вопроса о возможности долгосрочного прогнозирования. Авторам этой статьи не удалось обнаружить методы прогноза заморозков с детально разработанной теорией.

С 1986 г. по 1989 г. в отделе долгосрочных прогнозов Казахского Гидрометцентра проходили оперативные испытания метод сезонного прогноза аномалий количества суток с заморозками, разработанный К.А. Каном [4]. Прогноз основан на особенностях изменения сроков весенней перестройки циркулярного вихря (ЦПВ) в стратосфере и длительности существования летнего стратосферного антициклона. Автором были построены типовые поля аномалий числа суток с заморозками, которые и выдава-

лись в качестве фоновых прогностических полей по 30 станциям Казахстана. Оправдываемость оперативных испытаний по ρ была следующая: в 1986 г. в апреле она составила 0,6; в мае 0; в сентябре 0,4; в октябре -0,2; в 1987 г. в мае -0,36; в сентябре -0,8 и октябре -0,79. Средняя оценка составила 0,20, или 41 %. Из-за низкой оправдываемости метод не был внедрен в практику. Однако, если посмотреть внимательнее на приведенные оценки, то можно видеть, что какое-то положительное зерно в нем есть. Скорее всего связь возникновения заморозков с ЦПВ не простая, так как в один год (1986) она дает положительный, а в следующий (1987) прямо противоположный, но очень высокий результат. К недостаткам метода также отнесли и то, что он не позволяет прогнозировать момент возникновения заморозков. Однако задача долгосрочного прогноза числа суток на месяц отличается от прогноза времени наступления явления и его интенсивности. И то, что первую задачу еще можно решить, хотя бы так как это сделал Кан, то как решить вторую, еще пока не ясно.

Основная плодотворная идея долгосрочного прогнозирования, разрабатываемая различными авторами, состоит в том, что в глобальной системе "океан-атмосфера" существуют долгопериодные синоптические процессы, которые создают условия для возникновения заморозков в каком-либо физико-географическом районе. Исходя из этого, можно предположить, что для появления заморозков в апреле и мае в Южном Казахстане необходимые синоптические условия создаются уже в январе, а возможно и раньше. Таким образом, первая рабочая гипотеза, необходимая для создания метода долгосрочного прогноза заморозков, состояла в том, что формирование атмосферных процессов, приводящих к весенним заморозкам, начинается еще зимой.

Сложность решения задачи заключается как раз в определении и формализации описания той синоптической ситуации, которую можно считать ключевой для развития атмосферного процесса, приводящего к возникновению заморозков. Классификация синоптических процессов, несмотря на кажущуюся простоту

и огромное количество уже существующих типизаций, остается нерешенной задачей. Детально этот вопрос рассмотрен в статье Дж.Кея и Р.Г.Крейна [15], которые проанализировали различные схемы "объективной" классификации.

Ранние классификации синоптических процессов, над которыми работали многие поколения синоптиков, по сути своей были довольно субъективными. Они до сих пор создаются и используются, как в странах СНГ, так и Западной Европы, а также в США, Японии и Китае. Хотя число их уменьшается, так как они не оправдали ожиданий, но все-таки у них есть и достоинства. Основное достоинство — это наглядность, которая позволяет осветить отдельные стороны явления, а иногда и выяснить новые закономерности атмосферных процессов. В настоящее время процесс классификации стараются как-нибудь образом объективизировать. Однако все классификации синоптических процессов, как бы они не назывались, по существу субъективны и имеют пока еще неустранимые недостатки. Основная трудность заключается в том, что любая классификация природных процессов делает почти невозможным повторение результатов. Так, например, два исследователя-синоптика даже высокой квалификации при соблюдении одних и тех же правил классификации не редко приходят к совершенно различным результатам.

В настоящее время пользуются так называемыми, "объективными" типовыми схемами синоптических процессов, которые раньше назывались шаблонами. Они удобны для компьютерных расчетов и в какой-то степени все же исключают элемент субъективности. Кроме того, в классификации метеорологических полей существуют такие трудности, которые не свойственны, например, теории распознавания образов. Так, не могут считаться удовлетворительными, два крайних случая классификации: первый — когда все метеорологические поля относятся к одному типу поля (феномен "новичка"), второй — когда все поля разные, т.е. каждое поле относится к новому типу ("придирчивый", "требовательный специалист"). Необходимо чтобы классификация включала не слишком

мало, но и не слишком много типов, а также чтобы число типов полей было каким-либо образом пропорционально числу классифицируемых полей, например, равнялось бы $5 \lg N$, где N - число полей [8].

Рассмотрим способы объективной классификации метеорологических полей в общем виде. Условие подобия двух полей обычно определяется некоторой функцией $F(N)$, удовлетворяющей неравенству

$$|F(N') - F(N'')| < R,$$

где N' и N'' значение какой-нибудь метеовеличины, принадлежащей двум различным полям; R - пороговая разность, которая выбирается субъективно и зависит от квалификации специалиста. В. Кирхгофер [16] проанализировал наиболее часто используемые методы объективной классификации метеополей и показал, что если даже заданные значения R отличаются на 1 %, то установленные классы могут резко отличаться друг от друга, в зависимости от выбранной функции подобия.

В прогнозе заморозков должны присутствовать две характеристики - интенсивность и дата возникновения, которые требуют высокой точности. Возможность неудачи в прогнозировании вынуждает специалистов быть крайне осторожными, однако без энтузиазма прогнозистов трудно добиться успеха. Практика и литературные источники [2,9,17] подтверждают, что при разработке сверхдолгосрочных прогнозов следует основываться на некоторых положениях, близких к аксиомам, которые дают теоретическую возможность решения задачи.

К таким положениям можно отнести следующие: 1) движения планетарного масштаба более предсказуемы, чем движения синоптического масштаба; 2) атмосферные процессы зимой более четкие, ярко выраженные и влияют на летние процессы больше, чем летние на погоду зимой, хотя известно народное правило, приведенное Б.П. Мультиановским [6]: "три лета - по зиме, три зимы - по лету и три - сами по себе"; 3) предел предсказуемости для умеренных широт ($30-60^\circ$) больше, чем за их пределами. Последний пункт кажется на первый взгляд спорным,

поэтому поясним. Так, в низких и в высоких широтах изменчивость метеорологических величин мала, поэтому там высокая оправдываемость прогнозов достигается за счет хорошей обеспеченности инерционных и климатических прогнозов. Но на фоне мало или медленно меняющихся метеорологических величин предсказать какое-либо резкое изменение почти невозможно, поэтому предел предсказуемости уменьшается.

Исходя из этого, сформулируем рабочую гипотезу, положенную в основу нашего исследования. Она состоит в том, что формирование синоптических условий поздних весенних заморозков определяется состоянием атмосферы в зимний период, т.е. последовательность зимних атмосферных процессов определяет сроки, когда в южных областях Казахстана вероятнее всего может осуществиться вторжение холодных масс воздуха. Сложность прогноза заморозков, как и прогноза любого другого метеорологического явления с большой заблаговременностью, как уже отмечалось, заключается в трудности описания и классификации ключевой синоптической ситуации. Поэтому для решения этой проблемы мы попытались установить механизмы, действующие в атмосфере, которые приводят к формированию необходимых и достаточных синоптических условий для возникновения заморозков.

Несомненно, и это не раз освещалось в специальной литературе, например в [13], что для наших районов значительную роль играет Северо-Атлантическое колебание, которое определяется взаимодействием двух центров действия атмосферы: изменчивого Исландского минимума и более устойчивого Азорского максимума. Их взаимодействие зимой приводит к тому, что высотный гребень или антициклон, расположенный над Британскими островами или континентом Западной Европы, усиливается или ослабевает в зависимости от выноса тепла в северные широты по его западной периферии. Такой механизм поддерживается и тем, что восточная часть Атлантического океана, начиная с осени, способствует такому нарушению зонального потока и образованию гребня. По классификации Г.Я.Вангенгейма этот

процесс относится к меридиональной форме циркуляции С, а по классификации А.Л.Каца - к форме 3. Таким образом, Северо-Атлантическое колебание определяет интенсивность и направленность атмосферного процесса, состоящего в переносе тепла к северному полюсу и образованию квазистационарных вихрей. Норвежские ученые [14] установили существование зимой двух противоположных стадий этого колебания. В первой стадии приземная температура воздуха в Гренландии превышает зимнюю норму, а во второй, наоборот, значительно ниже нее. В первом случае перенос тепла к полюсу осуществляется главным образом подвижными синоптическими вихрями. Во втором - решающую роль в меридиональном переносе играют малоподвижные вихри.

Известно [12], что над Баренцевым и Карским морями повторяемость циклонов зимой почти в 1,5 раза больше, чем летом. Если в январе в центрах основных очагов повторяемость циклонов достигает 40-50 %, то на июльской карте в этих же очагах она составляет всего 25-30 %. Следует учесть, что зимой они охватывают большую площадь, чем летом. Структура циклонических возмущений более разнообразна, чем антициклонов. В первом приближении, типизацию циклонов проводят по трем категориям в зависимости от широт, между которыми они существуют. Они известны как тропические, умеренные и полярные циклоны. Каждая группа циклонов играет свою роль в перераспределении атмосферных масс в процессах меридионального обмена на земном шаре.

Циклоны над арктическими морями получили название полярных в отличие от циклонов умеренных широт. Полярные циклоны - это подвижные мезомасштабные депрессии, возникающие и быстро углубляющиеся в арктическом воздухе при холодных вторжениях над Северной Евразией. По исследованиям норвежских ученых [14] их горизонтальные размеры не превосходят 500 км, а чаще колеблются около 100 км. Район зарождения полярных циклонов располагается несколько южнее острова Шпицберген. Продолжительность их существования над поверхностью морей меняется в пределах от 12 до 72 ч., а при выходе на сушу они быстро заполняются. Проникая в

Карское море, Эти циклоны играют важную роль в перераспределении температуры воздуха арктического бассейна, в частности в накоплении холодных воздушных масс с центром над островами Новой Земли. Этот процесс может играть решающую роль при формировании поздних весенних заморозков.

Так, накопленный в течение зимы холодный воздух, обладая большой потенциальной энергией, может развить и большую кинетическую. В результате чего он может глубоко проникнуть в южные широты в системе антициклона за холодным фронтом и вызвать поздние весенние заморозки. Если при этом восточная ветвь подошедшего гребня будет ориентирована на юг Казахстана, то заморозки могут возникать и здесь.

В монографии Э.Пальмена и Ч.Ньютона [7] утверждается, и многие исследования подтвердили тот факт, что в северном полушарии существует определенная широта, южнее которой полярный воздух теряет свои свойства. Кроме того, сохранение полярным воздухом своих характеристик при движении в низкие широты зависит также от исходной температуры воздуха: чем холоднее воздушная масса, тем дальше на юг она продвигается.

Рассмотренные выше и другие механизмы приводят к тому, что в атмосфере наблюдается большое разнообразие волновых движений. В реальных условиях силы, действующие в атмосфере, как правило, носят нерегулярный характер. При этом происходит обмен энергией между волнами разных масштабов и происхождения. Кроме того, движения атмосферы, возникающие за счет взаимодействия с подстилающей поверхностью и сил вязкости приводят к динамической неустойчивости, приводящей к трансформации волн в турбулентные вихри также разных масштабов. При этом периоды колебаний отдельных гармоник зависят от протекания синоптических процессов [5].

Температура воздуха почти мгновенно адаптируется к изменениям синоптических процессов, т.е. она также испытывает нерегулярные колебания и примерно с той же частотой. Поэтому в некоторых прогностических гидродинамических схемах температуры аппроксимируются тригонометрическими функци-

ями. Для прогноза заморозков необходимо знать максимальные понижения температуры воздуха за сутки.

Годовой ход суточной минимальной температуры воздуха в значительной степени формируется под воздействием двух основных факторов: наклоном Солнца и движением самой атмосферы. Нами исследовался временной ход минимальной суточной температуры воздуха на ст. Алматы за 53 года. Удалось установить, что вклад солнечной энергии лучше всего аппроксимируется параболическим трендом. Вклад же атмосферной циркуляции можно представить в виде суммы гармонических волн различных периодов, например, хорошо известным естественно-синоптическим периодом, возмущениями длинных волн и некоторыми более длинными периодами, которые значимо выявляются при спектральном анализе, но природа которых до конца не ясна. В литературе [1,2,3,7] и в оперативной практике [10,11] установлены следующие периоды колебания атмосферных процессов: 5, 13, 24, 28, 33, 46, 67, 73, 87 суток. Большая длительность для решения нашей задачи не нужна. Однако эти периоды дают представление только о их средней продолжительности, которая на самом деле, распределена в некотором интервале и определяется в каждом конкретном случае скоростью развития синоптических процессов. Ошибки прогноза наступления заморозков как раз и будут колебаться в этом интервале, который может достигать нескольких суток.

При анализе карт барической топографии нами была установлена последовательность развития синоптических процессов, приводящих к заморозкам. Так, в первой половине апреля, когда южная граница нулевой среднесуточной температуры воздуха проходит по северным областям Казахстана, заморозки в Южном Казахстане отмечаются при всех видах холодных вторжений. Во второй половине апреля и первой половине мая при западных холодных вторжениях заморозков не бывает, а во второй половине мая заморозки могут быть только при северных холодных вторжениях. Таким образом, возникновению весенних заморозков предшествует весьма узкий

класс холодных вторжений. Анализ временного хода минимальной температуры на ст. Алматы позволил установить четыре класса весенних заморозков: ранних, нормальных, поздних и очень поздних.

Для того, чтобы вывести теоретическую зависимость годового хода минимальной температуры воздуха необходимо учесть не только годовое изменение высоты солнца и колебания, вызванные синоптическими процессами, но и контрастность воздушных масс в различные дни года. Так, известно, что в холодный период года, когда воздушные массы являются термически резко дифференцированными, изменения температуры воздуха обусловлены главным образом адвекцией. В теплый период температурные различия меньше, поэтому усиливается действие других факторов. Для каждого суток можно рассчитать коэффициент контрастности, который характеризует изменение минимальной температуры воздуха от дня ко дню. Для его определения мы предлагаем следующую эмпирическую формулу

$$K(t) = \frac{(t - 183)^2 + a^2}{b^2} \quad (1)$$

Здесь t - число суток с начала года, a, b - эмпирические коэффициенты, также характеризующие средний контраст воздушных масс зимой и летом для южных областей Казахстана. По нашим расчетам $a = 120$ и $b = 180$. Им соответствуют коэффициенты контрастности $K(t)$, которые уменьшаются от 1,78 в январе до 0,45 в июле, а затем возрастают в этих же пределах от июля к январю.

Исходя из вышеизложенного, временной ход минимальной температуры воздуха (T_{min}) для каждого года (j) можно выразить следующей формулой

$$T_{minj} = A_j t^2 + B_j t + C_j + K(t) \sum_{i=1}^n A_j \sin(\omega_j t + \varphi_j), \quad (2)$$

где первый трехчлен описывает параболический тренд, связанный с изменением склонения Солнца, а под знаком суммы стоят гармоника атмосферных колебательных движений с соответствующими параметрами: амплитуды (A_j), частоты (ω_j) и фазы (ψ_j).

Известно, что атмосфера относится к автоколебательным системам. Более того - это не жесткая система, то есть любой импульс найдет отклик. Существующие понятия, такие как длинные волны, солитоны, или центры действия атмосферы, более мелкомасштабные вихри - циклоны - все это циркуляционные отклики атмосферы. Точно такие же волны должны быть и во временном ходе минимальной температуры воздуха, описанного формулой (2). Предварительные эксперименты такой аппроксимации минимальной температуры воздуха для Алматы позволили в первом приближении получить удовлетворительные результаты. Однако необходима дальнейшая работа по уточнению значений ω_j и ψ_j .

Суть разрабатываемого нами долгосрочного метода прогноза заморозков на весну состоит в том, что, если в начале года в атмосфере начала развиваться определенная серия синоптических процессов, или, как это сейчас иногда говорят, начал раскручиваться сценарий каких-то событий, то эта серия сама является процессом, имеет длительность и инерцию и должна приводить к определенному результату. На таком принципе основан, кстати, и метод аналогов, однако в нем геометрическая аналогия полей не учитывает динамику развития процесса, как это позволяет сделать теория колебаний. Поэтому, набрав статистику гармонических параметров для заморозков при разных синоптических процессах следует получить наиболее вероятный ход минимальной температуры воздуха в апреле и мае в зависимости от того, какие колебания будет испытывать минимальная температура воздуха с декабря по февраль включительно.

Рассмотрим, например, развитие синоптических процессов весной 1993 года.

В этом году теплая погода апреля способствовала быстрому развитию растительности. Вторая декада была теплой, временами даже жаркой. Средняя

декадная температура воздуха превышала норму на 2 - 3 °С и в отдельные дни максимальная температура достигала 30 °С. И хотя третья декада апреля была несколько холоднее обычного, растения развивались довольно интенсивно. К началу мая расцвели все виды фруктовых деревьев и ягодников почти по всей территории областей. Были высажены в грунт теплолюбивые овощные культуры (огурцы, помидоры, баклажаны, перец и др.), а также взошли кукуруза, картофель, табак, сахарная свекла ранних сроков посева. Наступил наиболее опасный период для садовых и овощных культур в случае возникновения заморозков.

С начала мая увеличилась угроза их возникновения. Уже в первых числах произошло вторжение холода из районов умеренных широт, при этом слабые заморозки отмечались только в среднегорных районах, а на остальной территории наблюдались положительные минимальные температуры воздуха. Мощная волна холода была 8-9 мая. Северо-западное вторжение сопровождалось пасмурной погодой с дождями, которые в ночь на 9 мая перешли в снег, а температура воздуха понизилась до отрицательных значений (табл.).

Таблица

Минимальные температуры воздуха на метеостанциях Алматинской области 8-9 и 18 мая 1993 г.

Метеостанция	8 мая	9 мая	18 мая
Алматы	14,0	- 0,1	0,1
Узунагач	5,5	- 5,6	0,5
Баканас	13,0	- 1,7	- 1,2
Шелек	13,9	1,2	- 0,7
Есик	3,0	-12,8	- 1,8
Кеген	13,0	- 1,2	0,2
Нарынкол	12,1	- 2,0	- 0,7

Следующая волна холода была 18 мая. Причем похолодание охватило в основном восточную часть южных областей. Осадков почти не наблюдалось, а в некоторых районах преобладала малооблачная погода

и заморозки на почве были сильнее. Следует отметить, что первая декада мая была холоднее нормы на 3-4 °С, вторая - на 2-3 °С, а третья - на 0-2 °С.

В конце мая поля, сады и виноградники представляли собой удручающую картину: были полностью перепаханы и заново засеяны поля кукурузы, помидоров, перца; замерзли плоды косточковых деревьев, винограда и др. культур. В среднем по территории Южного Казахстана ущерб от заморозков составил для садов и ягодников 20 - 40 % от общей занимаемой площади, виноградников 40-60 %, открытых овощных культур, кукурузы на силос и табака 60-80 %. Только по Алматинской области садов было повреждено 11100 га, что составило 10-30 % от общей площади на равнине (в горах 50-80 %), виноградников - 8700 га (30-70 %), садов и ягодников - 70 га (50-60 %), открытых овощных культур, кукурузы, табака - 60-80 %.

Механизм формирования поздних весенних заморозков начал проследиваться уже с января 1993 г. В атмосферной циркуляции над первым естественно-синоптическим районом преобладали меридиональные формы 3 по А.Л.Кацу, что хорошо видно при анализе среднемесячных карт H_{500} за первые три месяца этого года. Гребни постепенно перемещались с нулевого меридиана на восток и усиливались. Над Карским морем на АТ-500 отмечалась область низкого давления. Скопление холода проходило над Новой Землей. В апреле отмечалась интенсивная, меридионально изогнутая фронтальная зона, ось которой была направлена примерно от запада Черного моря на Кольский полуостров. В первой половине мая ось гребня сдвинулась в восточном направлении примерно на 40°, что способствовало захвату холодных воздушных масс из районов Новой Земли и формированию интенсивного холодного вторжения на территорию Казахстана. С начала мая фронтальная зона была направлена с Новой Земли на юг Казахстана, что и привело к гибели растений при вторжении холодного воздуха 8 мая, когда пострадали в основном косточковые деревья - урюк, вишня и т.п. На земле снег прикрыв рассаду и всходы, с которыми в

результате ничего особо страшного не случилось. После такого резкого похолодания опасность повторных заморозков, казалось бы, миновала. В некоторых хозяйствах высадили всю оставшуюся рассаду, но погода приготовила очередной сюрприз: 18-19 мая снова произошло вторжение арктического воздуха. Растения в большинстве своем погибли именно при этой волне холода, так как рассада еще не окрепла, хотя температура воздуха была значительно выше, чем 8 - 9 мая, что видно по данным табл. Кроме того, воздух был очень сухой, а почва - открыта.

Этот пример показывает далеко не простую зависимость ущерба в сельском хозяйстве от времени вегетации растений, метеорологических характеристик пришедшей воздушной массы и особенностей развития синоптического процесса. Здесь описан только один вид механизма атмосферного воздействия. Имеется довольно большое разнообразие таких механизмов, хотя возможно существуют и неопределенные ситуации, которые требуют своего исследования. Эксперименты в этом направлении позволят подобрать параметры уравнений, оценить эффективность полученных закономерностей и выбранного подхода к долгосрочному прогнозу заморозков в Южном Казахстане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 616 с.
2. Долгосрочное и среднесрочное прогнозирование погоды// Проблемы и перспективы/ Под. ред. Д.Бариджа. - М.: Мир, 1987. - С. 117-167.
3. Зверев А. С. Синоптическая метеорология и основы предвычисления погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 540 с. - 1977. - 711 с.
4. Кан К.А. Методика сезонного прогноза аномалии количества дней с заморозками в Казахстане// Автореферат дис. на соиск. учен. степени канд. геогр. наук: 11.00.09.- Защищена 04.11.83 - М., 1983. - 26 с.

5. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 295 с.
6. Мультиановский Б.П. Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов.- М.: Центральное управление единой гидрометеорологической службы СССР. - 1933.- 139 с.
7. Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы.-Л.: Гидрометеиздат, 1973.- 615 с.
8. Пановский Г.А., Брайер Г.В. Статистические методы в метеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1972. - 209 с.
9. Проблема предсказуемости атмосферы и долгосрочный прогноз погоды /Мусаелян Ш. А., Штейнбок Д. Б., Михайлу А.Г., Тавадян А. Ю./ Тр. Гидрометцентра СССР. - 1987. - Вып.286. - С. 3-12.
10. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1965.- Ч.2. - 491 с.
11. Руководство по долгосрочным прогнозам погоды на 3 - 10 дней. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - Ч.1. - 351 с.
12. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь.- Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 157 с.
13. Angell J. K., Rorshover J. Quasi - Biennial and Long - Term Fluctuations in the Centers of Aktion // Mon. Weath. Rev. - 1989.- Vol.102, N 10 - P. 669-678.
14. Carleton A. M. Meridional transport of eddy sensible heat in winters marked by extremes of the Nort Atlantic oscillation 1948/49 1979/80 // J.Clim.- 1988.- Vol.1, N 2.- P.212-223.
15. Key J., Crane R. G. A comparison of synoptic classification schemes based on "objective" procedures // J. Clim. - 1986. - Vol.6. - P. 375-388.
16. Kirchofer W. Classification of 500 mb patterns// Arbeitsbericht der Schweizeric hen. Meteorologischen Zentralanstalt, 1973. - Vol.45. - S. 47-63.

17. Retthyova J., Skoda M. Vypocet prizemnich minimalnich teplot pomoci regresnich reficientu pa rametrizovanych pro stanice Praha-Libus a Jusimice// Meteorol. zpr. - 1988. - N 1. - S. 3-8.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДА ҮСІКТІ ҰЗАҚ МЕРЗІМГЕ БОЛЖАУДЫҢ МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

Е.В. БОНДАРЕНКО

Г.М. БОНДАРЬ

Геогр. г. канд. Е.Ф.ВЛАСЕНКО

Үсікті ұзақ мерзімге болжаудың жаңа қадамдары туралы, яғни жыл бойғы ауаның минималды температурасының тәуліктік жүруін қалыптастыру негізінде күннің еңкеюі кезіндегі ұзын толқындық ауытқулар және синоптикалық процестердің қысқа толқындық әсерлері қарастырылады. 1993 жылғы көктемдегі және қоңыр күздегі Оңтүстік Қазақстандағы кеш түскен үсік жағдайы сипатталады.

УДК 551. 322. 7 "404" : 551. 465. 75 (262.81)

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРИВО-
ДЯЩИХ К СИЛЬНЫМ НАГОНАМ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ
ПОБЕРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Г.М. Бондарь
Л.А. Воронина

*На основе классификации А.Л.Каца уста-
новлены синоптические процессы, приводящие к
сильным и очень сильным нагонам на северо-
восточном побережье Каспийского моря. Проана-
лизированы механизмы развития атмосферных
процессов, приводящих к продолжительному
сильному ветру над Северным Каспием.*

Интенсивная разработка и эксплуатация нефте-
газопромыслов, расположенных на ранее обсохших
участках дна северо-восточной части Каспийского
моря, значительно затруднена, случающимися силь-
ными нагонами, своевременное предупреждение кото-
рых уменьшили бы затраты на восстановительные ра-
боты. Актуальность исследования и предупреждения
сильных нагонов в северо-восточной части Каспийс-
кого моря очевидна.

К сожалению, наибольшие трудности исследова-
ния циркуляционных условий связаны с тем, что
постоянные наблюдения, в рассматриваемом районе,
ведутся только на морской станции Пешной Атыраус-
кой области, которая расположена в северо-запад-
ной части острова в дельте реки Урал. Информация
о нагонах имеется с 1940 года. За этот период бы-
ло отмечено 353 случая нагона воды. Условно их
можно разделить на пять классов нагонных явлений
в зависимости от их высоты: очень слабые - 109
случаев - 50 и менее см; слабые - 86 случаев -
51-60 см; умеренные - 98 случаев - 61-80 см;
сильные - 45 случаев - 81-100 см; очень сильные -
15 случаев - 100 см и более.

Известно, что нагонное явление осуществляется составляющей скорости ветра, перпендикулярной к береговой линии [6]. Так как восточный берег Каспия вытянут почти в прямую линию вдоль меридиана, то нагонные явления возникают только при ветрах западной половины горизонта. Причем максимума нагон достигает при составляющей скорости ветра с направлением 270° , а минимума - 180° и 360° . Нами рассматриваются только случаи сильных и очень сильных нагонов, распределения которых по месяцам приводится в табл. 1, хотя в дальнейшем сильные и очень сильные нагоны были объединены в один класс, чтобы иметь достаточно большую группу независимых величин, и назовем их сильными. Наиболее частые случаи сильных нагонов отмечаются весной - начале лета и осенью - начале зимы. Летом и зимой нагоны отмечаются редко: летом, из-за непродолжительности сильных ветров, зимой, из-за покрытия льдом мелководной части Северного Каспия.

Таблица 1

Распределение нагонов (число случаев)
по месяцам по данным станции Пешной

Класс нагона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сильный	0	1	4	4	4	4	1	2	5	13	4	2
Очень сильный	0	0	1	2	3	0	1	0	0	5	2	1

Синоптическим условиям нагонов на северо-востоке Каспия посвящено небольшое количество работ, большая часть которых опубликована более четверти века назад. Исследователи рассматривали перемещение и эволюцию циклонов, способствующих развитию нагонов, и их классификацию [1 - 5].

Однако недостаточное количество метеорологической информации в рассматриваемом районе не позволило авторам прийти удовлетворительным выводам.

Нами проведен анализ 60 случаев нагонов за период с 1942 по 1991 год. Наиболее удобной для типизации синоптических ситуаций оказалась классификация атмосферных процессов, предложенная А.Л. Кацем [5]: зональная форма циркуляции (З), и меридиональные формы - западная (З), центральная (Ц), восточная (В) и смешанная (С). В качестве исходного материала для анализа ситуаций использован архив сборно - кинематических карт и средних карт 500 гПа за естественно-синоптический период (е.с.п.) Казахского Гидрометцентра за соответствующий период лет. Когда это было возможно использовалась классификация автора [5]. Анализу подвергались е.с.п. перед нагоном и во время нагона. Если условия нагона были подготовлены в предыдущем периоде, то он может осуществиться и при умеренном ветре даже в начале периода, если же в предыдущем периоде условия для возникновения нагона были неблагоприятными, то нагон происходил при сильном ветре и чаще в конце периода.

В таблице 2 приведено распределение количества случаев различных форм циркуляции по е.с.п., предшествующих дате начала нагона и во время нагона. Из данных табл. 2 видно, что наибольшее число случаев нагонов отмечается при форме циркуляции З, что составляет 76 % от всего числа случаев.

Напомним, что к типу З относится синоптический процесс, при котором высотный гребень или антициклон расположен над Британскими островами или над Западной Европой, а над Восточной Европой высотная ложбина, ось которой направлена с крайнего востока Европейской части России (ЕЧР) или с севера Западной Сибири на южную часть Восточной Европы. Основные черты типа З в теплую и холодную половину года сохраняются, однако в летнее время окаймляющая фронтальная зона имеет меньшую интенсивность, что является одной из причин относительно редких случаев сильных нагонов на северо-восточное побережье Каспия в летние месяцы.

Кроме того в холодный период частота процессов 3 возрастает почти вдвое, а высотный гребень сдвинут несколько западнее. Отметим, что в период нагона отмечается чаще зональное состояние формы 3, нежели меридиональное. Перемещение ложбины с запада на восток и приводит к продолжительным юго-западным или западным ветрам, которые в период завершения процесса меняются на северо-западные.

Таблица 2

Распределение повторяемости числа случаев форм атмосферной циркуляции перед нагоном и во время нагона (1942 - 1991 гг.)

Сроки	Формы атмосферной циркуляции				
	З	С	Ц	В	Зон
Перед нагоном	32	10	7	8	3
Во время нагона	46	7	1	2	4

В механизме атмосферных процессов, приводящих к продолжительному сильному ветру над Северным Каспием важную роль играет западный высотный гребень. Следуя Э.Пальмену и Ч.Ньютону [8] этот процесс можно объяснить следующим образом: "Фактическая амплитуда траекторий холодного воздуха значительно более амплитуды волн абсолютных изогипс". Поэтому на восточной стороне высотного гребня происходит постоянное опускание холодного воздуха и уменьшение его мощности по вертикали, за исключением центральной части приземного циклона, где в связи со смещением высотной ложбины к западу, относительно приземного центра, в холодном воздухе наблюдается высотная дивергенция, а в нижних слоях - конвергенция. Поэтому имеется тенденция к образованию или усилению приземного ан-

тициклона западнее высотной ложбины, чаще всего между широтами 45 и 50 в северном полушарии, который перемещаясь к востоку и выталкивая теплый воздух перед собой приводит к усилению воздушных течений западных четвертей над северной частью Каспийского моря. При этом в зависимости от характеристик высотной ложбины циклоническая деятельность над северной частью Каспия имеет различную реализацию. Наличие очень глубокой ложбины способствует выходу южных циклонов со Средиземного моря через районы Черного, изредка через районы Каспийского моря. В этих случаях усиление ветра достигает максимальной величины и приводит к очень сильным, но непродолжительным нагонам.

Второе место по частоте возникновения нагонов приходится на смешанную форму циркуляции (С), которая повторяет конфигурацию высотного поля формы З, и только в восточной части отмечается более развитый гребень, ось которого проходит примерно по 60 меридиану восточной долготы. Таких случаев, за рассматриваемый период, отмечалось 7, что составляет 12% от всего числа случаев. Таким образом, наиболее частые нагоны - 88 % случаев приходится на те ситуации, когда высотный гребень расположен над Британскими островами или континентом Западной Европы. Наиболее типичный пример западного гребня приводится на рис. 1.

Зональная форма циркуляции (Зон), при которой хорошо развитые гребни отсутствуют, привела к сильным нагонам 4 раза. При зональной циркуляции сибирский и азорский антициклоны, занимая свое нормальное положение, были значительно ослаблены, особенно в своей северной части, а ложбина исландской депрессии распространялась на Европу, поэтому путь циклонов из районов Атлантики проходил через южные районы континента с небольшой северной составляющей над районом Закавказья и северной частью Каспийского моря. Из выше изложенного следует, что механизм течений, приводящий к нагонам на северо-восточной части Каспия мало отличается по своему характеру от механизма для З и С, форм циркуляции.

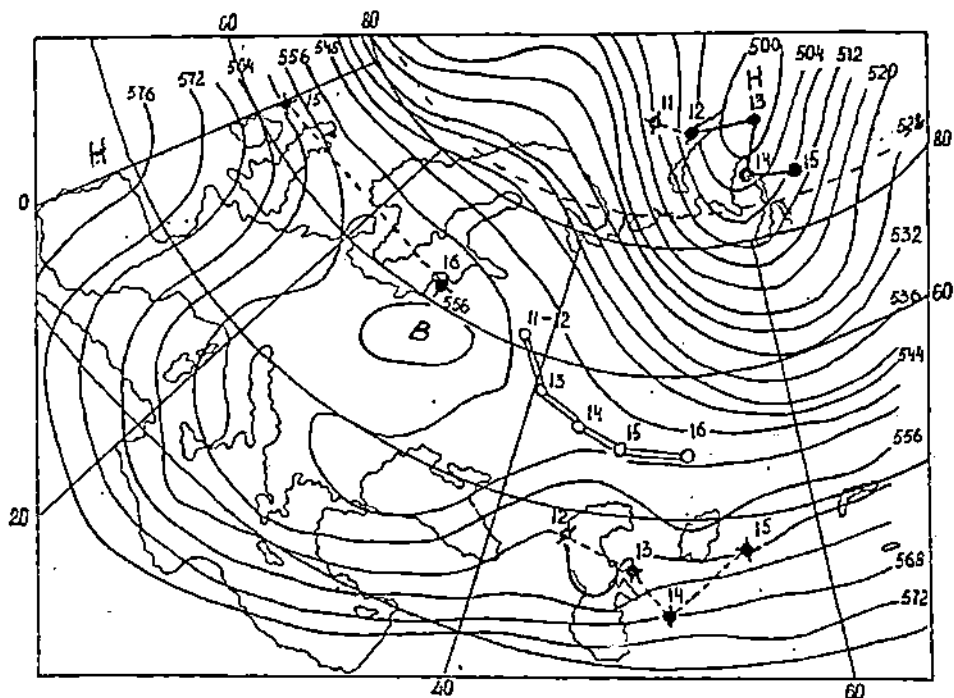


Рис.1. Карта средних значений поверхности 500 гПа меридиональной формы циркуляции Σ и траектории перемещения приземных барических центров за е.с.п. 11-16.04.87 г.

Восточная форма циркуляции (В) зеркально отображается в форму циркуляции Σ , т.е. гребень расположен над Уралом, а над Западной Европой ложбина. В летнее время, когда основной гребень смещен к востоку и ось его проходит по восточному берегу Каспийского моря. При этом в западной ложбине возникают условия для эволюции частных циклов, которые, последовательно перемещаясь к северо-востоку, создают условия для возникновения сильных юго-западных и западных ветров с небольшими перерывами. Отмечалось всего два случая с такой ситуацией.

ни высотный гребень под влиянием этой зоны не ослабевают быстро [9]. При этом на определенной стадии развития западной ложбины возникает адвекция холода. Холод постепенно распространяется на восточную ложбину. Эффект явлений почти эквивалентен условиям зональной формы циркуляции.

Наибольший интерес, по-нашему мнению, представляет преобразование барического поля при переходе от одного е.с.п. к другому, внутри которого наблюдались нагонные явления. Для анализа этого перехода использовался профиль геопотенциала средней карты АТ 500. Для этого вдоль 50° с.ш. от нулевого до 60 меридиана в.д. через каждые 10° определяем значение геопотенциала. Полученный ряд значений описывает характер геопотенциального поля достаточно полно, исключая при этом мелкие детали поля.

Для сравнения величин геопотенциального поля соседних е.с.п. используем формулу

$$\Delta H_1 (H_1 - H) = \left(H_1 - \frac{\sum_1^n H_1}{n} \right)_A - \left(H_1 - \frac{\sum_1^n H_1}{n} \right)_B,$$

где H_1 - величина геопотенциала, А - описывает изменение геопотенциала в е.с.п. с нагонным явлением, В - описывает изменение геопотенциала в е.с.п. перед нагонным явлением. В 90 % случаев, полученные значения представляют собой функцию с максимумом значений примерно от 10 до 30 меридиана восточной долоты и минимумом на меридиане 50° в.д. Максимальное значение функции величина положительная, а минимальное - отрицательная. Функция описывает такую особенность геопотенциального поля, при которой высотный гребень формируется на западе континента, а в районе Каспийского моря - высотная ложбина, что подтверждает высказанное выше предположение. В 10 % случаев функция имеет обратный ход, что, по-видимому, соответствует большой скорости перемещения высотного гребня на восток и преобладанию ветров юго-восточного направления в районе Каспийского моря.

Проведенный анализ изменения барического поля периода, предшествующего нагонным явлениям, может оказаться полезным при разработке модели прогноза направления, скорости и продолжительности ветра, приводящего к нагонным явлениям на северо-восточном побережье Каспийского моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кан С.И. Метод краткосрочного прогноза уровня северной части Каспийского моря // Тр. ЦИП.- 1948.- № 3 (30).- С.3-50.
2. Тихомирова М.Ф. Синоптические условия антициклонических штормов Каспийского моря // Геофизика и метеорология. - 1929, Т. VI. - Вып. 2. - С. 153-174.
3. Багров Н.А. Развитие ветрового нагона в замкнутом море // Известия АН. Серия геогр. и геофиз. - 1946. - № 6. - С. 41-42.
4. Скриптунов Н.А., Герштанский Н.Д. Некоторые черты современной прибрежной зоны восточной части Северного Каспия // Сб. работ Астраханской ГМО. - 1970. - Вып. 1. - С. 132-163.
5. Вознесенская Л.М. Прогноз скорости ветра в дельте Волги // Тр. ЗСНИИ Госкомгидромета - 1981. - Вып. 50. - С. 58-62.
6. Шулейкин В. В. Физика моря. - М.: Наука, 1953. - 990 с.
7. Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. - Л.: Гидрометеиздат, 1960. - 270 с.
8. Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 615 с.
9. Синоптические процессы Средней Азии // В.А. Бугаев, В.А. Джорджио, Е.М. Козик и др. - Ташкент: Изд. АН Узб.ССР, 1957. - 477 с.

Гидрометцентр Казгидромета

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СОЛТҮСТІК - ШЫҒЫС
ЖАҒАЛАУЛАРЫНДА ҚАТТЫ СУ ТОЛҚЫНДАРЫН
БОЛДЫРАТЫН СИНОПТИКТИК ПРОЦЕСТЕРДІҢ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Г.М. БОНДАРЬ
Л.А. ВОРОНИНА

А.Л. Қақтың классификациясы негізінде Каспий теңізінің солтүстік-шығыс жағалауларында болатын қатты және өте қатты су толқындарын болдыратын синоптикалық процесстер анықталады. Солтүстік Каспий - дегі ұзаққа соғатын қатты жел туғызудағы атмосфералық процесстердің механикалық дамуы талданады.

УДК 550. 342: 523.91

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТМОСФЕРНЫХ И ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ В ДИАГНОЗЕ И ПРОГНОЗЕ КРУПНЫХ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

Доктор геогр. наук Г.Н.Чичасов

Исследуются зависимости тектонической деятельности Памиро-Тянь-Шаньского региона от солнечной активности и метеорологических условий. Приводятся данные диагноза Сусамырского землетрясения, происшедшего в Кыргызстане 19 августа 1992 года. Результаты могут использоваться при оценке вероятности возникновения крупных землетрясений в регионе.

В настоящее время не существует общепринятого мнения о механизмах формирования землетрясений. Что же касается гипотез, то их множество. Одной из них является предположение о влиянии солнечной активности на земные тектонические процессы. Подробное описание, используемых здесь характеристик солнечной активности, и объяснение их физической сущности можно найти в работах [1,9]. На зависимость землетрясений от солнечной активности указывалось еще в 60-х годах [11]. Согласно данным автора, если число солнечных пятен достигает 150, то вероятность возникновения землетрясений примерно на 31 % выше, чем когда число солнечных пятен равно 50. А если суточная разница в числе солнечных пятен равна 20, то вероятность возникновения землетрясений выше на 26 %, чем когда такого перепада нет. К выводу о том, что землетрясения чаще случаются, когда уровень солнечной активности быстро и резко меняется, пришли многие авторы, например [2-3,6-7,12,13].

На существование зависимости сейсмичности Земли не только от величины активности Солнца, но и от ее положения в 11-летнем цикле неоднократно указывал А.Д.Сытинский [6-7]. Его многолетние

исследования позволяют сделать вывод о том, что связь сейсмичности Земли с солнечной активностью осуществляется, за счет прямого энергетического воздействия солнечного ветра на атмосферу Земли.

Существенное значение для предсказания крупных землетрясений имеет вопрос наличия статистически достоверных связей между сейсмическими процессами на Земле и солнечной активностью. На рис.1 приведены средние за пятилетку повторяемости землетрясений в Сибири и Средней Азии [5], а также средние годовые числа Вольфа.

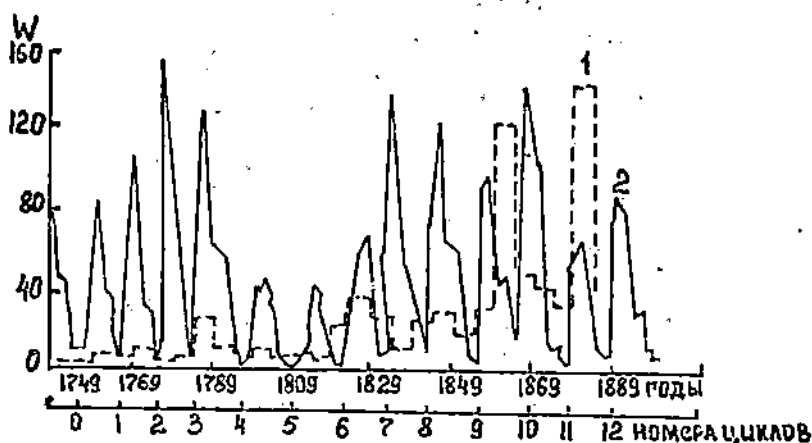


Рис.1. Средняя за пятилетие повторяемость крупных землетрясений в Сибири и Средней Азии (1) по данным [5] и средние годовые числа Вольфа (2)

По оси абсцисс, помимо временной шкалы, перед началом каждого 11-летнего цикла проставлены их номера в цирюхской классификации. Как видно на рисунке, максимум повторяемости землетрясений совпадает, как правило, с пиками солнечной активности, что особенно отчетливо проявляется в последнее из рассматриваемых столетий. В четные циклы чисел Вольфа сейсмичность гораздо выше, чем в нечетные. Исключение составляет лишь цикл N 8, в котором, несмотря на довольно высокий уровень запятненности Солнца, повторяемость землетрясений была невелика. Что же касается первой части исследуемого периода (циклы N 1-5, 1749-1800 гг.),

то указанные закономерности проявляются и в нем, хотя не так отчетливо. Несмотря на высокую запятненность Солнца в этот период, число случаев с землетрясениями в нем было невелико. Странную на первый взгляд ситуацию можно объяснить недостаточностью данных о землетрясениях, имевших место в Сибири и Средней Азии в 18 веке.

Разнообразные и достойные внимания материалы по землетрясениям собраны и систематизированы китайскими учеными [12]. В каталог вошли сведения о землетрясениях, имевших место не только в Китае, но и в сопредельных территориях и, в частности, на юге Казахстана. До 1911 г. каталог содержит данные о всех проявлениях сейсмичности независимо от магнитуды (M), а после - только о крупных с $M > 4,0$.

В древности такие редкие природные явления, как крупные землетрясения, обычно связывали с социальными явлениями и люди видели в них в основном предзнаменование своей нелегкой судьбы. Крупные природные катаклизмы надолго оставались в памяти человечества и попадали в различные хроники. Именно поэтому полные сведения о землетрясениях, как например [5,12], дошли до наших дней. Ранние исторические сведения об этих явлениях, в силу известных причин разрознены, характеризуются большой пестротой, а также не лишены всякого рода неточностей. Однако несмотря на это общее представление о сейсмичности они все же дают.

Нами были рассмотрены и проанализированы повторяемости крупных землетрясений в Синьцзяне по данным [12], а также средние годовые индексы геомагнитной активности K_p за период с 1880 по 1980 гг. Как и следовало ожидать, повторяемость крупных подземных толчков распределялась во времени крайне неравномерно, однако именно этот факт и имеет существенное значение для их анализа и последующего прогноза. Так в многолетнем ходе числа случаев с крупными землетрясениями выделяются периоды, когда их повторяемость была выше (1896-1906 и 1970-1980 гг.) или ниже (1907-1914 и 1916-1928 гг.) среднего многолетнего значения.

Совместный анализ характеристик солнечной активности и повторяемости крупных землетрясений

позволяет сделать целый ряд выводов. Прежде всего необходимо отметить, что до 1940 г. максимум числа случаев с землетрясениями приходился на восходящую ветвь годового хода геомагнитного индекса K_p , а после - в основном на нисходящую. Что же касается связи сейсмических процессов с числами Вольфа, то здесь четко прослеживается закономерность увеличения частоты землетрясений перед максимумами хода солнечной активности в 11-летнем цикле. Нарушение данной закономерности произошло после 1965 г. Обращает внимание, что последние годы рассматриваемого периода характеризовались довольно неустойчивым режимом сейсмичности, с резкими колебаниями повторяемости землетрясений. Напомним, что нами рассматривались осредненные за год характеристики солнечной активности. Исходя из самых общих соображений можно предположить, что для решения поставленных задач лучшие результаты даст использование средних суточных или даже полусуточных значений солнечной активности.

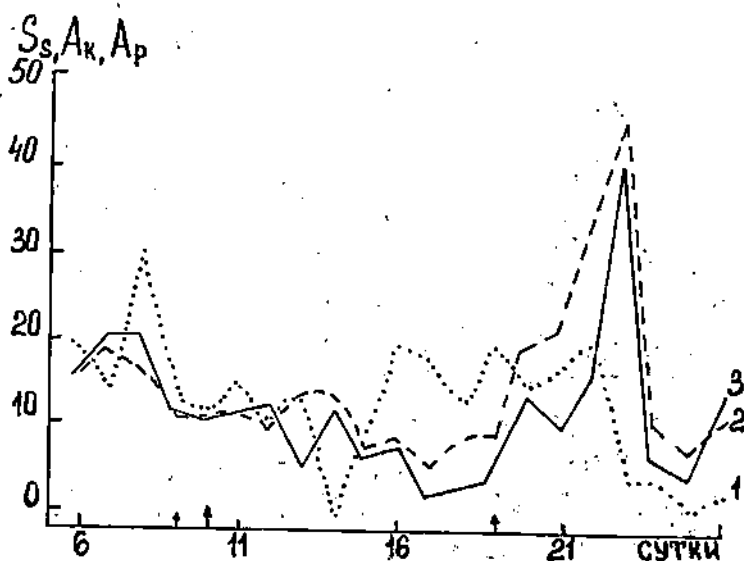


Рис. 2. Временной ход средних суточных значений суммарной активности диска Солнца (1) и индексов A_k (2), A_p (3)

На рис. 2 приведен ход средних суточных значений суммарной активности диска Солнца (S_8), а также, ход индексов A_p и A_k до и после землетрясения, происшедшего 19 августа 1992 г. на юге Кыргызстана вблизи станции Сусамыр. С интервалом около часа здесь отмечено два подземных толчка, с магнитудой 7,3 и 6,7 соответственно. Эпицентр первого находился в районе северо-восточного окончания Алтайского хребта, недалеко от того места, где он подходит к Ферганскому хребту. Эпицентр второго толчка был расположен на берегу горной реки, стекающей в Токтогульское водохранилище, в 185 км западнее первого. Как видно на рис. 2, крупным землетрясениям, как правило, предшествовали довольно резкие изменения хода индексов A_k и A_p . Что же касается суммарной активности диска Солнца, то как Сусамырское, так и другие рассматриваемые здесь землетрясения в основном совпадали с ее экстремумами. Анализ материалов подтверждает вывод о приуроченности крупных землетрясений к резким изменениям солнечной активности. Здесь же для наглядности стрелками отмечено время возникновения других крупных землетрясений, зарегистрированных в июле - августе 1992 г. в этом регионе.

Сусамырское землетрясение произошло в первые сутки естественно-синоптического периода при смене барических полей в районе их эпицентра, когда находившийся там частный циклон был оттеснен приближающейся передней части антициклона. Такая ситуация обусловила северо-западные потоки в средней тропосфере. Приближение антициклона вызвало и рост давления севернее эпицентра землетрясения. Южнее тектонического разлома в это время происходил вынос тепла из районов Средиземного и Черного морей.

На тесную зависимость тектонической деятельности и крупномасштабных атмосферных процессов указано в работах [2-8]. В [6-7] было отмечено, что положение эпицентров сильных землетрясений зависит не только от характера барических полей, но и от географического распределения знаков барической тенденции. Для Памиро-Тянь-Шаньского ре-

гиона наиболее характерным распределением атмосферного давления при землетрясениях с магнитудами, превышающими 4,5, является такое, когда давление растет к северу от сейсмической области и падает к югу от нее. По-видимому, сейсмический эффект, вызываемый региональными барическими процессами, состоит в перераспределении статической нагрузки на различные блоки тектонического разлома. Основными центрами действия атмосферы, определяющими барическую ситуацию Памиро-Гималайского региона, является исландский минимум и азиатский максимум. Именно их взаимное расположение и разность атмосферного давления между центрами определяют нагрузки на земную кору, а также перераспределение воздушных масс. Отмечено, что крупные землетрясения в регионе происходят в период сближения этих центров действия атмосферы, когда возрастают барические градиенты и обостряются фронтальные разделы. Землетрясения происходят при большой разности давлений между центрами барических образований, достигающей иногда 65 - 100 гПа.

В настоящее время укрепилось мнение, что крупные землетрясения, как правило, сопровождаются экстраординарными погодными условиями. В работе предпринята попытка определить, по имеющимся в наличии каталогам землетрясений [5,12], повторяемость сопровождающих катастрофы метеорологических явлений и оценить их вероятность.

Наиболее полная и, по-видимому, одна из самых достоверных сводок о сейсмических процессах, имевших место в прошлом, приведена в работе И.В.Мушкетова и А.П.Орлова [5]. С 596 по 1888 г. авторами рассмотрено и проанализировано 2574 случая проявления сейсмичности в России и на сопредельных с ней территориях, в основном в Китае. Из них в 134 упоминается о сопровождающих землетрясения метеорологических явлениях, что составляет 5,2 % от общего числа случаев. Нами было подсчитано, что наиболее часто при землетрясениях наблюдались сильные бури, ураганы, ливни, град. За рассматриваемый период они отмечались в каталоге 73 раза. В 17 случаях землетрясения сопровождались выпадением снега, образованием тумана и сильными морозами. В 10 случаях отмечались выпа-

дения метеоритов, в 3 случаях - затмения Солнца и в одном - затмение Луны. Вместе с тем в каталоге Мушкетова и Орлова описывается 30 случаев землетрясений, происшедших при ясной погоде, что подтверждает выводы [3] о том, что подземные толчки случаются преимущественно на фоне повышенного атмосферного давления. При описании землетрясений в исторических материалах вообще не всегда фиксировались сопровождающие их метеорологические явления. Это и понятно, так как по воздействию на психику человека первые несоизмеримо превосходили последние, относя тем самым их в разряд малозначительных событий. Подтверждение этому может дать анализ исторических материалов по землетрясениям, каталог которых подготовлен и издан китайскими учеными [12]. В нем описано 112 случаев проявления сейсмических процессов большой мощности, из которых 21, или 18,8 % от общего числа случаев, сопровождались аномальными метеорологическими явлениями. Чаще (13 случаев) в хрониках фиксировались изменения какой-то одной метеорологической величины, реже (8 случаев) - одновременно двух и более.

По одному разу в каталоге отмечается дождь, град, ураганный ветер, пасмурная погода, резкий подъем температуры воздуха, по два раза - неустойчивая погода и глубокий снег. В трех случаях при землетрясениях были зафиксированы интенсивные свечения земли. Одновременно наблюдались следующие сочетания метеорологических явлений: ураганный ветер и дождь; холод, ураганный ветер; дождь и глубокий снег; дождь и град; град и туман; сильная жара и ураганный ветер; сильная жара и резкое падение давления.

Заметим, что исторические материалы по землетрясениям не ограничивались, как правило, констатацией самого события. В них много места занимали описания сопровождающих эти землетрясения политических происшествий, а также астрономических и метеорологических явлений. Вот как, например, описывает беспристрастный летописец древности известное землетрясение в Каспийских воротах 743 года. "В этом году в северной части неба явилось знамение, а в различных местах падала пыль

наподобие дождя" [5]. Дата и время этого события, вошедшего в анналы крупнейших землетрясений мира, неизвестны - указано лишь, что оно произошло "раньше апреля". Более поздние случаи проявления сейсмичности и сопутствующие им явления описаны намного подробнее. Так, например, при землетрясении в Семипалатинске 27 декабря 1787 г. наблюдались "оттепель и дождь, затем выпало очень много снега, ударил мороз, наблюдалось лунное затмение при ясной и тихой погоде" [5]. Приведенное описание является подтверждением современных взглядов на метеорологическую обстановку, сопутствующую землетрясениям. "Оттепель и дождь" в конце декабря в Восточно-Казахстанской области могли быть вызваны большим выбросом сейсмической энергии и связанным с ним повышением температуры почвы и, следовательно, прилегающих к ней слоев воздуха. Адиабатический подъем нагретых объемов воздуха привел к образованию мощных кучево-дождевых облаков и выпадению осадков - сначала в виде дождя, а затем, по мере понижения температуры - снега. Похоже, после основного толчка афтершоки не последовали, так как установилась ясная и тихая погода.

Более полное представление о сопровождающих землетрясения погодных условиях можно получить на материалах сейсмичности последних лет. В Средней Азии и Казахстане с 1978 г. по 1990 г. было зарегистрировано 136 землетрясений, 32 из которых с метеорологическими явлениями, что составляет 23,5 % от общего числа случаев, из них 9 землетрясений сопровождались ливневым дождем, 18 - снегом, 3 - пыльной бури, 2 - дымкой. Чаще всего метеорологические явления наблюдались в момент землетрясений. В 10 случаях резкие изменения погодных условий происходили до начала, а в 14 - после окончания явления.

Представляет интерес сравнить по разным каталогам землетрясений [5,12] повторяемость сопутствующих им метеорологических явлений. Приведенные данные относятся между собой как 6, 24. Иными словами, повторяемость сопутствующих сейсмическим процессам метеорологических явлений за последние годы в шесть раз превышает данные по

сводке Мушкетова и Орлова. Это лишний раз подтверждает, что сопровождающие землетрясения метеорологические явления фиксировались в исторических материалах не всегда, в связи с чем к этим сведениям следует относиться осторожно. Основываясь на последних данных, можно предположить, что в среднем почти каждое четвертое землетрясение сопровождается теми или иными метеорологическими явлениями.

Полученные результаты необходимо дополнять и развивать, уделяя особое внимание статистической оценке и физической интерпретации полученных зависимостей, используя для этого методы и рабочие приемы, изложенные в [10]. Анализ материалов исследований, приведенных нами, а также результаты других авторов дают основание предполагать, что совместное использование вариаций солнечной активности и характеристик атмосферной циркуляции с другими предсказателями позволит вплотную приблизиться к созданию надежного метода прогноза землетрясений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витинский Ю.И. Солнечная активность. - М.: Наука, 1983. - 192 с.
2. Гальперина А.А., Панова Е.Н., Чичасов Г.Н. Метеорологические факторы в диагнозе крупных землетрясений // Тр. КазНИГМИ. - 1992. - Вып. 111. - С. 157-183.
3. Гальперина А.А., Чичасов Г.Н. О метеорологических и геофизических условиях крупных землетрясений // Тр. КазНИГМИ. - 1992. - Вып. 111. - С. 183-191.
4. Могй К. Предсказание землетрясений. - М.: Мир, 1988. - 382 с.
5. Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи // Записки Русского географического общества по общей географии. - СПб.: - 1893. - Т. XXVI. - 582 с.
6. Сытинский А.Д. О механизме влияния корпускулярного излучения Солнца на циркуляцию нижней

атмосферы // Докл. АН СССР.- 1983. - Т. 270.- С. 855-859.

7. Сытинский А.Д. Связь сейсмичности Земли с солнечной активностью и атмосферными процессами.- Л.: Гидрометеоиздат, 1967. - 99 с.
8. Панова Е.Н., Чичасов Г.Н. О связи сейсмической активности Памиро-Тянь-Шаньского региона с атмосферными процессами // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 2. - С. 126-140.
9. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1991.- 304 с.
10. Чичасов Г.Н. Численные методы обработки и анализа информации. - Алматы, 1995. - 108 с.
11. Эйгенсон М.С. Солнечная активность как геотектонический фактор // Цирк. Львовск. астрон. обсерв. 1954. - N 28. - С. 13-21.
12. Collected articles on earthquakes in Xinjiang - Uigur autonomic region // Pekin, Seismological Bureau. - 1985. - 384 p.
13. Gribbin G.R., Plagemann S. The Jupiter effect // London: Mc-Millan. - 1974. - Vol. 19, N 1295. - 136 p.

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

ІРІ ЖЕР СІЛКІНІСТЕРІН АНЫҚТАУ МЕН БОЛЖАУДА АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖӘНЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ТУРАЛЫ

Геогр. г. докт. Г.Н. ЧИЧАСОВ

Памир - Тянь-Шань аймағында тектоникалық қызмет және күннің белсенділігі мен метеорологиялық жағдайлардың арасындағы байланыстар зерттеледі. 1992 жылдың 19 тамызында Қырғызстандағы Сусамырда болған жер сілкінісінің анықтамалық деректері келтіріледі. Қорытынды нәтижелерді осы аймақтағы ірі жер сілкінісі ықтималдығын бағалау жағдайында пайдалануға болады.

УДК 551.501 + 551.508

О ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ПЕСКА ВО ВРЕМЯ БУРЬ

Канд. физ.-мат. наук О.Е.Семенов

Описан прибор для улавливания частиц твердой фазы потока при песчаных бурях. Пескоуловитель может устанавливаться на метеорологических мачтах и удобен для проведения градиентных исследований. Случайные погрешности измерений прибора с вероятностью 0,95 меньше 20 %, с вероятностью 0,99 - менее 25 %. Систематические погрешности улавливаний для частиц в интервале 50-200 мкм не превышают 0,28-2,04 % в интервале скоростей потока 7,8-15,4 м/с.

Для ряда отраслей промышленности и транспорта, работающих в зоне распространения пыльных бурь, большое практическое значение имеет не только информация об общей массе песка, перемещаемой ветром в приземном слое атмосферы, но и более детальные сведения о ее вертикальном распределении, об изменении размеров частиц с высотой переноса. Количественная информация о переносе частиц твердой фазы в воздушном потоке может быть получена в виде двух физических величин - твердого расхода и массовой концентрации песка в воздухе. Термин массовая концентрация хорошо известен и широко используется в научной литературе. Терминология о расходе твердой фазы потока введена А.К.Дюниным сравнительно недавно [3]. Поэтому прежде чем рассматривать вопрос о точности измерений этого параметра остановимся на основных определениях и единицах измерений расхода песка.

Твердым расходом будем называть массу частиц твердой фазы (песок, соли, пыль), переносимую в единицу времени через единичную площадь сечения потока. Размерность твердого расхода $M \cdot L^{-2} \cdot T^{-1}$

единица твердого расхода в СИ - $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Твердый расход связан с массовой концентрацией зависимостью

$$q_z = c_z \cdot u_p, \quad (1)$$

Здесь q_z - твердый расход песка на высоте z ; c_z - массовая концентрация на той же высоте; u_p - скорость частиц твердой фазы в воздушном потоке. Размерность массовой концентрации $\text{М} \cdot \text{Л}^{-3}$, единица в СИ - $\text{кг}/\text{м}^3$. Чаще для измерений массовой концентрации используют производные единицы - $\text{мг}/\text{м}^3$ или $\text{мкг}/\text{м}^3$. Более удобной величиной при определении масс песка или других аэрозолей, перемещаемых воздушными потоками, является твердый расход. По результатам измерений во время бурь пескоуловителями твердый расход рассчитывается по следующей формуле:

$$q_z = \frac{M_z}{F t}, \quad (2)$$

где M_z - масса песка, уловленного приборами на высоте z , кг ; F - площадь приемного отверстия прибора, м^2 ; t - время экспозиции прибора (время осреднения расхода), с .

Другой важной характеристикой ветропесчаного потока является общий расход Q_z , которым называется масса твердой фазы, переносимая в единицу времени через нормально ориентированную относительно потока поверхность, ограниченную полосой фронта переноса шириной 1 м и высотой z . Общий расход получается путем интегрирования профилей твердого расхода:

$$Q_z = \int_0^z q(z) \cdot dz, \quad (3)$$

Размерность общего расхода - $\text{М} \cdot \text{Л}^{-1} \cdot \text{Т}^{-1}$, единица в СИ - $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$. Величина Q_z называется

полным расходом двухфазного потока, если верхняя граница интегрирования в равенстве (3) равна максимальной высоте подъема частиц твердой фазы воздушным потоком.

Масса песка M (кг), перенесенного ветром за время пыльной бури через полосу фронта переноса шириной 1 м и высотой z может быть получена путем интегрирования по времени общего (или полного расхода)

$$M = \int_0^{\tau} Q_z(t) \cdot dt, \quad (4)$$

где $Q_z(t)$ — функция изменения общего (полного) расхода во времени; τ — продолжительность бури, с.

Общий уровень развития приборов для измерения перемещаемой потоком массы песка или пыли во время пыльных бурь и поземков можно оценить как низкий. Применяющиеся для этих целей пескоуловители как у нас в стране, так и за рубежом, представляют из себя лишь несколько модернизированные модели прибора, предложенного еще в 30-х годах Р.Багнольдом [7]. Обзор почти всех типов пескоуловителей сделан в работах А.П.Бочарова [2] и П.С.Захарова [4]. Наиболее совершенный из них состоит из флюгирующего корпуса, в который вставлена камера. Камера имеет узкую вертикальную щель, разделенную по высоте на несколько равных частей, т.е. в одном корпусе смонтировано фактически несколько пескоуловителей. Каждая часть — это прямоугольный канал с отражательными пластинами, изменяющими направление движения двухфазного потока. Вследствие этого поворота происходит выпадение частиц твердой фазы из потока. Они скатываются в приемные камеры, устанавливаемые в кассете, что позволяет ускорить и упростить смену наполненных приемных камер. Очищенный воздух выходит в полость корпуса, в верхней части которого имеются эжекционные отверстия для его отсоса из прибора [1]. Большим недостатком приборов такого типа является ограниченная возможность проведения измерений только лишь в самом нижнем слое атмосферы высотой до 1 м. Устанавливать их на метеоро-

логические мачты практически невозможно из-за их больших размеров и массы.

Не нашли применения при измерениях массовой концентрации песка во время песчаных бурь методы отбора на фильтры, широко используемые при исследованиях пыли. Крупные частицы песка плохо улавливаются фильтрами, отскакивая от их волокон.

В 70-х годах в КазНИГМИ был предложен принципиально новый прибор, который позволял проводить измерения на метеорологических мачтах [5]. Корпус этого пескоуловителя имел вытянутое вперед приемное сопло, заканчивающееся в отдельительной камере. В ней поток воздуха резко менял направление движения, вследствие чего частицы песка выпадали в приемную камеру. Последняя вставлялась в пазы днища корпуса. Прибор флюгировал за направлением ветра. Отличительной особенностью приемной камеры являлось то, что она была выполнена в виде плоско-параллельного электрического конденсатора. Это позволило осуществить дистанционный метод измерения массы улавливаемых частиц песка. К сожалению, дальше научно-исследовательской стадии дистанционный метод измерения не продвинулся, опытно-конструкторских работ и промышленного изготовления приборов налажено не было. В дальнейшем пескоуловитель КазНИГМИ был усовершенствован. Отделительная камера была выполнена в виде циклона с горизонтальной осью вращения воздушного потока. На рис.1 представлена схема этого пескоуловителя. Прибор состоит из вытянутого вперед сопла (1) с площадью приемного отверстия 50 см^2 , которое заканчивается в отдельительной камере (циклоне) (4). По обоим сторонам циклона имеются эжекционные отверстия, через которые очищенный от крупных аэрозолей воздух выбрасывается по выходным каналам (2) в поток. На выходных каналах крепятся два стабилизатора (3), с помощью которых приемное сопло прибора устанавливается навстречу потоку частиц песка и воздуха. Отделившиеся частицы собираются в приемной камере (5). Пескоуловитель устанавливается на консолях метеорологической мачты или поверхности песка на оси вращения (6).

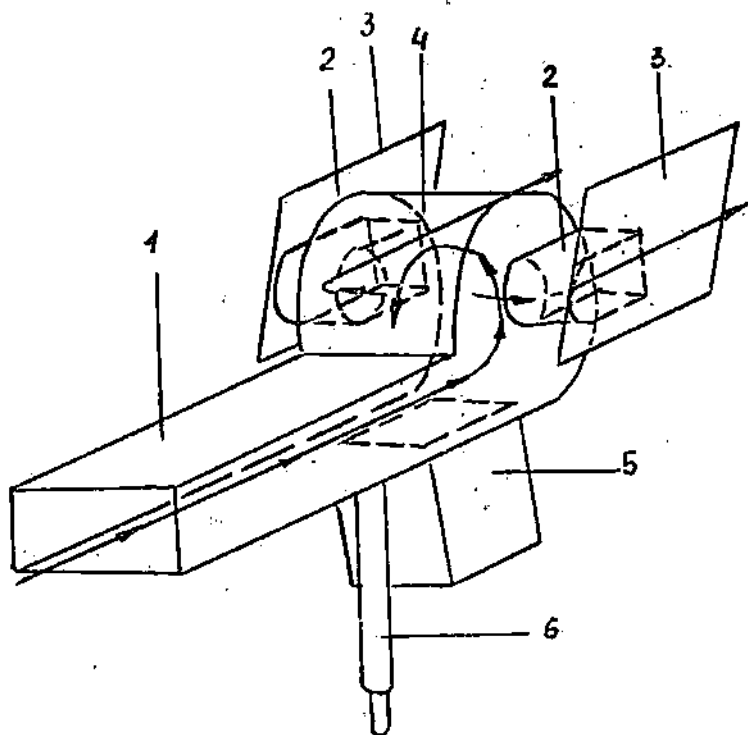


Рис. 1. Принципиальная схема пескоуловителя.

1- входное сопло, 2- выходные каналы,
 3- стабилизаторы, 4- отделительная камера
 циклон, 5- приемная камера, 6- ось вращения.

На рисунке стрелками показано направление движения двухфазного и очищенного воздушного потока. Пескоуловитель может использоваться в виде двух вариантов - дистанционного, если приемная камера (5) выполнена в виде электрического конденсатора и снабжена электронной схемой для передачи преобразованной в электрический сигнал информации о накопленной в приборе массе песка на расстояние, или обычного прибора со сменой приемной камеры через определенные интервалы времени. К настоящему времени с пескоуловителями КазНИГМИ выполнено уже достаточно большое количество измерений твердого и общего расхода песка в слоях различной высоты, которые позволяют оценить возможности их применения на практике. В работе [8] показано,

что причиной больших разбросов результатов измерений расхода является стохастичность процесса ветрового переноса твердой фазы. Статистический характер процесса объясняется турбулентной структурой воздушного потока, полидисперсностью частиц песка, многообразием других природных процессов, оказывающих влияние на неоднородность в пространстве интенсивности переноса твердой фазы. Существуют причины, связанные с несовершенством приборов, методик измерений и их анализа.

Случайные погрешности измерения приборов КазНИГМИ, вызванные этими факторами, выявлялись нами путем параллельного измерения переносимой массы песка двумя пескоуловителями, установленными на одной высоте, равной 25 см. Величины погрешностей измерений оценивались следующим образом. Как известно, средняя масса уловленного песка за j -ю бурю может быть рассчитана по формуле

$$\bar{m}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_{ij}, \quad (5)$$

где m_{ij} - уловленная масса песка одним из пескоуловителей. Среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_{ij} - \bar{m}_j)^2}, \quad (6)$$

ошибка среднего арифметического μ_j по формуле

$$\mu_j = \frac{\sigma_j}{n} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_{ij} - \bar{m}_j)^2}{n(n-1)}}. \quad (7)$$

Здесь i - порядковый номер пескоуловителя. При числе пескоуловителей $n = 2$ формула (7) принимает вид:

$$\mu_j = \frac{1}{2} \cdot (m_1 - m_2). \quad (8)$$

По формуле (8) рассчитывалась погрешность среднего арифметического каждого измерения и ее относительное значение

$$\varepsilon_j = \frac{\mu_j}{m_j} \cdot 100 \% \quad (9)$$

Результаты измерений и вычислений представлены в таблице 1, из которой следует, что случайные погрешности отдельных измерений пескоуловителей КазНИГМИ находятся в интервале от 0 до 21 %. Среднее значение погрешности среднего арифметического оказалось равным 9,3 %. Полученный ряд случайных погрешностей хорошо выравнивается на клетчатке вероятностей для нормального распределения, что позволило определить пределы изменчивости, за которые не выходят случайные погрешности - в 84 % случаев погрешность не превышает 15 % в 95 % случаев - меньше 20 % и 99 % - меньше 25 %.

Таблица 1
Случайные погрешности измерений массы переносимого песка при пыльных бурях

j	m_1 , г	m_2 , г	\bar{m}_j , г	μ_j , г	ε_j , %
1	0,70	0,80	0,75	0,05	6,7
2	0,50	0,50	0,50	0,00	0,0
3	4,83	4,63	4,73	0,10	2,1
4	1,40	1,60	1,50	0,10	6,7
5	9,42	12,93	11,18	1,76	14,9
6	1,78	2,40	2,09	0,31	14,8
7	0,42	0,64	0,53	0,11	20,8
8	1,68	1,40	1,54	0,14	9,1
9	1,74	1,99	1,86	0,12	6,5
10	4,98	6,14	5,56	0,58	10,4
11	2,72	3,32	3,02	0,30	9,9

Исследование систематических погрешностей пескоуловителя КазНИГМИ выполнялось в аэродинамической трубе. Для этого была создана установка, схема которой показана на рисунке 2.

В ней частицы песка из дозатора (4) поступали в трубу-смеситель (6), где они приобретали скорость потока воздуха. Выравнивание скоростей ветра в аэродинамической трубе и смесителе (6) осуществлялось путем изменения расхода воздуха от пылесоса, соединенного со смесителем.

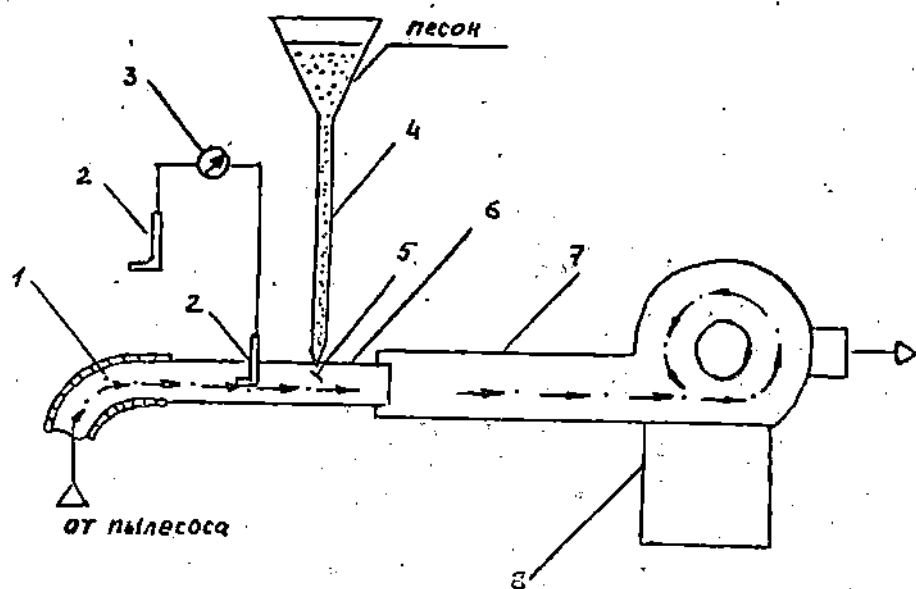


Рис. 2. Схема установки для определения систематических погрешностей пескоуловителей.

1- подводящая труба, 2- трубка Пито, 3- дифференциальный микроманометр, 4- дозатор, 5- турбулизатор, 6- смеситель, 7- пескоуловитель, 8- приемная камера.

Контроль за равенством скоростей проводился при помощи дифференциального микроманометра и двух трубок Пито, одна из которых размещалась внутри смесителя, вторая - в аэродинамической трубе. Из смесителя частицы песка попадали непосредственно в приемную камеру.

редственно в входное сопло пескоуловителя. По разнице массы песка, выпущенной из дозатора (4) и уловленной в приемной камере (8), определялась эффективность улавливания прибором частиц различного размера. Измерения проводились в аэродинамической трубе при четырех - пяти значениях скоростей воздушного потока в диапазоне размеров частиц от 50 до 315 мкм. Результаты измерений и определения систематических погрешностей пескоуловителя представлены в таблице 2. Основные статистические величины этой таблицы рассчитаны по общепринятым формулам.

Таблица 2

Систематические погрешности измерений: средняя (δ), среднее квадратическое отклонение средней (σ), коэффициент вариации (C_v) и ошибка коэффициента вариации (ϵ) пескоуловителей до усовершенствования

U, м/с	δ , %	σ , %	C_v , %	ϵ , %
Размер частиц 50-70 мкм				
8,5	18,9	3,6	19,2	6,1
10,6	24,1	3,4	14,1	4,4
12,9	22,9	2,3	10,1	3,2
15,3	23,8	2,1	8,7	8,7
Размер частиц 70-100 мкм				
8,5	11,4	1,7	15,0	4,5
10,6	14,7	2,6	17,5	5,5
12,9	16,8	1,3	7,9	2,5
15,3	19,9	2,2	10,9	3,4
Размер частиц 100-140 мкм				
8,7	6,3	1,8	28,6	8,6
10,6	6,3	1,7	26,4	8,4
13,4	8,2	1,6	19,8	6,2
15,7	10,6	1,7	16,2	5,1
Размер частиц 140-200 мкм				
8,6	7,0	1,3	19,2	6,1
10,7	6,7	1,3	19,1	6,0
13,3	6,3	1,1	16,9	5,3
15,6	6,7	1,6	23,8	7,5

Продолжение табл. 2

U, м/с	δ , %	β , %	C_v , %	ϵ , %
Размер частиц 200-250 мкм				
8,6	6,5	1,1	17,5	5,6
10,6	6,8	1,3	19,5	5,2
13,3	5,9	0,9	14,8	4,7
15,4	6,4	1,1	17,2	5,4
Размер частиц 250-315 мкм				
8,5	6,9	1,1	16,4	5,2
10,6	5,8	1,2	19,8	6,0
13,3	5,2	0,5	10,3	3,2
15,3	6,0	0,8	13,4	4,2

Из данных таблицы 2 следует, что для мелких частиц песка (от 50 до 140 мкм) погрешность измерения возрастает с увеличением скорости ветра. Как и следовало ожидать, хуже улавливаются мелкие частицы размером 50-70 мкм. Их теряется до 19-24 %.

Частицы размером 70-100 мкм ловятся уже лучше - пескоуловитель недоучитывает их от 11 до 20 %. Песчинки крупнее 140 мкм практически улавливались прибором одинаково во всем исследованном интервале скоростей - лишь 5-7 % их пролетали через пескоуловитель.

Получив эти результаты мы незначительно модернизировали пескоуловитель, изменив конструкцию выходных каналов. В результате этих изменений фактически удалось избавиться от систематических погрешностей пескоуловителей КазНИГМИ - их величина сейчас не превышает 0,5-2 %. В таблице 3 представлены результаты определения систематических погрешностей недоучета массы песка усовершенствованных пескоуловителей.

К числу факторов, оказывающих влияние на величину погрешностей при определении массы уловленного приборами песка, следует отнести и изокINETичность отбора аэрозольных частиц из двухфазного потока, так как помещаемый в воздушно-песчаный поток пескоуловитель искажает линии тока воздуха.

Таблица 3

Систематические погрешности измерений:
 средняя (δ), среднее квадратическое отклонение
 средней (σ), коэффициент вариации (C_v)
 и ошибка коэффициента вариации (ϵ)
 модернизированных пескоуловителей

U, м/с	δ , %	σ , %	C_v , %	ϵ , %
Размер частиц 50-70 мкм				
7,8	1,60	0,12	7,90	2,5
10,1	2,04	0,54	26,00	8,4
11,5	1,30	0,10	7,50	2,4
13,2	1,50	0,48	31,00	10,0
15,1	1,30	0,38	28,40	9,0
Размер частиц 70-100 мкм				
8,5	0,67	5,15	22,60	7,2
9,8	0,63	0,14	22,70	7,2
11,3	0,65	0,15	24,00	7,6
13,2	0,72	0,37	50,50	16,0
15,4	0,80	0,30	37,00	12,0
Размер частиц 100-140 мкм				
8,7	0,53	0,07	14,00	4,0
10,1	0,64	0,20	31,00	10,0
11,5	0,69	0,27	40,00	12,0
13,2	0,62	0,35	58,00	12,0
15,4	0,41	0,16	39,60	12,5
Размер частиц 140-200 мкм				
8,5	0,28	0,09	31,10	9,8
10,1	0,32	0,11	34,40	10,9
11,1	0,33	0,07	22,40	7,1
13,2	0,30	0,09	29,20	9,2

Изучение обтекания прибора воздухом и забора им песчаных частиц из потока проводилось путем фотографирования их траекторий. Это позволило исследовать процесс улавливания песчаных частиц пескоуловителем при различных скоростях потока и размерах частиц. Частицы песка во время экспериментов вводились в поток с помощью дозатора, расположенного перед пескоуловителем на расстоянии в один метр. Значительный интерес при этом представлял случай обтекания и забора пескоуловителем

частиц мелкого песка. На полученных фотографиях не было заметно искажений в траекториях летящих частиц ни перед входным вытянутым вперед соплом пескоуловителя, ни вокруг него. Вместе с тем заметны резкие искажения траекторий частиц при их столкновении с корпусом пескоуловителя. Таким образом, фотосъемка летящих в потоке частиц песка указывает на изокINETичность отбора их пескоуловителем и отсутствие погрешностей, связанных с процессом попадания их в приемное сопло. Очевидно, это объясняется большой массой и временем релаксации таких крупных аэрозолей.

Выполненные исследования позволили оценить погрешности измерения пескоуловителей нашей конструкции, которые оказались сравнительно небольшими. Это позволяет с осторожным оптимизмом относиться и к имеющимся немногочисленным измерениям расхода песка различными типами уловителей других авторов, погрешности которых, к сожалению, не изучались. Результаты экспериментов позволяют также уточнить все ранее выполненные полевые градиентные измерения расхода песка во время бурь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. 229 024 СССР, кл. 421, 4/15 МПК G01n. Уловитель пыли вращающийся / А.П.Бочаров, Г.Ф.Данилина, А.А.Шульцэ.- Оpubл. 1968, Бюл. N 32.
2. Бочаров А.П. Приборы и их применение в исследовании ветровой эрозии почв.- Алма-Ата: Кайнар.- 1972.- 96 с.
3. Дюнин А.К. Механика метелей.- Новосибирск: Изд-во СО АН СССР.- 1963.- 378 с.
4. Захаров П.С. Пыльные бури.- Л.: Гидрометеиздат.- 1965.- 164 с.
5. Семенов О.Е. О возможности применения емкостного датчика для дистанционного измерения расхода песка при пыльных бурях // Тр. КазНИГМИ.- 1972.- Вып. 49.- С. 37-41.
6. Семенов О.Е. Закономерности в вертикальной изменчивости переноса мелкого песка при пыльных

бурах // Тр. КазНИГМИ.- 1977.- Вып. 63.-
С. 3-17.

7. Bagnold R.A. Measurement of Sand Storms //
Proc. Roy. Soc., Ser. A.- 1938.- Vol. 167,
N 929.- P. 1127-1138.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ДАУЫЛ КЕЗДЕРІНДЕГІ ҚҰМ ШЫҒЫНЫН ДӘЛ ӨЛШЕУ ТУРАЛЫ

Физ.-мат. г. канд. О.Е. СЕМЕНОВ

Құм дауылы кезінде құмның қатты фазалық бөліктерін ұстауға арналған приборға түсініктеме берілген. Құм тұтқыш аспапты метеорологиялық мантыларға орнатуға болады және градиенттік зерттеулер жүргізуге ыңғайлы. Аспаптың шама көрсеткіші 0.95- азық өлшемі 20 % анықтық деңгейі 0.99 -аздық өлшемі 25 %. 7.8 -15.4 м/с дауыл екпіндігі аңғарымпаздық бейімділігі 0.28-2.04 %-тен артпайды. Аспаппен анықтау деңгейінің аз ауытқу мөлшері 0.95 ықтималдықта 20 %-тен, ал 0.99 ықтималдықта 25 %-тен төмен. Жел жылдамдығы 7.8 -15.4 м/с аралығында 50- 200 мкм бөлшектерді ұстаудың тұрақты ауытқуы 0.28-2.04 % - тен аспайды.

УДК 631. 412

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ КАЗАХСТАНА, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА

Доктор с.- х. наук

К.Ш.Фаизов

Доктор геогр. наук

М.Е.Бельгибаев

Рассматривается состояние почвенных ресурсов Казахстана, их динамика и пути рационального использования, а также охрана от антропогенной перегрузки и опустынивания.

Республика Казахстан располагает богатыми и разнообразными почвенными ресурсами. Только на равнинной ее территории выявлено свыше 700 видов почв, отличающихся химическими, физико-химическими свойствами и уровнем плодородия. Из общей площади Казахстана 272,5 млн.га почвенный покров занимает 235 млн.га, из них на равнинной территории - 201 млн.га и горной 34 млн.га (табл.1).

Географической закономерностью размещения почвенного покрова является ярко выраженная широтная на равнине и высотная - на горной территории зональность. В пределах широтных биоклиматических зон степная зона черноземов составляет 27,5 млн.га, сухостепная и пустынно-степная зона каштановых почв - 90,5 млн.га и пустынная зона бурых и серо-бурых почв 119,4 млн.га. В условиях преобладающего аридного климата в структуре почвенного покрова абсолютно доминируют зональные автоморфные почвы (88 % всей площади), полугидроморфные и гидроморфные почвы, получающие дополнительное увлажнение за счет атмосферных и грунтовых вод, занимают всего 12 %. Около 20 млн.га площади приходится на засоленные почвы - солонцы и солончаки (в чистом виде без комплексов и сочтаний), 27 млн.га - песчаные массивы, основные

Таблица 1

Площади почв Республики Казахстан

Почвы	Площадь в тыс.га		% от площади почвенного покрова Казахстана
	Равнинная территория	Горная территория	
Серые лесные	76,0	440,8	0,2
Черноземы обыкновенные	9297,9	1199,6	4,5
Черноземы южные	11346,9	955,5	5,2
Черноземы выщелоченные	-	310,9	0,1
Черноземы оподзоленные	-	424,7	0,2
Темно-каштановые	21380,4	4602,3	11,0
Каштановые	18007,5	1,8	7,7
Светло-каштановые	29249,1	2343,6	13,5
Бурые	33539,2	457,3	14,6
Серо-бурые	27230,6	654,8	11,9
Такыровидные и такыры	8085,4	118,4	3,5
Сероземы светлые северные	-	3522,9	1,5
Сероземы светлые южные	-	597,8	0,3
Сероземы обыкновенные северные	-	2814,6	1,2
Сероземы обыкновенные южные	-	794,6	0,3
Серо-коричневые	-	1235,1	0,5
Коричневые	-	539,4	0,2
Горно-степные	-	2160,7	0,9
Горно-лесные темноцветные	-	552,2	0,2
Горно-лесные черноземовидные	-	137,3	0,1

Продолжение табл.1

Почвы	Площадь в тыс.га		% от площади почвенного покрова Казахстана
	Равнинная территория	Горная территория	
Горно-лесные кислые	-	1247,1	0,5
Горно-лесо-степные	-	185,5	0,1
Горно-луговые	-	801,5	0,3
Горно-луговые черноземовидные	-	1218,6	0,5
Горные дерновые	-	256,7	0,1
Горно-тундровые	-	203,3	0,1
Горно-луговые субальпийские	-	150,7	0,1
Горно-луговые альпийские	-	710,0	0,3
Лугово-черноземные	1653,5	65,6	0,7
Лугово-каштаные	9272,8	278,6	4,1
Лугово-бурые	1535,6	29,5	0,7
Лугово-сероземные	-	2641,1	1,1
Луговые	4674,4	860,2	2,3
Пойменные луговые и лесолуговые	3955,8	679,5	2,0
Лугово-болотные и болотные	2917,8	203,6	1,3
Солонцы	9884,0	330,3	4,3
Солончаки	8272,9	269,6	3,6
Солоди и почвы степные боров	647,3	-	0,3
Всего:	201026,5	33995,9	100

площади которых размещены в пустынной зоне бурых почв (Кызылкумы, Мойынкумы, Нарын - пески и др.).

Почвенный покров Казахстана неоднородный, комплексный, характерный для равнинной территории, что находится в прямой связи с историей формирования территории, засушливостью климата, неоднородностью рельефа и почвообразующих пород. Здесь только комплексы с различным соотношением солонцов занимают 62,2 млн.га площади или свыше 30 % почвенного покрова. Площади комплексных почв возрастают с севера на юг по мере усиления засушливости климата [4]. В районах приморских и озерно-аллювиальных равнин комплексы с преобладанием засоленных почв (солонцов и солончаков) составляют основу почвенного покрова территории. В черноземной зоне они составляют 28 % почвенного покрова, каштановой - 38 % и бурой пустынной - 17 %. В горных регионах комплексы почв не имеют широкого распространения в связи с хорошей дренированностью и водопроницаемостью почвообразующих пород. Неоднородность почвенного покрова существенно снижает продуктивность сельскохозяйственных угодий.

В условиях многоотраслевого и многоукладного хозяйства Казахстана почвенный покров имеет разностороннее использование, однако преобладающим является сельскохозяйственное производство. Сельскохозяйственные угодья занимают 222,3 млн.га или 82 %, причем на пашню приходится 35,0 %, сенокосы 5,1 % и пастбища - 182 млн.га, многолетние насаждения занимают всего 147,9 тыс.га (табл.2).

Орошаемая пашня республики размещена на площади 2,4 млн.га. В пяти южных областях - Кызыл-Ординской, Южно-Казахстанской, Жамбылской, Алматинской и Талдыкорганской орошаемый фонд земель превышает 1,7 млн.га или 72 % всей орошаемой пашни. Они обеспечивают производство всего риса, сахарной свеклы, хлопка, табака, большей части овощей, фруктов и многолетних трав, производимых в республике.

Как видно из данных таблицы 2 свыше 80 % площади земельного фонда используется в качестве пастбищных угодий для овец, коз, лошадей, крупно-

Таблица 2

Сельскохозяйственное использование земель Республики
Казахстан *, тыс. га

Наименование области	Общая площадь	Пашня	Оршаемые земли		Сено- косы	Пастбища	Итого сельхоз. угодий
			Общая площадь	Пашня			
Акмолинская	9604,2	3737,8	43,9	27,7	221,2	4672,2	8634,1
Актюбинская	29447,1	2052,9	48,3	41,1	349,7	23935,1	26413,4
Алматынская	10406,5	824,8	352,3	280,6	186,8	5917,0	6976,6
Атырауская	11965,0	25,2	45,1	25,2	160,5	9864,2	10065,9
Восточно- Казахстанская	9751,2	851,3	91,3	85,4	427,0	5017,9	6302,7
Жамбылская	15314,1	996,3	248,7	222,6	229,5	9973,5	11218,9
Жезказганская	27182,2	494,3	16,0	10,5	195,4	22121,1	22830,5
Западно- Казахстанская	15032,0	1996,0	55,8	39,8	1221,4	10642,0	13680,7
Нараяндинская	11149,6	1777,3	81,5	69,9	190,6	8426,2	10415,5
Кзыл-Ординская	24902,0	253,6	265,9	252,2	117,0	12572,7	12995,5
Кокшетауская	7826,2	3782,1	17,3	6,1	33,8	2997,2	6824,6
Костанайская	11391,4	5486,3	39,8	17,9	152,4	4668,8	10318,6
Мангистауская	17053,6	0,8	2,6	0,8	0,3	13164,6	13167,0
Павлодарская	12470,5	3489,7	84,4	78,0	296,3	7366,6	11160,5
Северо-Казах- станская	4494,8	2452,4	18,0	19,0	24,0	1220,9	3702,5
Семипалатинская	18597,9	1671,4	128,1	120,0	616,0	13900,5	16366,1
Талдыкорганская	11650,0	851,2	311,1	271,3	292,9	8264,8	9415,6
Тургайская	11215,1	2296,8	5,3	3,8	233,7	7562,8	10625,3
Южно- Казахстанск	12301,3	1175,9	501,2	433,2	147,7	9445,7	10867,4
Итого:	271977,8	34828,1	2385,3	2001,1	5096,2	181727,0	222251,5

* По данным "Государственного земельного кадастра
республики Казахстан", 1994.

го рогатого скота и верблюдов. Основные площади пастбищ размещены в пустынных и полупустынных зонах - Атырауской (9,8 млн.га), Актюбинской (24,0 млн.га), Жезказганской (22,1 млн.га), Семипалатинской (13,9 млн.га), Костанайской (4,7 млн.га), Кзыл-Ординской (12,6 млн.га) и Западно-Казахстанской (10,6 млн.га) областях. Огромные площади пастбищ слабо обеспечены водными ресурсами, сенокосами и, как следствие, страховыми запасами кормов, что существенно сказывается на росте поголовья и продуктивности скота. Особенно большая диспропорция в соотношении пастбищ и сенокосов складывается в Актюбинской, Атырауской, Жезказганской, Кзыл-Ординской, Северо-Казахстанской и Кокчетавской областях. Это определяет необходимость улучшения кормовой базы животноводства путем создания новых кормовых угодий за счет сокращения малопродуктивной пашни на неплодивных каштановых, светло-каштановых и бурых пустынных почвах, расширения площади лиманного орошения за счет использования местного стока, повышения продуктивности пастбищных угодий путем фитомелиорации, введения рационального пастбищеоборота и др.

По данным института почвоведения НАН РК [7,8] в республике выявлено 61 млн.га пахотнопригодных почв, из них 53 млн.га находятся на равнинной территории и 8 млн.га в горной. В степной зоне черноземов площади пахотнопригодных почв (16,8 млн.га) почти полностью освоены в земледелии. Средняя многолетняя урожайность зерновых культур колеблется от 8,3 до 11,4 ц/га [6]. Расширение площади пашни в перспективе возможно только за счет мелиорации комплексных массивов земель с большим количеством солонцов.

Начало освоения почв черноземной зоны в пашню относится к периоду переселения русского населения в северные области Казахстана. В 1880 году здесь посевная площадь составляла всего 630 тыс.га [5], а через 10 лет увеличилась до 860 тыс.га. Урожай в 30-40 пудов с десятины считались тогда вполне удовлетворительными. В связи с неурожаями и голодом, вызвавшие массовые пере-

селения крестьян из центральных районов России и Украины (1905 - 1916 гг., 1,1 млн. человек), к 1913 году посевная площадь в Северном Казахстане возросла до 4,1 млн.га, а к началу массового освоения целинных и залежных земель в 1953 году достигла уже 12 млн.га. В период освоения целинных и залежных земель только в шести северных областях в основном на черноземах и темно-каштановых почвах было распаханно свыше 19 млн.га новых земель, в том числе Костанайской - 5,1 %, Акмолинской - 4,3 млн.га, Павлодарской - 4,6 млн.га, Кокшетауской - 2,7 млн.га, Актюбинской - 1,9 млн.га и Северо-Казахстанской - 1,3 млн.га. Была создана в регионе крупная база по производству товарного зерна, где находится свыше 60 % посевов яровых зерновых культур республики.

В зоне каштановых почв из 27 млн.га пахотнопригодных почв 15 млн.га находятся в пашне в основном в подзоне темно-каштановых почв (10 млн.га). Это зона недостаточно устойчивого бесполовного земледелия (среднегодовое количество осадков 200-300 мм). Поэтому средняя многолетняя урожайность зерновых культур в подзоне темно-каштановых почв составляет всего 7,5 ц/га, каштановых - 5,2 ц/га и светло-каштановых - 3,1 ц/га. В последних двух подзонах бесполовное земледелие для производства товарного зерна не эффективно, оно возможно только для получения фуражных кормов.

Таким образом, черноземы и темно-каштановые почвы являются зоной относительно устойчивого бесполовного земледелия, где получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур связано с рациональным использованием пашни и воспроизводством плодородия почв. Известно, что в период освоения целинных и залежных земель (1954-1960 гг.) специалистами, прибывшими из России, Украины, Белоруссии и др., внедрялись принятые в этих республиках приемы агротехники и способы земледелия, малопригодные для аридных условий Казахстана. Широко практиковались глубокая отвальная вспашка, многократно обработанные черные пары, ранние сроки сева, а также почвообразующая техника - плуги

с отвалами, дисковые лущильники, катки, бороны и др. Отсутствие севооборотов и монокультура зерновых обусловили массовое распространение сорняков, особенно овсяга. В этих условиях усилились суховейные явления и ветровая эрозия почв [1, 3]. Длительное невосполняемое использование плодородия привело к истощению почвы и потере его плодородия, создало предпосылки для проявления водной эрозии [2].

Воспроизводство плодородия черноземов и темно-каштановых почв должно предусмотреть освоение почвозащитных севооборотов с рациональным соотношением зерновых, пара и многолетних трав, минимализацию обработки, широкое применение приемов агротехники, направленных на накопление и сохранение влаги, внесение органических и минеральных удобрений для восполнения отрицательного баланса гумуса и питательных элементов, применение противоэрозионных и противосолонцовых мелиораций.

В пустынной зоне перспективы для поливного земледелия составляют около 9 млн. га однородных массивов бурых, серо-бурых, такыровидных и гидроморфных почв [9]. Расширение площади орошаемой пашни в данной зоне связано с проблемой водного дефицита и может решаться за счет более полного и рационального использования богатых местных источников поверхностных и подземных вод. Большое количество тепла и света позволяют возделывать здесь широкий ассортимент продовольственных и кормовых культур. Причем продуктивность орошаемой пашни в 5-7 раз выше, чем на неполивных землях. Однако на старо- и новоорошаемых массивах земель в результате инженерно-технических расчетов или нерационального ведения хозяйства отмечается вторичное засоление, слитизация или заболачивание почв. Зональная направленность почвообразовательного процесса определяет состав первоочередных почвозащитных мероприятий: строительство коллекторно-сбросной сети, регулирование водно-солевого режима почв дренажом, промывками или промывным режимом орошения, оптимизация оросительных норм и поливного режима, применение водосберегающих тех-

нологий возделывания культур, внесение органических и минеральных удобрений.

Преобладающая часть территории пустынной зоны используется как сезонные пастбища. Однако перегрузка их скотом и бессистемное использование растительного покрова (многие пастбища эксплуатируются круглогодично) ведет к снижению продуктивности, деградации и опустыниванию [4]. Поэтому большое значение имеет создание сеяных кормовых угодий, введение рационального пастбищеоборота, охрана почв от опустынивания.

В горных областях Казахстана (система Тянь-Шаня) в пашне используется более 5 млн. га почв. Наибольшую ценность представляют орошаемые сероземы, светло-каштановые и гидроморфные почвы подгорных равнин и серо-коричневые почвы предгорий, а также богарные посеы зерновых и садоводство на горных коричневых, каштановых почвах и черноземах. Почвы среднегорий и высокогорные субальпийские и альпийские луга представляют ценные лесохозяйственные угодья и сезонные пастбища. На горных склонах в последние годы усиливаются процессы эрозии. В результате почвы теряют гумус, питательные элементы, ухудшаются их водно-физические свойства. Экологически обоснованная система мер по охране горных склонов от эрозии является важным условием сохранения плодородия и производительности почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельгибаев М.Е. Пыльные бури и вопросы классификации дефлированных почв // Симпозиум комиссии "Человек и среда" XXIII Междунар. Географ. Конгресса. - М., 1976. - С. 210-215.
2. Бельгибаев М.Е., Жунусов К.С., Искаков Н.К. Изучение стока и смыва на черноземах южных карбонатных Целиноградской области // Ландшафтно-экологические основы природопользования и природоустройства. - Целиноград, 1991. - С.61-66.

3. Бельгибаев М.Е. Влияние эоловых процессов на динамику почвенного покрова семиаридной зоны Казахстана. Автореферат диссерт. на соискание ученой степени доктора географ. наук в форме научного доклада. - М., ИГ РАН, 1993. - 62 с.
4. Бельгибаев М.Е. Диагностические показатели аридизации и опустынивания семиаридной зоны Казахстана // Гидрометеорология и экология - 1995. - N 2. - С. 175-201.
5. Бурлаков Ю.М. Зерновое хозяйство Казахстана. - Алма-Ата: Кайнар, 1972. - 178 с.
6. Давлятшин И.Д. Урожайность зерновых культур в хозяйствах равнинного Казахстана // Вестник АН КазССР. - 1974. - N 10. - С. 47-51.
7. Успанов У.У. Природно-сельскохозяйственные зоны и почвенные ресурсы Казахстана // Земельные ресурсы и повышение продуктивности почв Казахстана. - Алма-Ата: Наука - 1978. - С. 14-20.
8. Успанов У.У. Почвы // Краткая энциклопедия Казахской ССР. - Алма-ата, 1988. - 2 - 411 с.
9. Файзов К.Ш. Почвы пустынной зоны Казахстана. - Алма-Ата: Наука. - 1983. - 239 с.

Институт почвоведения НАН РК

КАЗАҚСТАННЫҢ ТОПЫРАҚ ҚОРЛАРЫ. ОЛАРДЫ ПАЙДАЛАҢУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ

Ауыл ш. ғ. докт. К.Ш. ФАИЗОВ
Геогр. ғ. докт. М.Е. БЕЛГІБАЕВ

Мақалада Қазақстанның жер қорлары, дамуы, оларды тиімді пайдалану жолдары және адам әрекетінен болатын кері әсер мен шөденуден қорғау жайлары қарастырылған.

УДК 551.50.79:577.53

О РАЗВИТИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В БАССЕЙНЕ
АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Канд. экон. наук А.М.Шаменов

Анализируется современное состояние экосистем Приаралья. Делается вывод о необходимости организации надежной системы наблюдений в Приаралье, которую следует отнести к одной из первоочередных задач Гидрометеослужбы региона.

Поскольку падение уровня Аральского моря продолжается, то уже сейчас необходимо оценить масштабы влияния Аральской катастрофы на погоду и климат Казахстана. Это в первую очередь, позволит определить перечень мер, предотвращающие в этих районах нежелательные экологические изменения. В настоящее время нет единого мнения о масштабах влияния исчезновения Аральского моря на погоду и климат окружающих его территорий. Большинство авторов, например [1-3], предполагают, что влияние Аральского моря на природную среду не превышает 100-150 км, т.к. именно до этого расстояния прослеживается начавшееся в середине 60-х годов опустынивание Приаралья. Летом, в пределах данной зоны вследствие термических различий между водой и суши наблюдается максимум повторяемости конвективной облачности. Бризовый эффект на 15-20 % увеличивает в регионе годовые суммы осадков. На такую же величину в целом за год осадки уменьшаются над акваторией Аральского моря. При усыхании Аральского моря вслед за смещением береговой линии происходит смещение и зоны образования конвективной облачности. Причем меняется не только повторяемость и структура облачности, но и физический механизм влагопереноса в прибрежных районах.

Падение уровня Аральского моря и связанные с ним изменения в обводненности дельт рек Сырдарьи и Амударьи привели к иссушению приземного слоя воздуха, которое проявилось в Северном Приаралье на расстоянии 30-40 км, а в Восточном и Южном на 60-80 км. Таким образом иссушение воздуха в приземном слое, вызванное антропогенными факторами, охватило большой район. В Северо-Восточном Приаралье антропогенное влияние привело к падению влажности воздуха до значений, которые не наблюдались в самые засушливые месяцы и годы. В термическом режиме отмечена тенденция сдвига дат устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C к более поздним срокам. Даты первого осеннего заморозка приблизительно на столько же суток сместились к более ранним срокам. Отсутствие смягчающего влияния моря и дельт привело к повышению температуры июля на $2,0-2,5^{\circ}\text{C}$ и понижению температуры января на $1,0-2,0^{\circ}\text{C}$. Безморозный период сократился до 170-180 суток. Вследствие увеличения шероховатости подстилающей поверхности в последнее двадцатилетие произошло статистически значимое уменьшение скорости ветра, а также уменьшение повторяемости ветров бризовых направлений.

Оценка выносимых ветром масс песка и солей с осушенной части дна Аральского моря является важным вопросом, так как обсыхающее дно моря стало очагом эолового выноса мелкозема и солей, переносимых ветром на прилегающие территории, в том числе и на оазисы низовий Амударьи и Сырдарьи. По масштабам воздействия на окружающую среду наибольшую опасность представляет именно соль - и пескоперенос с осушенной части дна Аральского моря. Измерения профилей ветра и твердого расхода песка во время пылесолевых бурь, определение содержания солей в составе твердой фазы ветропесчаного потока, изучение дисперсного состава песков позволили оценить массы песка и солей, выносимых за пределы основных очагов. Содержание солей в составе твердой фазы ветропесчаного потока в приземном слое во время песчаных бурь составляет

0,5 - 1,5 %. Из общей массы твердой фазы 7,3 млн. тонн в год на долю солей приходится 50-70 тыс. тонн в год [1]. Вынос песка и солей осуществляется по всем направлениям, однако, на юго-запад и северо-восток он наибольший. Зона выноса соляной пыли 400-500 км.

Соляная пыль уже оказывает отрицательное влияние на почвы оазисов нижнего течения Амударьи, а также на почвы пастбищ юго-западного Устюрта. В начале 70-х годов уже отмечалось устойчивое падение урожайности пастбищной растительности на станциях, расположенных в непосредственной близости к источникам выноса песка и солей. Здесь происходит замена многоярусного травостоя одноярусным, уменьшение числа полезных в кормовом отношении растений и развитие культур, не имеющих кормового значения. Это влечет возникновение дополнительных очагов ветровой эрозии и снижению природного потенциала пастбищ. Состояние природных кормовых угодий Приаралья приобретает особую остроту. Здесь достаточно жесткие природные факторы усугубляются антропогенными нагрузками. Последние, связаны непосредственно с бессистемным хозяйственным использованием лугов и пастбищ, распашкой земель, вырубкой тугайных и саксауловых лесов, с общим сокращением объемов воды, поступающей в Приаральский регион, отступлением берега моря, процессами песко-и солевывноса с обнажившихся участков дна моря. На конец 80-х годов, в связи с резким сокращением объемов воды поступающей в дельту и соответственно на пойму, площадь ежегодно заливаемых луговых угодий составляла до 90 тыс. га., в том числе под заболоченными тростниками до 2 тыс. га. К настоящему времени почти полностью исчезли приморские луга вдоль береговой линии моря, что связано с отступлением берега и понижением уровня грунтовых вод. Наряду с исчезновением высокопродуктивных луговых ассоциаций в долине Сырдарьи появились новые формирования растительности на осушенном дне Аральского моря. Однако производственная эксплуатация этих угодий из-за жесткости природных условий и низкого кормового качества растительности затруднена. Эти

кормозапасы могут иметь значение как потенциальные (страховые).

В меньшей степени изменения коснулись материковой растительности, удаленной от береговой линии. На ее продуктивность, в первую очередь, оказывают влияние чисто хозяйственные факторы, например, перевыпас, в отдельных случаях недовыпас, прокладка дорог, сооружение технических объектов, а также общие изменения климата. Исследования подтверждают сложность общей экологической ситуации, которая сложилась в Приаральском регионе. Значительные изменения (снижение) кормозапасов - до 50 % и более приходится на бывшую прибрежную полосу юго-восточного сектора Приаралья. Такое понижение кормозапасов можно объяснить в первую очередь, значительным уменьшением береговой линии моря, падением уровня грунтовых вод в бывшей прибрежной полосе, отступлением бризового эффекта, прогрессирующим песко-и солевыносом с обнаженных участков дна моря и другими факторами. Значительно снизились кормозапасы в Северном Приаралье на территории Аральского и Шалкарского районов. В первую очередь, это следствие нерационального использования угодий как пастбищ и прогрессирующего процесса песко-солевыноса на данный район. Отрицательные изменения урожайности и кормозапасов прослеживаются в виде полосы пересекающей русло Сырдарьи на границе Казалинского и Кармакчинского районов Кызыл-Ординской области. Сложность и противоречивость в изменении кормозапасов отмечается в дельте р.Сырдарьи, ниже г.Казалинска. Здесь, несмотря на сокращение площади заливаемых угодий, запас кормов пополнился за счет распашки части пойменных массивов под сельскохозяйственные культуры, в том числе высокоурожайные кормовые травы, а также за счет смещения сенокосов на массивы с ранее заболоченными тростниками. Определенное повышение кормозапасов отмечается на участках северо-западных Кызылкумов, удаленных от моря на 100 и более километров, что можно объяснить частичным недоиспользованием кормовых угодий Кызылкумского массива под пастбища.

Существенное значение приобретает не только анализ состояния экосистемы региона, но и оценка дальнейших тенденций ее развития. Важную роль в этом будут играть прогнозы погоды и климата большой заблаговременности, которые позволят снизить негативные последствия падения уровня Аральского моря. В настоящее время Казгидромет для нужд хозяйства республики составляет:

- прогнозы погоды по г.Кзыл-Орде на сутки и прогнозы погоды по Кзыл-Ординской, Южно-Казахстанской областям на 1,2 и 3-и сутки, неделю и месяц;
- предупреждения о стихийных гидрометеорологических явлениях;
- прогнозы вскрытия и замерзания водоемов и рек;
- справки об ожидаемых размерах и сроках весеннего половодья правобережных притоков р.Сырдарьи;
- агрометеорологические справки об ожидаемых условиях выпаса скота и проведения работ с октября по апрель месяцы.

Данные о загрязнении атмосферного воздуха, атмосферных осадков, поверхностных и морских вод, почв помещаются в ежегоднике. Издается гидрологический ежегодник по бассейну Аральского моря.

Гидрометеорологическое обеспечение водного хозяйства в странах Центральной Азии всегда находилось в поле зрения Правительств. Это диктовалось региональными особенностями и потребностью государственных организаций по управлению сельским и водным хозяйством в гидрометеорологической информации и прогнозах для принятия решений. В связи с этим наблюдательная сеть станций постоянно расширялась и укреплялась. Это происходило до 1987 года. К этому времени во всем бассейне Аральского моря действовало около 300 метеорологических станций. Наблюдения за гидрологическим режимом проводились на 900 постах, на 400 пунктах, расположенных в горных районах. Высота и плотность снежного покрова измерялись с вертолета и наземными экспедициями. До 1970 года на акватории моря действовало 11 морских и прибрежных станций, на которых кроме метеорологических наб-

людений, проводились измерения солености, температуры, прозрачности, волнения и другие характеристики моря.

Начиная с 1987 г. развитие наблюдательной гидрометеорологической сети прекратилось, а в дальнейшем началось ее сокращение, главным образом в отдаленных и труднодоступных горных и пустынных районах во всех пяти государствах. Вследствие общего спада производства в странах СНГ финансовое обеспечение гидрометеорологических служб со стороны Правительств стало явно недостаточным не только для дальнейшего развития систем наблюдений, но даже для поддержания того уровня, который был достигнут в 1985 году. Отсутствие достаточного финансирования приводит к тому, что нет возможности своевременно осуществлять ремонт гидрометрического оборудования, и как следствие, получать данные о расходах воды, что имеет место на ГП Каратерень и Казалинск. По этой же причине нет возможности выехать на ГМС Барсакельмес для измерения уровня моря, поэтому принимаются меры по переводу этой станции с острова на берег. Закрытие наблюдательных станций и постов, сокращение объемов гидрологических наблюдений и работ не удовлетворяет требуемой точности предъявляемой к прогнозам со стороны обслуживаемых организаций. От этого страдают все государства Центральной Азии, так как большая часть валового национального продукта этих государств зависит от водообеспечения, эффективное распределение которого возможно лишь при разветвленной и хорошо работающей гидрометеорологической сети.

В условиях все более обостряющегося экологического кризиса, вызванного усыханием Аральского моря и вытекающими отсюда негативными последствиями, имеющими катастрофический характер, сокращение наблюдений за климатом и водными ресурсами отрицательно скажется на качестве научных исследований этой проблемы и разработке мер по снижению отрицательного воздействия падения уровня Аральского моря и его последствий на социально-экономические условия жизни людей и окружающую среду. Без надежного мониторинга моря и климата

окружающих его территорий все предпринимаемые усилия по оздоровлению природной среды Приаралья могут оказаться безрезультатными. Поэтому организацию надежной системы наблюдений в Приаралье надо отнести к одной из первоочередных задач Гидрометслужб региона и Правительств республик.

В Казгидромете, по поручению Межгосударственного Совета по гидрометеорологии разработан Проект мониторинга водных ресурсов в бассейне Аральского моря, составлен перечень приборов и оборудования, необходимых для его развития. Комплексная обработка результатов мониторинга позволит принимать оперативные решения, выработать научно-технические обоснования для разработки проектов рационального использования ограниченных земельноводных ресурсов бассейна Аральского моря для обеспечения устойчивого развития региона, информировать Правительства государств о состоянии и перспективах использования водных ресурсов региона.

Для проведения мониторинга требуется восстановление и дальнейшее развитие наблюдательной сети в регионе, оснащение их современными приборами, в том числе автоматическими, широкое применение дистанционного зондирования, укрепление центров обработки информации вычислительной техникой нового поколения [4]. Необходимо финансирование "Проекта развития мониторинга водных ресурсов в бассейне Аральского моря" со стороны Международного фонда по спасению Арала. На втором этапе проекта Гидрометслужбами Центральной Азии должен быть разработан проект мониторинга водных ресурсов Центральной Азии, как единой системы наблюдения, сбора, обработки данных гидрологического цикла в соответствии со стандартами ВМО.

В Казгидромете также разработана программа развития мониторинга в области гидрометеорологии и наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв в Казахстанской части бассейна Аральского моря. Во исполнение Постановления Кабинета Министров Республики Казахстан от 25 марта 1992 г. N 280 "О неотложных мерах по улучшению социально-экономических и экологических

условий проживания населения Приаралья" Казгидромет организовал Кзыл-Ординский областной Центр по гидрометеорологии для оперативного контроля за состоянием природной среды Приаралья. В соответствии с достигнутой договоренностью с руководством области, Казгидромет планирует организацию комплексной лаборатории наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод при Кзыл-Ординском ЦГМ. Для ее размещения уже выделено помещение в центре города. В настоящее время там идут ремонтные работы, а анализ проб проводится как и прежде - в Шымкенте и Алматы. Для наблюдения за загрязнением природной среды в Кзыл-Орду уже поставлены две лаборатории Пост-2А. Ведется работа по обеспечению Центра другими метеорологическими приборами и оборудованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н. Чичасова. - Л: Гидрометеоиздат, 1990. - 277 с.
2. Молоснова Т.И., Субботина О.И., Чанышева С.Г. Климатические последствия в зоне Аральского моря. - Л: Гидрометеоиздат, 1988. - 119 с.
3. Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря (проблемы, разработки) / Под ред. Ю.А. Изразля, Ю.А. Анохина - СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. - 216 с.
4. Шаменов А.М. О состоянии и задачах гидрометеорологической службы в условиях перехода к рыночной экономике // Гидрометеорология и экология. - 1995. - N 1. - С. 13-27.

Главное управление по гидрометеорологии при
Кабинете Министров Республики Казахстан

АРАЛ ТЕҢІЗІ АЙДЫНЫҢДАҒЫ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ
МОНИТОРИНГТІҢ ДАМУЫ ТУРАЛЫ

Экон. ғ. канд. А.М. ШӘМЕНОВ

Арал теңізі маңындағы Гидрометкызмет бақылауларының алғашқы
шешілетін шараларына талдау жасалынады.

УДК 551. 510. 04

О РАСЧЕТАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ОТ
МНОГИХ ИСТОЧНИКОВ

Л. Л. Палагина

На примере г. Семипалатинска рассматриваются результаты расчета загрязнения воздушного бассейна от многих предприятий. Учтены выбросы 145 источников, 45 ингредиентов и 5 групп суммаций. Дан сравнительный анализ полученных полей концентраций вредных веществ с результатами измерений загрязнения приземного воздуха на стационарных постах. Проанализированы причины расхождений расчетных и измеренных величин.

В настоящее время при проектировании новых и разработке планов реконструкции существующих промышленных комплексов и городов возникает необходимость в расчете суммарного загрязнения приземного слоя воздуха от многих источников выбросов - котельных, промышленных предприятий, автотранспорта и др. Для этого требуется провести большой объем вычислений, выполняемых на ЭВМ. Наибольшее развитие получили унифицированные программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА), обеспечивающие при заданных параметрах источников выбросов расчет полей наземных концентраций (С) по формулам нормативной методики [2, 3]

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{V \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где А - коэффициент, зависящий от температурной стратификации; М - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с; F - безразмерный коэффициент, учитывающий

скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; H - высота источника выброса над уровнем земли; k - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; ΔT - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_g и температурой окружающего воздуха T_b ($^{\circ}C$); N - количество источников; V - расход газовой смеси, определяемый по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W. \quad (2)$$

Здесь D - диаметр устья источника выброса; W - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

В настоящей работе для расчета полей загрязнения вредных веществ в г. Семипалатинске использована УПРЗА "ЭФОР - 6". Семипалатинск - крупный промышленный центр. Наиболее значительными источниками загрязнения являются предприятия Минтопэнерго (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, районная котельная - РК), Минстройматериалов (цементный, шиферный, кирпичный, шпалопропиточный, строительных материалов заводы, комбинат сборного железобетона). Город относится к II зоне умеренного потенциала, т. е. здесь создаются метеорологические условия равновероятные как для рассеивания, так и для их накопления [1]. Четкое функциональное зонирование в городе отсутствует. Промышленные предприятия размещены вблизи жилой застройки, часто без соблюдения санитарно-защитных разрывов и без учета ветрового режима. В расчет полей рассеивания вредных веществ в воздушной среде включено 145 источников, 45 ингредиентов и 5 групп суммаций. Расчет показал, что над всей территории города наблюдаются загрязнения воздушного бассейна. Наибольшие загрязнения отмечаются в западной промзоне, где по 14 ингредиентам максимальные концентрации превышают нормативные значения по пыли, содержащей соединения кремния, в 163 раза, нафтали-

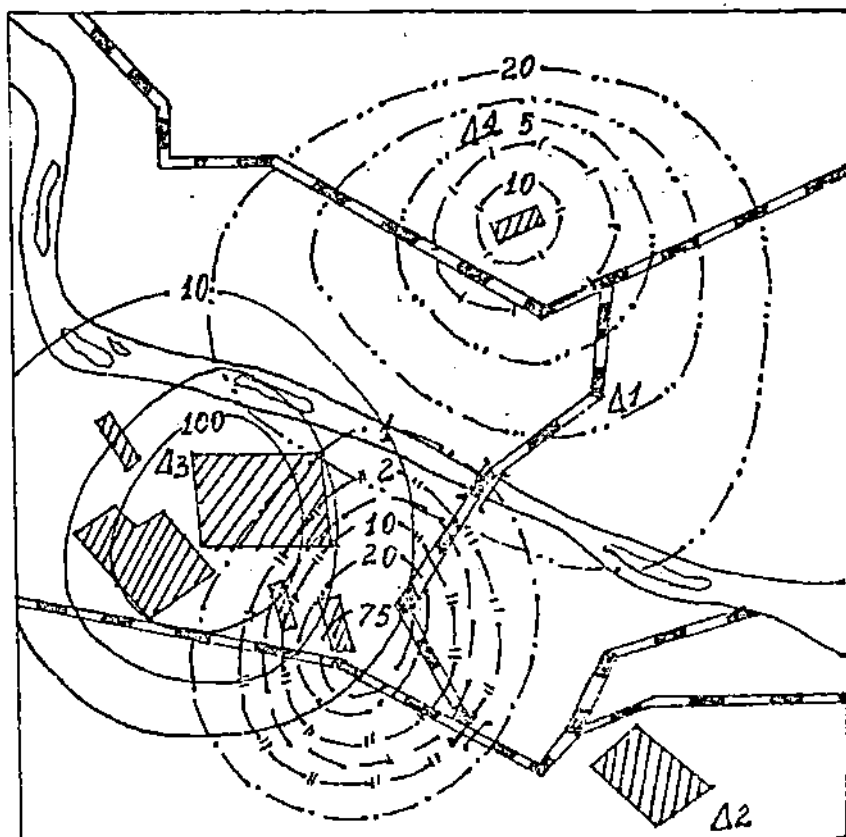
на - 103 раза, Т-октена - 11 раз, паров масел - 5 раз и другим вредным веществам. Загрязнение распространяется и на селитебные районы. В центральных и северных правобережных районах города концентрации превышают нормативные значения в 2-5 раз. В районе ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, и РК наблюдается наибольшее загрязнение золой, оксидами азота, оксидами серы до 10 -15 ПДК.

На рисунке представлены результаты расчета полей рассеивания по 6 ингредиентам: пыли, содержащей соединения кремния, нафталину, фенолу, крезолу, оксиду азота и золе.

О фактическом состоянии воздушного бассейна города свидетельствуют показания трех стационарных постов Центра наблюдений за загрязнением природной среды (ЦНЗПС). Наблюдения ведутся по 12 ингредиентам [3]. Однако, сравнение с расчетными представляется возможным только по 4 ингредиентам: пыли, оксиду азота, диоксиду серы и фенолу. Такие примеси как оксид углерода и бенз(а)пирен, несмотря на значительное содержание их в воздухе, 5 и 16 ПДК соответственно, не приведены из-за отсутствия их в отчетных данных стационарных источников (эти выбросы относятся к автотранспортным). В таблице представлены данные наблюдений постов за концентрациями вредных веществ за расчетный период. При сравнительном анализе легко заметить, что расчетные характеристики превышают наблюдаемые в несколько раз, например, максимальное содержание пыли в воздухе составило 33 ПДК, а по расчетам - 163. Такое различие можно объяснить несколькими причинами. Одна из основных заключается в том, что в расчетах принимается режим работы всех предприятий с максимальным объемом выбросов при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях, в том числе опасной скорости ветра. В реальных условиях вероятность такого совпадения маловероятна.

Таким образом, расчеты позволяют провести зонирование города на санитарно-экологические районы, определить границы санитарно-защитных зон предприятий, степень их вредного воздействия,

критические ситуации в состоянии воздушного бассейна.











 1
  2
  3
  4
  5
  6
  7
  8

Рис. Поля рассеивания вредных примесей: 1 - промышленные предприятия; 2 - стационарные посты; 3 - пыль, содержащая соединения кремния; 4 - нафталин; 5 - фенол; 6 - крезол; 7 - диоксид азота; 8 - зола.

Однако, для планирования природоохранных мероприятий расчетные показатели не могут служить основанием, т.к. ориентация на маловероятные ситуации неизбежно приводит к существенному завышению необходимых капитальных затрат. Например, при проектировании систем отопления в расчет никогда не принимают абсолютный минимум температуры, т.к. его повторяемость близка к нулю. При таких расчетах обычно ориентируются на температуру, с задан-

ной обеспеченностью, например 0,4 - 1,0 % . Это дает снижение мощности систем отопления и их удешевление на 30 - 40 % при достаточно надежном обеспечении теплоснабжения зданий.

Таблица

Средние (Сх) и максимальные (Смах) концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в приземном слое воздуха в г.Семипалатинске за 1989-1991 гг.

Примесь	Годы					
	1989		1990		1991	
	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.	макс.
Пыль	3	9	2	33	2	8
Диоксид серы	1	2	0	1	1	5
Фенол	-	-	-	-	1	3
Диоксид азота	-	2	1	3	1	5

Что касается вероятности синхронных максимальных выбросов разных предприятий, то здесь уместно обратиться к опыту проектирования систем электроснабжения: при оценке требуемой мощности источника энергии учитываются коэффициенты неодновременности разных групп потребителей, а также разных токоприемников каждой из этих групп. В итоге мощность трансформаторной подстанции может быть вдвое меньше арифметической суммы мощностей отдельных токоприемников.

Проведение исследований синхронности максимальных выбросов предприятий разных отраслей позволили бы уточнить исходные данные при расчете полей концентраций и приблизить результаты расчетов к данным измерений. Представляется целесообразным проведение таких исследований хотя бы на одном крупном предприятии каждой природоохранной отрасли промышленности Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 183 с.
2. Об усовершенствовании методов расчета загрязнения атмосферы /М.Е. Берлянд, Е.Л. Генихович, И. Г. Грачева, Р. И. Оникул, Е. Н. Филатова, Л. Г. Хуршудян // Тр. ГГО. - 1987. - Вып. 511. - С. 3-23.
3. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха городов и промышленных центров Казахской ССР за 1991 год. - Алма-Ата, 1992. - 211 с.
4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.- Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 93 с.

Гидрометцентр Казгидромета

АТМОСФЕРАНЫҢ ТҮРЛІ ОШАҚТАРДАН ЛАСТАНУЫН ЕСЕПТЕУ ТУРАЛЫ

Л.А. ПАЛАГИНА

Көптеген өндіріс орындары өсерінен ауа бассейнінің ластануының есеп нәтижелері Семей қаласының мысалында көрсетіледі. 145 шығу орны, 45 ингредиент және 5 топ суммация есепке кіргізілді. Шыққан заттар концентрацияларының алынған өрістері мен стационар посттарындағы ауаның өлшемдері нәтижелерінің салыстырмалы анализі берілген. Есептелген және бақыланған шамалардың айырмашылықтарының себептері таңданған.

УДК 551. 501. 9

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ ПРОГНОЗА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Национальный метеорологический центр (National Meteorological Center - NMC) США был организован в 1958 г. Изменившиеся обстоятельства свидетельствуют о том, что структура, которая была радикально новой в 1958 г., на своем четвертом десятилетии нуждается в изменении. В настоящее время требуется новая структура, опирающаяся на старую, но по своим основным характеристикам отвечающая требованиям 21-го столетия. Новую организацию предлагается назвать *Национальными центрами прогноза окружающей среды* (National Centers for Environmental Prediction - NCEP). Деятельность NCEP будет целиком сконцентрирована на прогнозе, но помимо метеорологического и гидрологического прогнозов, будут выдаваться прогнозы климата и состояния океана.

Современный NMC составляют отделы автоматизации, развития и метеорологических служб (Automation, Development, and Meteorological Operation Divisions), которые были частью изначальной структуры 1958 г., Центр анализа климата (Climate Analysis Center - CAC), созданный в 1979 г., Национальный центр ураганов (National Hurricane Center - NHC), в Майами; Национальный центр прогноза интенсивных циклонов (National Severe Storms Forecast Center - NSSFC) в Канзас Сити. Два последних центра были созданы в 1950-х годах и влились в NMC в 1984 г. Все шесть составляющих NMC будут преобразованы в шесть центров, опирающихся на науку и ориентированных на обслуживание.

Задачи центров отражены в их названии: Центр прогноза циклонов (Storm Prediction Center - SPC) - опасные явления погоды, влияющие на внетропические регионы США; Центр гидрометеоро-

рологических прогнозов (Hydrometeorological Prediction Center - HPC) будет отвечать за прогнозы погоды с заблаговременностью до нескольких суток, в основном осадков; Центр авиационной метеорологии (Aviation Weather Center - AWC) - централизованное обеспечение метеосводками международных и внутренних авиалиний; Центр тропического прогноза (Tropical Prediction Center - TRC) и Национальный центр ураганов (National Hurricane Center - NHC) будут осуществлять прогнозы погоды и состояния поверхности океана для больших регионов в тропиках; Центр морского прогноза (Marine Prediction Center - MPC) будет обеспечивать морские интересы; Центр прогноза климата (Climate Prediction Center - CPC) - прогноз климатических аномалий на последующую неделю, сезон и более.

В каждом центре будет функциональный отдел (operations component) и отдел прикладных разработок (applications development component). Функциональный отдел будет опираться на численные модели атмосферы и океана. Для синтезирования прогностических результатов синоптики будут использовать данные из NCEP и другие модели. Отдел прикладных разработок будет проектировать и создавать технические средства в помощь синоптикам. Разработки по численному моделированию будут вестись в Центре моделирования окружающей среды (Environmental Modeling Center - EMC), где будут сосредоточены необходимые ученые.

SPC основан на базе Отдела интенсивных местных циклонов NSSFC, но отличается от него тем, что SPC будет заниматься особо опасными мезомасштабными метеорологическими явлениями, включая сильные конвективные бури, ливни, внезапные бурные паводки, гололед и сильные снегопады. Информация SPC будет выдаваться в таком виде, что синоптики Бюро погоды могут использовать ее без изменений.

Одна из главных задач HPC будет заключаться в подготовке количественных прогнозов осадков в цифровом виде, которые будут служить руководством для центров речного прогноза RFC. Другая задача HPC заключается в подготовке оперативного прогноза, для Бюро погоды, где готовятся прогнозы пого-

ды для населения. Синоптики НРС будут работать в тесном контакте с главным синоптиком NWS.

Современный Отдел метеорологических работ (Meteorological Operations Division) будет преобразован в НРС, штат его составит 50 человек. Место его размещения не изменится - пригород Вашингтона. На базе НРС предполагаются различные международные курсы повышения квалификации в области прогноза.

Помимо Национального центра ураганов (NHC) будет создан Центр тропических циклонов (TPC), одновременное функционирование двух центров говорит о важности этой проблемы для США. Оба центра будут существовать под единым управлением, что позволит более гибко использовать технический и научный персонал.

На базе TPC/NHC будут работать международные курсы повышения квалификации. MPC будет отвечать за прогнозы ОЯ, ветра и волн в морском пограничном слое и морской поверхности до 100 миль от берега. MPC будет подчиняться NWS NOAA и Национальной службе океана, а располагаться в Монтерее, Калифорния, штат его составит не более 35-40 человек.

Центр прогноза климата (CPC) будет создан на базе Центра анализа климата, что отражает его новую функцию - прогноз. CPC будет отвечать за прогнозы с заблаговременностью от одной недели до нескольких сезонов. CPC будет тесно сотрудничать с существующими шестью региональными климатическими центрами и Агрометеорологической программой NWS. Предполагается, что постоянный штат CPC составит 60 человек и некоторое количество на контрактной основе.

Все модельные исследования и разработки, осуществляемые NCER, будут проводиться в Центре моделирования окружающей среды (EMC), поэтому весь научный потенциал будет сконцентрирован в одном центре. В функции EMC будет входить разработка и усовершенствование мезомасштабных и глобальных атмосферных моделей, систем подготовки данных, моделей океанских волн, методов ассимиляции дистанционных измерений, систем оперативного

прогноза на море и в прибрежных зонах, моделей океан-атмосфера. Особое внимание заслуживает имеющийся при EMC Модельный испытательный стенд (National Model Test Facility), который будет являться механизмом передачи результатов исследований в университетах и научно-исследовательских лабораториях в NCEP. Штат стенда будет состоять из небольшого числа постоянных сотрудников и нескольких человек, работающих на контрактной основе. Доступ на Испытательный стенд должен контролироваться очень представительным консультативным комитетом, который будет принимать и рассматривать предложения и давать рекомендации относительно приема того или иного проекта. Штат EMC составят 60 постоянных сотрудников с привлечением сотрудников на контрактной основе. Расположен EMC совместно с другими центрами NCEP в Вашингтоне.

Интеграция функций NCEP зависит от NCEP Central Operations (NCO) - центральной вспомогательной организации, координирующей и интегрирующей деятельность всех центров. Научные сотрудники, программисты и обслуживающий персонал будут отвечать за работу Центрального вычислительного комплекса NOAA; за программное обеспечение обработки данных и контроля качества; систем ассимиляции, моделей прогноза и распространение результатов прогноза; управление распределенными системами вычисления и связи, конвенций и форматов во всех центрах, обеспечение оперативной поддержки центров. На NCO будут возложены различные функции: от ответственности за внедрение программных продуктов, разработанных для вычислительной системы NCEP, до предоставления широкого круга административных услуг NCEP. NCO будет организован на базе Управления автоматизации (Automation Division). Число постоянных сотрудников составит 100 человек. Располагаться NCO будет в пригороде Вашингтона.

NCEP будет включать новую должность для NWS - Главный синоптик. Группа из пяти наиболее опытных синоптиков будет создана при Директоре NCEP. Служба Главного синоптика будет работать круглые сутки, чтобы следить за всей работой NCEP и обес-

печивать качество и координацию продукции всех центров. Главный синоптик возглавит группу старших дежурных синоптиков каждого центра. Раз в смену Главный синоптик будет проводить селекторное совещание для обсуждения текущих проблем, связанных с прогнозом. В этом совещании могут принимать участие и синоптики других Бюро погоды.

Географически разбросанная структура NCEP предполагает использование современных коммуникационных систем, расстояние в этом случае значения не имеет. Большинство моделей NCEP будет находиться в памяти супер-ЭВМ Центрального вычислительного комплекса NOAA. После каждого прогона модели результаты будут передаваться каждому центру по высокоскоростным линиям связи. В реальном масштабе времени будут работать шесть систем обработки информации: региональная атмосферная система; глобальная атмосферная система; глобальная система океан-атмосфера; прибрежная океаническая система, которая может быть объединена с региональной атмосферной системой; система для прогноза тропических циклонов, а также ряд зависимых моделей, которые могут функционировать с одной из пяти моделей. Помимо этого еще одна система моделей будет работать в режиме постфактум для обеспечения деятельности по анализу климата и его глобального изменения.

Качество набора программ модельных продуктов NCEP, а следовательно и результатов прогнозов центров и полевых служб зависят от усовершенствованных методов наблюдения за атмосферой и океаном, данные которых обеспечивают исходный материал для моделей прогноза. Они зависят от успехов в изучении океана и атмосферы, от применения этих знаний к усовершенствованным моделям, а также от повышения вычислительных мощностей.

Имеются доказательства о грядущей революции в компьютерном мире, в основе которой лежит архитектура с массовым параллелизмом. Согласно долгосрочному плану NCEP в начале следующего столетия ожидается переход на супер-ЭВМ, делающих 20 млрд. операций в секунду. Это позволит разработать модель с разрешением 4-5 км к 2003 г.

Будущий успех NCER зависит от широкого привлечения научных и других обществ в деятельность NCER. Такое сотрудничество должно сопровождаться открытостью его деятельности созданием доступных баз данных и программного обеспечения, а также обстановки благоприятной для визитов выдающихся ученых. NCER будет обеспечивать пользователей централизованными услугами NOAA, связанными с климатом, океаном и погодой, в 21 веке.

Перевод с английского
Т. И. Серебренниковой

УДК 551.5.000.93

Алпамыс Аликеевич Аликеев - человек хорошо известный в Гидрометслужбе. Он давно уже на пенсии, но занимается благороднейшим делом - собирает материалы об истории Гидрометслужбы. Лет десять назад он попытался опубликовать свою книгу, ибо исторические и архивные материалы, которые он собирал, вылились в большой труд. Из-за финансовых трудностей книга не была издана. В журнале Гидрометеорология и экология" № 1 опубликованы отрывки из главы о первом метеорологе Верного - Василии Васильевиче Обухе. Редакция продолжает знакомить читателей с кратким содержанием другой главы книги А.А.Аликеева, посвященной Константину Афанасьевичу Ларионову.

О ПЕРВЫХ МЕТЕОРОЛОГАХ ВЕРНОГО А.А.Аликеев

После смерти В.В. Обуха целых восемнадцать лет ни в Верном, ни в других пунктах Семиречья не велись метеорологические наблюдения. Во всяком случае, никаких документов, способных опровергнуть данное утверждение, в архивах не обнаружено. За это время произошло много событий. В 1867 году укрепление Верное стало называться городом Верным. Он стал административным центром Верненского уезда и всей Семиреченской области. Город быстро развивался. Первым губернатором Семиречья назначается генерал Колпаковский. Центр Верного застраивался каменными домами. Горожане ценили леса, растущие на склонах гор и охраняли их от истребления.

В 1878 году Главная физическая обсерватория предложила Колпаковскому возобновить метеорологические наблюдения, и вскоре из Петербурга прислали приборы. После долгих поисков нашелся человек, добровольно согласившийся следить за погодой. Им оказался капитан Константин Афанасьевич Ларионов. Он служил землемером-топографом межевого отдела Туркестанского линейного батальона. Родился К.А.Ларионов в 1835 году в Тобольской губернии. Еще мальчиком его отдали в Омский полубатальон военных кантонистов. А когда ему исполнилось девятнадцать, он был топографом третьего класса и служил при штабе отдельного батальона Сибирского корпуса. В укрепление Верное К.А.Ларионов попал летом 1864 года. Вместе с Ч.Валихановым участвовал в освобождении от кокандцев города Аулие-Ата. За проявленную в бою храбрость унтер-офицеру Ларионову был присвоен чин прапорщика.

В 1878 году К.А.Ларионов, согласившись вести метеорологические наблюдения, установил приборы в доме и усадьбе отставного фейерверкера Катунцева в Большой станице. И станция начала действовать. Константин Афанасьевич работал вместе с женой Вероникой Сильвестровной, женщиной образованной и обаятельной. Верненская метеостанция постепенно завоевывала авторитет. Ларионов работал наблюдателем вплоть до 1884 года. Летом этого года (теперь уже в чине майора) был срочно переведен начальником укрепления Нарынское. Здесь он тоже основал метеостанцию, правда, классом ниже Верненской, и в течение восьми лет вел наблюдения за погодой.

Вернуться в Верный К.А.Ларионов смог только в феврале 1892 года, будучи полковником в отставке. А в мае устроил станцию возле квартиры, которую он снимал в доме на углу улиц Командирской и Капальской (Кирова и К.Маркса). Таким образом, метеостанция переместилась в центр города. Из архивных документов известно, что психрометр, то есть прибор для измерения влажности, был установлен в деревянной будке, флюгер укреплен на двенадцатиметровом столбе выше всех деревьев в округе. Станция имела почвенные термометры, снегомерную рейку. Кроме этих приборов Константин Афа-

насьевич на собственные деньги решил приобрести прибор, фиксирующий землетрясения, ибо город Верный был подвержен этому явлению в сильной степени. Для этого в августе 1892 года он пишет письмо в Главную физическую обсерваторию: "Если не представляется возможность иметь сейсмоскоп Брассара на казенные средства, то мне желательно было бы приобрести на собственные средства, если цена для меня будет доступной".

В 1894 году К.А.Ларионов приобретает собственный дом, куда и переносит метеостанцию. К этому времени был сделан заказ механику Брассару, и в июле 1894 года К.А.Ларионов получил сейсмоскоп. Прибор оказался столь чувствительным, что зарегистрировал Ашхабадское землетрясение 1896 года. Этому очень удивились в Ташкентской обсерватории, и оттуда пришел запрос: "Откуда, через кого, когда и за какую цену, а также за чей счет приобретен сей чувствительный сейсмоскоп?" - и просьба прислать хотя бы грубый схематический чертеж прибора.

Дом Ларионова находился на углу улиц Каракольской и Гостинодворской (Барйбаева и Юных коммунаров). В двухстах метрах к востоку от станции протекала река Малая Алматинка, с севера к ней примыкала Большая станица, а на юге и западе раскинулся так называемый Новый город. На этом месте Верненская метеостанция и сейсмическая станция просуществовали более четырнадцати лет.

За ведение метеорологических и сейсмологических наблюдений в Верном К.А.Ларионов получал жалованье от Томского военно-топографического отдела. Оно составляло десять рублей в месяц. Но это не смущало его, и он продолжал скрупулезно записывать показания приборов и отсылать их в Главную физическую обсерваторию. Ларионов занимался исследованиями, положившими начало распространению богарного земледелия в Семиречье. В 1904 году он помогал советами и экспонатами при создании музея в городе Верном.

Точных сведений о смерти этого человека не сохранилось. Но известно, что после смерти жены и помощницы Вероники Сильвестровны Константин Афа-

насьевич стал часто болеть. Предчувствуя, вероятно, скорую смерть, он позаботился о передаче метеорологической станции другому наблюдателю, землемеру Попову. Эта передача состоялась 12 октября 1908 года в усадьбе Попова на Нарынской улице. Надо полагать, что Константин Афанасьевич Ларионов умер в конце 1908 года.

ЕВГЕНИЯ АБРАМОВНА РЕДЬКО
(к 60-летию со дня рождения)

13 сентября 1995 года главному специалисту отдела государственной системы наблюдений Евгении Абрамовне Редько исполнилось 60 лет со дня рождения и более 38 лет с начала работы в системе Казгидромета.

Трудовую деятельность Евгения Абрамовна начала в 1958 году после окончания Новосибирского электротехнического института. В течение 5 лет она работала инженером Узла связи. В 1962 году была назначена начальником Службы связи. В дальнейшем Узел связи был переоснащен современной электронной аппаратурой и был переименован в отдел автоматизированной системы передачи данных. При инициативе и непосредственном участии Редько Евгении Абрамовны в Казгидромете был создан Центр коммутации сообщений, который позволил автоматизировать систему сбора и обработки информации и сделать ее независимой от Ташкентского зонального центра.

Под руководством Евгении Абрамовны с 1981 года в Службе связи была внедрена аппаратура распределения данных АРД-Р "Циклон", позволившая автоматизировать сбор информации с гидрометеорологических постов. Создан банк авиационных метеорологических данных, который сделал возможным оперативное обслуживание авиации Казахстана. Внедрена программа "Лассо", предусматривающая автоматизацию рабочих мест в службе прогнозов. Эти разработки под руководством Евгении Абрамовны произвели подлинный революционный прорыв в техническом переоснащении и развитии службы сбора и обработки гидрометеорологической информации.

В настоящее время Редько Евгения Абрамовна уделяет большое внимание внедрению нового оборудования и техники, воспитанию специалистов связи, созданию коллектива единомышленников, способного

творчески подходить к решению задач дальнейшего развития и совершенствования Службы связи.

Добросовестный труд Евгении Абрамовны отмечен правительственными наградами: орденом "Дружбы народов" и бронзовой медалью ВДНХ СССР.

Сердечно поздравляем Вас, уважаемая Евгения Абрамовна с юбилеем, желаем крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов в производственной деятельности.

Сотрудники Казгидромета

БУРАТ АЛДАЖАРОВИЧ ЖОЛДАСОВ
(к 60-летию со дня рождения)

3 октября 1995 года Жолдасову Бурату Алдажаровичу - бывшему заместителю начальника Объединенного Специализированного Центра - исполнилось 60 лет со дня рождения.

Коллектив Казгидромета поздравляет юбиляра, желает долгих лет жизни, доброго здоровья, благополучия и семейного счастья.

Илья Зайнулович Лутфулин
(1920-1995)

21 сентября 1995 года скончался один из старейших работников Гидрометслужбы, крупный ученый, доктор технических наук, профессор Илья Зайнулович Лутфулин.

И.З.Лутфулин окончил в 1941 г. Московский педагогический институт им. К.Либкнехта, а затем Высший военный гидрометеорологический институт Советской Армии и был направлен в действующую Армию начальником метеорологической станции авиационного полка.

Илья Зайнулович - участник Великой Отечественной войны. Участвовал в освобождении Калининской, Великолужской областей, Латвии от фашистских захватчиков, награжден 11 правительственными наградами. До 1967 г. служебная и научная деятельность И.З.Лутфулина проходила в рядах Советской Армии. В этот период он разработал ряд новых методов прогноза опасных явлений погоды, высоты тропопаузы, прогноза температуры воздуха на тропосферных и стратосферных авиамаршрутах. Он один из создателей первого послевоенного "Руководства по практическим работам метеоподразделений ВВС" и сборников по авиационной метеорологии. В 1951 г. по результатам научных исследований ему была присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук.

На основании изучения закономерностей термо-гидродинамических процессов под руководством И.З.Лутфулина был разработан метод численного прогноза метеорологических полей, который в ряде районов успешно применяется на практике. Характерные черты этого метода - удачное сочетание основных положений гидродинамики и привлечение физических и статистических закономерностей атмосферы. Итогом многолетних исследований в области математического моделирования атмосферных процес-

сов явилась изданная в 1966 г. монография "Новые методы предвычисления метеорологических полей". За эту работу Ученый Совет Центрального Института прогнозов в 1967 году присвоил ему ученую степень доктора технических наук. Он автор и ряда других научных исследований, оказавших значительное влияние на формирование научных взглядов современного поколения гидродинамиков. Большинство работ И.З.Лутфулина отличается практическим применением полученных результатов к решению важных задач гидрометеорологического обслуживания различных отраслей хозяйства. Начиная с 1970 г. И.З.Лутфулин возглавлял лабораторию математических методов прогнозов погоды КазНИГМИ, а с 1976 г. был директором этого института. В этот период в КазНИГМИ начали активно развивать новое для Республики научное направление - гидродинамические прогнозы погоды. В течение последних лет, с 1982 г., Илья Зайнулович выполнял большую педагогическую работу по подготовке специалистов-метеорологов, возглавляя кафедру метеорологии КазГУ им. Аль-Фараби, а затем в качестве профессора этой кафедры. Он был членом ряда Ученых Советов, в том числе специализированного Совета по защите диссертаций по специальности "Метеорология, климатология и агрометеорология", активным участием в работе которых способствовал подготовке научных кадров высшей квалификации.

Мы не забудем этого доброго человека, обладавшего самобытным юмором, большой душой, заботой о своих учениках и коллегах.

Сотрудники кафедры метеорологии КазГУ им. Аль-Фараби, КазНИИМОСК, члены спецсовета К 44.00.01.

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ СЕМИНАР ПО ОЦЕНКЕ УЯЗВИМОСТИ
И АДАПТАЦИИ К ОЖИДАЕМЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА**

Семинар проходил с 11 по 16 сентября в г. Праге в рамках Программы Национальных Исследований США (ПНИ) и был организован командой по Управлению Программой Национальных Исследований Агенства по охране окружающей среды США и Институтом Физики Атмосферы Чехии. В работе Пражского семинара принимали участие представители 22 стран Восточной Европы, СНГ и Азии. Глубокий интерес к форуму проявили официальные лица из Правительства США, представители Межправительственной группы экспертов по изменению климата и ЮНЕП.

Основными целями Семинара являлись: обмен опытом и представление результатов исследований по оценке уязвимости и адаптации (УиА) в странах с переходной экономикой; определение общих для всех этих стран проблем при оценке УиА к изменениям климата и возможностей для будущего сотрудничества; развитие исследований по изучению глобальных и региональных изменений климата и их возможных последствий в странах с переходной экономикой. Кроме того на семинаре были представлены исследования изменений климата по регионам за период инструментальных наблюдений.

На пленарных заседаниях и заседаниях шести рабочих групп было обсуждено более ста докладов, посвященных главным образом результатам конкретных исследований в странах. В результате плодотворной дискуссии были выработаны решения семинара, которые, в самом общем виде, заключаются в следующем: диапазон предсказываемых по различным моделям антропогенных изменений климата довольно большой, однако ясно, что в большинстве стран региона эти изменения могут привести к негативным последствиям, особенно это касается стран зоны недостаточ-

ного увлажнения. Наиболее неопределенными в условиях переходной экономики являются вопросы о разработке и экономической оценке адаптационных мероприятий. Касаясь дальнейшей перспективы Программы Национальных Исследований, Р. Диксон отметил, что в настоящий момент первоочередным является составление Национальных Сообщений по РКИИ (Рамочной Конвенции по Изменению Климата), при этом в качестве основной организационной формы продвижения работ директор Программы назвал проведение ряда семинаров-стажировок в США и регионах.

Республика Казахстан является одной из стран, ратифицировавших РКИИ. Выполнение Обязательств Конвенции возложено на Казгидромет и подведомственный ему Казахский Научно-исследовательский Институт Мониторинга Окружающей Среды и Климата. В течение двух лет здесь проводятся исследования в рамках ПНИ при поддержке Правительств Казахстана и США. Специалистами Казгидромета и института на семинаре было представлено 5 докладов, обобщающих результаты по одному из основных направлений Проекта в рамках выполнения обязательств РКИИ. Так, в Казахстане исследована уязвимость и намечены меры по адаптации таких важнейших отраслей экономики как овцеводство (Шаменов А.М., Кожахметов и др.), зерновые и пастбища (Мизина С.В., Есеркепова И. Б., Лебедь Л. В. и др.) и водных ресурсов (Голубцов В.В., Скоцеляс И.И. и др.); составлены сценарии изменения климата до 2050 года с учетом глобального парникового эффекта (Пилифосова О.В. и др.). Результаты работ были одобрены, доклады приняты на рецензирование. В своем выступлении директор ПНИ США Р. Диксон, в частности, отметил успех Казахстанской команды по всем основным направлениям работ в области исследования изменений климата.

О. В. Пилифосова

**ПЕРВАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ГЛОБАЛЬНОМУ
АНАЛИЗУ, ИНТЕРПРЕТАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЮ (GAIM)**

Конференция состоялась 24-30 сентября 1995 г. в Гармиш-Партенкирхен, Германия. Выступления и стендовые представления были сгруппированы по пяти исследуемым периодам: "Палео" (<20 000 лет), "Исторический" (<2000 лет), "Современный" (<20 лет) и "Будущий". Темы докладов были сфокусированы на области анализа и интерпретации трендов в прошлом и настоящем как показателей естественных и антропогенных изменений, а также на их применении к будущим глобальным изменениям. Основу конференции составили доклады представителей мощных научно-исследовательских центров и университетов из США, Канады, Германии, Швейцарии, Франции и других стран с высоко развитой технологией исследований в области изменения климата. Например, такие как доклад С. Манабе "Естественная изменчивость климата и обнаружение глобального потепления" (Геофизическая лаборатория динамики жидкости, Принстон, США) или доклад Г. Оешгер "Новые результаты исследований глобальных изменений в прошлом" (Институт физики, Берн, Швейцария). Всего на конференции было представлено около 40 устных и 170 пристендовых докладов из 28 стран. Спектр докладов в рамках установленной тематики конференции был очень широк, если принять во внимание временной и пространственный масштаб представленных исследований, а также многообразие предметов исследований - от взаимосвязи изменения уровней отдельно взятых озер и изменения распределения растительности (Япония) до обратных связей между физическими и социальными процессами (Германия).

От КазНИИМОСК О.В. Пилифосовой, Г.Н. Чичасовым, С. А. Долгих, И. Б. Есеркеповой была сделана презентация исследований в области создания сценариев потенциального изменения регионального климата - "Казахстан: Сценарии Будущего Регионального Климата при Глобальном Потеплении".

В дальнейшем предполагается опубликование представленных на конференцию докладов в журнале "Глобальные Биохимические Циклы" (ГВС).

С.А. Долгих

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И КЛИМАТА
(КазНИИМОСК)

О Б Ъ Я В Л Я Е Т

прием в А С П И Р А Н Т У Р У с отрывом и без отрыва от производства по специальностям

- 11.00.07-"Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия"
- 11.00.09-"Метеорология, климатология и агрометеорология"
- 11.00.11-"Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов"

Заявление подавать до 15 декабря 1995 года.

К заявлению на имя директора, необходимо приложить следующие документы:

- список опубликованных научных и научно-методических работ. Не имеющие опубликованных научных работ и изобретений, представляют научные доклады (рефераты) по избранной специальности;
- выписку из протокола заседания Ученого Совета Вуза (факультета) для лиц, рекомендованных в аспирантуру непосредственно после окончания Вуза;
- копию диплома об окончании высшего учебного заведения;
- копию удостоверения о сдаче кандидатских экзаменов для лиц, полностью или частично сдавших кандидатские экзамены;
- письмо-рекомендацию организации;
- письмо, гарантирующее заключение договора и оплату расходов за обучение для лиц, поступающих сверх установленного плана приема в аспирантуру.

Поступающие в аспирантуру проходят собеседование с предполагаемым научным руководителем, который сообщает в приемную комиссию о своем согласии или несогласии осуществлять научное руководство.

Поступающие в аспирантуру сдают конкурсные вступительные экзамены по философии, одному из иностранных языков и специальной дисциплине в

объеме действующей программы для выпускников высших учебных заведений.

Лицам, допущенным к сдаче вступительных экзаменов в аспирантуру с отрывом или без отрыва от производства предоставляется дополнительный отпуск в 30 календарных дней с сохранением заработной платы по месту работы для подготовки и сдачи экзаменов.

Прием вступительных экзаменов будет производиться в мае - июне 1995 года.

Заявление и другие документы направлять по адресу: 480072, г. Алматы, пр. Сейфуллина, 597, аспирантура. КазНИИМОСК, телефоны: 54-22-71, 54-22-83.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Объем статьи не должен превышать 12,5 страниц машинописного текста, включая список литературы, таблицы и рисунки. Число рисунков не может превышать трех на одну статью. Перед статьей следует указать индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК).

В комплект рукописей, присылаемой автором должны входить: основной текст статьи, аннотация на русском и казахском не более 8 строк, дающая ясное представление о содержании статьи, список литературы в алфавитном порядке авторов отдельно русской и иностранной (составляется согласно ГОСТУ (7.1 - 76)). Весь текст, включая и таблицы печатается через 1,2 интервала. Рисунки изготовленные на кальке вставляются в текст. Все перечисленные материалы должны быть представлены в редакцию в одном экземпляре. Помимо машинописного экземпляра статьи представляется ее дубликат записанный на дискете в следующих форматах: текст - Microsoft Word (версии 4,0; 5,0); рисунки в - TIFF; PC Paintbrush.

Рукопись должна быть отпечатана на машинке через 1,2 интервала на одной стороне стандартного листа плотной белой бумаги. Верхнее поле 20 мм, правое 10 мм. На листе 39 строк, в строке 50 знаков. Текст, подписи к рисункам, формулы, список литературы не должен выходить за рамку 200 x 125 мм.

Математические и химические обозначения и формулы вписываются в текст тушью или черными чернилами с соблюдением размеров прописных и строчных букв. В тексте обязательно должны быть приведена расшифровка всех параметров и аббревиатур. Номер рисунка и подписи к нему печатаются под рисунком.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адре-

сов и телефонов, названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени и ученого звания автора.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения или сокращения в принятых рукописях.

Адрес редакции:

480072, Алматы, Сейфуллина, 597,

КазНИИМОСК, комн. 106.

Тел. 54-25-36, 54-22-83.