

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау
Министрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды Республики
Казахстан*

Республикалық мемлекеттік "Қаз-
гидромет" кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие "Казгидромет"

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
ЖӘНЕ
ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 3

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
И
ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2006

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.К. Кудеков, канд. геол.-мин. наук

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Е.Ж. Муртазин, канд. геол.-мин. наук Н.И. Ивкина, канд. геогр. наук

Ответственный секретарь

Т.П. Строева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Е.В. Антипова, канд. геогр. наук; М.Ж. Бурлибаев, доктор техн. наук;
В.В. Голубцов, канд. геогр. наук; С.А. Долгих, канд. геогр. наук;
Ж.Д. Достай, доктор геогр. наук; А.Б. Калелова, канд. геогр. наук;
В.И. Ли, канд. техн. наук; Е.Ф. Морозова, канд. геогр. наук;
О.В. Подольный, доктор геол.-мин. наук; В.П. Попова, канд. геогр. наук;
О.Е. Семенов, канд. физ.-мат. наук; Б.С. Степанов, доктор геогр. наук;
А.А. Турсунов, доктор техн. наук; С.П. Шиварева, канд. техн. наук;
Р.К. Яфязова, канд. геогр. наук; Е. И. Васенина.

Переводы на казахский язык:

Л.К. Кожаметова, А.У. Ортбаева (секретарь)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 3 (42)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство № 1538

Министерства печати РК.

Подписной индекс 75855.

Адрес редакции: 050022, Алматы,
пр. Абая, д. 32, к. 420
Телефон: (3272) 54-22-63
E-mail: caspian_almaty@mail.ru
<http://www.meteo.kz>

Подписано в печать

Формат бумаги 70 × 100/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в ТОО “TST-Company”.

050014, г. Алматы, ул. Бокейханова, 47-б. Тел.: (3272) 78-20-42

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Т.К. Кудеков, В.В. Голубцов, В.И. Ли, В.П. Попова Основные проблемы управления водными ресурсами Республики Казахстан в современных условиях.	7
О.Е. Семенов Моделирование переноса тяжелой быстро оседающей примеси воздушным потоком при бурях.	15
С.П. Шиварева, Н.И. Ивкина, Т.П. Строева, Г.М. Бондарь Типизация синоптических ситуаций, приводящих к возникновению ветров эффективного нагонного направления на казахстанском побережье Северного Каспия.	36
А.Ф. Мухамедгалиев, А.Х. Ахмеджанов, Б.Э. Бекмухамедов, Т.К. Караданов, А.А. Мухамедгалиев Космический мониторинг стационарных температурных аномалий на основе данных спутника «TERRA/AQUA-MODIS».	50
Н.И. Ивкина, Т.П. Строева Сравнительный анализ ветровых характеристик в районе Актау и пос. Курык.	59
Т.Т. Ибраев К проблеме использования водных ресурсов трансграничных рек.	66
Т.К. Кудеков, В.В. Голубцов, В.И. Ли, В.П. Попова Мониторинг речного стока Республики Казахстан.	74
Е. Н. Вилесов, В.И. Морозова Современные тенденции изменения размеров оледенения и ледникового стока в бассейне реки Каратал, Западная Джунгария.	80
А.Г. Чигринец Максимальные расходы воды рек Илейского Алатау.	93

В.В. Голубцов, В.И. Ли, В.П. Попова, С.А. Ерисковский	
Методика долгосрочного прогноза притока воды в Вячеславское водохранилище в период весеннего половодья.	104
К.К. Муздыбаева	
К вопросу о загрязнении атмосферы города Балхаш.	121
С.С. Сеитов	
Экологическая среда и показатели здоровья населения Кызылординской области.	131
Қ.Т. Сапаров	
Космонимдер (аспан денелері) Арқылы ауа райы өзгерістерін жорамалдау.	143
Т.И. Будникова, Г.Б. Мусатаева	
Ландшафтно-экологическое картографирование сельских территорий Республики Казахстан для выработки стратегии их устойчивого развития (на примере Восточно-Казахстанской области).	153
С.С. Нуркеев, У.Ш. Мусина, С.М. Нурмакова, Л.С. Курбанова	
Кинетический анализ солянокислотного разложения некондиционных бокситов Краснооктябрьского бокситового рудоуправления.	162
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
Е.Ж. Муртазин, Н.У. Бултеков, З.С. Абдиева	
О состоянии загрязнения окружающей среды Республики Казахстан во 2-ом квартале 2006 г.	170
ХРОНИКА	
К юбилею ученого-гидролога М.Х. Сарсенбаева	201

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

T.K. Kudekov, V.V. Golubtsov, V.I. Lee, V.P. Popova Problems in issue of the Republic of Kazakhstan water resources' management in the current conditions	7
O.E. Semenov Transfer modelling of a heavy quickly settling pollutant by an airstream during the storms.	15
S.P. SHivaryova, N.I. Ivkina, T.P. Stroyeva, G.M. Bondar' Typification of the synoptic situations resulting to effective surge direction winds' development at the Kazakhstan coast of the Northern Caspian sea.	36
A.F. Mukhamedgaliev, A.KH. Akhmedzhanov, B.E. Bektukhamedov, T.K. Karadanov, A.A. Mukhamedgaliev Space monitoring of the stationary temperature anomalies on the basis of the " TERRA/AQUA-MODIS " satellite data.	50
N.I. Ivkina, T.P. Stroyeva Comparative analysis of the wind characteristics in Aktau area and Kuryk settlement.	59
T.T. Ibraev To problem of the transboundary rivers' water resources use.	66
T.K. Kudekov, V.V. Golubtsov, V.I. Lee, V.P. Popova The Republic of Kazakhstan river flow monitoring.	74
E.N. Vilesov, V.I. Morozova The modern tendency of glaciation size and glacial runoff changing in the Karatal River basin, Western Jungaria.	80
A.G. CHigrinets The Ile Ala Tau rivers' maximum discharges.	93

V.V. Golubtsov, V.I. Lee, V.P. Popova, S.A. YEriskovskiy	
Technique of a long – term forecast of inflow into Vyacheslavskoe reservoir during spring flood.	104
K.K. Muzdybaeva	
To question of the Balkhash city atmosphere pollution.	121
S.S. Seitov	
Ecological environment and the health parameters of the Kyzylorda region population.	131
K.T. Saparov	
Prognosis of the weather changes by the cosmonims.	143
T.I. Budnikova, G.B. Musataeyva	
Landscape-ecological mapping of the Republic of Kazakhstan rural territories for strategy formulation of their sustainable development (by the East-Kazakhstan area example)...	153
S.S. Hurkeev, U.SH. Musina, S.M. Nurmakova, L.S. Kurbanova	
The kinetic analysis of hydrochloric-acid decomposition of the sub-standard bauxites of the Krasnooktyabr’sky bauxite ore-management. .	162
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
E.ZH. Murtazin, N.U. Bultekov, Z.S. Abdieva	
About state of environmental pollution of the Republic of Kazakhstan in the second quarter 2006 year.	170
CHRONICAL	
By Prof. M.KH. Sarsenbayev’s anniversary, scientist-hydrologist.	201

УДК 556.048

**ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ
РЕСУРСАМИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Канд. геол.-мин. наук	Т.К. Кудеков
Канд. геогр. наук	В.В. Голубцов
Канд. техн. наук	В.И. Ли
Канд. геогр. наук	В.П. Попова

Рассматриваются вопросы управления водными ресурсами Казахстана, значительную часть которых составляет сток трансграничных рек. Приведен анализ гидрологической ситуации, сложившейся в бассейне р. Сырдарья в последние годы. Отмечается, что увеличение водопотребления в верховьях трансграничных рек приведет к изменениям водного баланса оз. Балхаш и Бухтарминского водохранилища.

Основные проблемы использования водных ресурсов, свойственные многим государствам, характерны и для Казахстана. Неравномерное распределение водных ресурсов по территории страны, по сезонам года, а также формирование большей части водных ресурсов вне территории Казахстана, высокая доля расхода воды на нужды сельского хозяйства, усугубляемая высокой степенью загрязнения, обуславливает зависимость страны от решения проблем водопотребления и рационального использования водных ресурсов.

Средний многолетний сток рек Казахстана (общие поверхностные водные ресурсы в естественных условиях) составляет 115,3 км³ в год, в том числе: формирующийся на территории республики – 57,0 км³ в год (49,4 %), остальная часть – 58,3 км³ в год (50,6 %) – поступает со смежных территорий сопредельных государств: Китая, Узбекистана, Кыргызстана, России.

В последнее десятилетие поступление речного стока в Казахстан из сопредельных государств сократилось на 15,0 км³ в год, т.е. уменьшилось с 58,3 км³ в год до 43,3 км³ в год. Таким образом, общие ресурсы речного стока Казахстана в настоящее время составляют 100,3 км³ в год.

Казахстан занимает последнее место среди стран СНГ по водообеспеченности: 37 тыс. м³ на 1 км² и 6,0 тыс. м³ на одного человека в год. Современные тенденции изменения глобального и регионального климата дают основание предполагать, что в ближайшем будущем следует ожидать обострения проблем водообеспечения в стране.

Речной сток, формирующийся в пределах Казахстана, довольно неравномерно распределен по территории республики. Наибольшая величина ресурсов поверхностных вод в средний по водности год формируется в Иртышском (26,1 км³ в год) и Балхаш-Алакольском (16,4 км³ в год) водохозяйственных бассейнах, наименьшая – в пределах Нура-Сарысуйского (1,3 км³ в год) и Шу-Таласского (1,0 км³ в год) водохозяйственных бассейнов.

Ресурсы речного стока, формирующиеся на территории республики, подвержены циклическим колебаниям и представляют собой чередование маловодных и многоводных периодов длительностью от 2...3 до 10...12 лет. Устойчивых существенных тенденций в их изменении, как в сторону увеличения, так и уменьшения не наблюдается.

Основными проблемами Республики Казахстан в пределах ее территории в настоящее время являются реконструкция существующих гидротехнических сооружений, строительство новых водохранилищ и организация межбассейновых перебросок речного стока из районов богатых водными ресурсами в районы, характеризующиеся их существенным недостатком. К ним относится водообеспечение Северного и Центрального Казахстана за счет стока, формирующегося в бассейне р. Иртыш и его притоков, комплексные водохозяйственные мероприятия в бассейне р. Или и низовьях р. Сырдарья и др. Однако, в настоящее время на первый план выходят проблемы интегрированного управления водными ресурсами трансграничных рек. Это связано с тем, что практически более половины объема возобновляемых водных ресурсов Республики Казахстан формируется за пределами ее территории. Из общего объема современного транзитного стока, равного 43,3 км³ в год 38,1 % поступает на территорию Республики Казахстан из КНР (рр. Иртыш, Или и др.), из Узбекистана – 34,4 % (р. Сырдарья и др.), из Российской Федерации – 20,3 % (рр. Урал, Тобол и др.) и из Киргизии – 7,2 % (рр. Шу, Талас и Асса). Поэтому вопросы совместного использования и охраны водных ресурсов трансграничных водных объектов для республики имеют чрезвычайно важное значение.

Наиболее важными в настоящее время являются проблемы, связанные с использованием трансграничных рек Сырдарья и Или, основного притока оз. Балхаш.

Бассейн р. Сырдарья охватывает территорию 4 стран: Кыргызстана, Узбекистана, Таджикистана и Казахстана. Годовой сток реки на 94 % зарегулирован пятью крупными водохранилищами с общим объемом 31,85 км³ и другими более мелкими водохранилищами в бассейне этой реки. Наиболее крупным из них является Токтогульское (р. Нарын, Кыргызстан), водохранилище многолетнего регулирования общим объемом 19,5 км³, введенное в строй в 1974 г. При входе реки на территорию Республики Казахстан расположено Шардаринское водохранилище, сбросы из которого определяют величину стока в среднем и нижнем течении р. Сырдарья и его поступления в Малый Арал. Малый Арал представляет собой огражденную плотиной северную часть котловины Аральского моря. В случае переполнения Шардаринского водохранилища излишки воды сбрасывались в Арнасайскую впадину, расположенную на территории Республики Узбекистан.

Токтогульское водохранилище до 1993 г. работало в ирригационном режиме. Сбросы воды из водохранилища производились, в основном, в весенне-летний период и составляли около 75 % общего расхода. В зимний период сток по руслу р. Сырдарья не превышал 400 м³/с. На пропуск такого расхода воды в зимний период и были рассчитаны существующие в среднем и нижнем течении р. Сырдарья гидротехнические сооружения. В 90-е годы режим попусков воды из Токтогульского водохранилища резко изменился. В последнее десятилетие для выработки необходимой для Кыргызстана электроэнергии основные попуски воды осуществляются в зимние месяцы, в течение которых сбрасывается около 60 % общего расхода. В результате резко изменилось внутригодовое распределение стока р. Сырдарья: вместо относительно низкого зимнего стока проходят значительные зимние катастрофические паводки, сопровождающиеся заторами и зажорами льда и приносящие серьезный экономический и социальный ущерб населенным пунктам, расположенным в долине реки [1, 3].

Увеличение безвозвратного забора воды в среднем течении р. Сырдарья в связи с расширением площадей орошаемых земель привело к ухудшению водохозяйственной ситуации в нижнем течении реки. Сокращение ее естественного стока и увеличение загрязнения речной воды привело к резкому ухудшению состояния природной среды Приаралья. Дельта реки утратила свою водорегули-

рующую способность, как для самого природного комплекса низовий реки, так и для Малого Аральского моря. Процесс опустынивания охватил территорию в 2 млн. га. Сброс в Сырдарью коллекторно-дренажных вод, а также сточных вод населенных пунктов, промышленности и сельского хозяйства привело к химическому и бактериальному загрязнению воды. Сложность решения водной проблемы в регионе заключалась в том, что в целом по бассейну поверхностные воды практически полностью вовлечены в хозяйственную деятельность.

Осенью 2005 г. для координации деятельности ведомств в период пропуска повышенных расходов воды на р. Сырдарье в зимне-весенний период 2005-2006 гг. по инициативе Казгидромета была создана межведомственная рабочая группа.

Поставленная перед рабочей группой задача могла быть решена посредством регулирования сбросов воды из Шардаринского водохранилища в соответствии с новой схемой попусков.

Эта схема основана на поддержании минимального уровня воды в Шардаринском водохранилище как можно дольше и регулировании сбросов через гидроузел в Сырдарью в соответствии с увеличением поступления воды в водохранилище. В результате:

- резервный объем водохранилища позволил принять зимне-весенний паводок, минимизировать или полностью исключить сбросы воды в Арнасай;
- исключить необходимость дорогостоящего строительства Коксарайского контррегулятора;
- увеличить поступление воды в Аральское море;
- снизить опасность катастрофических разливов и подтоплений в Южно-Казахстанской и Кызылординской областях;
- улучшить экологическую обстановку в Кызылординской области за счет очищения поймы реки паводковыми водами.

Для решения имеющихся проблем требуются принципиальные преобразования в базовых отраслях экономики, главным образом в орошаемом земледелии и усилении межгосударственной кооперации.

Очень важной также является использование трансграничной реки Или. Сокращение ее стока в основном за счет увеличения водопотребления в пределах КНР ставит под угрозу существование оз. Балхаш.

Бассейн оз. Балхаш, площадью 353 тыс. км², расположен в юго-восточной части Казахстана. С востока к нему примыкает верхняя часть

бассейна р. Или, площадью 60 тыс. км², расположенная в пределах СУАР КНР.

Водные ресурсы бассейна оз. Балхаш составляют 16,2 км³, из них 5,8 км³ формируется в бассейне р. Или. Кроме этого, в пределы водохозяйственного бассейна в естественном состоянии поступает с верхней части бассейна р. Или, расположенной в пределах СУАР КНР, около 12,0 км³ воды в средний по водности год.

Изменение водных ресурсов в отдельных частях рассматриваемого бассейна характеризуется, в основном, достаточно синхронными циклическими колебаниями, преимущественно длительностью от 3...5 до 7 лет.

Установленная синхронность изменения стока р. Или в пределах КНР и суммарного стока основных рек (Шарын, Шилик, Каратал, Лепсы, и Тентек) бассейна оз. Балхаш на территории Республики Казахстан позволила произвести восстановление естественного стока р. Или, поступающего в Республику Казахстан, и его сокращение за счет водопотребления в Китае.

Полученные результаты достаточно хорошо согласуются со сведениями, опубликованными в средствах массовой информации КНР. В них приводятся данные по водопотреблению в бассейне р. Или равном 3,5 км³ в год и возможном его увеличении на 1,5 км³ в год, которое представляется нам вполне реальным и осуществимым в ближайшие годы.

Временное увеличение водных ресурсов оз. Балхаш за счет некоторого повышения увлажнения отдельных макросклонов горных хребтов и деградации горного оледенения обусловили компенсацию значительной части водопотребления в верхней части бассейна р. Или на территории Китая и в пределах Республики Казахстан. В результате этих процессов уровень озера Балхаш в последние годы начал повышаться, и к началу текущего года приблизился к отметке 342,5 м. Однако, судя по состоянию относительно репрезентативного для рассматриваемого региона ледника Туюксу, с 2003 г. наметились признаки существенного сокращения деградации горного оледенения в рассматриваемом бассейне. В случае продолжения этого процесса поступление ледникового стока в реки существенно уменьшится, что приведет к понижению уровня оз. Балхаш.

Расчеты показывают, что при сокращении поступления стока р. Или из СУАР КНР на 3,5 км³ в год уровень озера может опуститься ниже критической отметки 341,0 м в 70 % лет, а ниже 340,5 м - в 20% лет. При сокращении поступления стока р. Или на 5,0 км³ в год уровень озера мо-

жет опуститься ниже критической отметки 341,0 м в 90 % лет, а ниже 340,5 м также в 90 % лет. Для обоих рассматриваемых вариантов в отдельные короткие периоды уровень может опускаться даже ниже 340,0 м. Результаты моделирования также показывают, что при достигнутом уровне водопотребления 3,5...4,0 км³ в СУАР КНР и возможном его увеличении до 5,0 км³, особенно в случае существенного снижения интенсивности деградации горного оледенения, уровень оз. Балхаш может снизиться от отметки 342,5 м, достигнутой к началу текущего года, до критической отметки 341,0 м уже через 5...7 лет [2].

Необходимо отметить, сокращение поступления воды в Западный Балхаш приведет к значительному увеличению минерализации этой части озера выше 2 мг/л, что существенно осложнит использование воды для водоснабжения г. Балхаша, Балхашского медеплавильного комбината и других производств, требующих использования пресной воды.

Относительно благоприятные условия с водными ресурсами р. Или в последние годы не снимает с повестки дня вопрос о сохранении оз. Балхаш как единого водоема, поддержания его уровня на отметке не ниже 341,0 м и минерализации Западного Балхаша не выше 2,0 мг/л, так как ситуация может измениться в худшую сторону, аналогичную той, которая наблюдалась в семидесятых годах прошлого века, когда в маловодный период при небольшом водопотреблении на территории КНР (около 1 км³) уровень озера значительно понизился, и возникла угроза повышения минерализации озера выше допустимого предела. В связи с создавшейся ситуацией казахстанскими учеными-гидрометеорологами еще в начале 70-х годов прошлого века был предложен вариант сохранения Западного Балхаша. Он может быть реализован путем строительства плотины с регулируемым водосбросом в проливе Узун – Арал. Плотина в проливе Узун – Арал позволит поддерживать минерализацию воды Западного Балхаша не выше 2 г/л.

Обсуждение этого вопроса на Форуме «Балхаш 2005» еще раз подтвердило обеспокоенность общественности судьбой экологической системы оз. Балхаш в связи с увеличением забора воды из р. Или в пределах СУАР КНР. Проводящиеся в последние годы переговоры в рамках совместной Казахстанско-Китайской комиссии позволили несколько продвинуться в решении вопроса совместного использования водных ресурсов трансграничных рек Или и Иртыш (Черный Иртыш). Достигнута догово-

ренность по обмену гидрологической информацией по приграничным участкам этих рек.

Политические деятели и научная общественность должны твердо понимать, что в рассмотренной ситуации оз. Балхаш в значительной степени ждет судьба Арала, т.е. превращение Западного Балхаша в Малый Арал и Восточного Балхаша в Большой Арал с тенденцией его практически полного усыхания в не столь отдаленной перспективе.

В Казахстане ведутся работы по внедрению Интегрированного управления водными ресурсами. Проект начался в 2004 г. Основное финансирование осуществляется Правительством Норвегии при финансовой поддержке Департамента Великобритании по Международному развитию и методической помощи Глобального Водного Партнерства (ГВП). В 2005г. в рамках проекта разработана Концепция Национального плана ИУВР, которая нашла широкое обсуждение в стране среди заинтересованных сторон. Полученные предложения и замечания учтены при подготовке Проекта Национального плана интегрированного управления Водными ресурсами и водосбережению (ИУВР Первая редакция). В настоящее время он проходит процедуру согласования и утверждения. Национальный план будет являться документом Правительства РК. В его постоянное развитие и внедрение будут вовлечены практически все министерства, так как управление водными ресурсами влияет на все сферы развития страны.

В рамках этого проекта составлен план мероприятий, необходимых для внедрения интегрированного управления водными ресурсами в Казахстане. План охватывает такие сферы как:

- улучшение общего руководства и укрепления потенциала,
- мониторинг поверхностных и подземных вод,
- управление информацией,
- образование и информированность населения,
- управление качеством воды,
- повышение эффективности водопользования,
- улучшение сотрудничества в области совместного использования трансграничных вод.

В Казахстане с июля 2003 г. действует новый Водный кодекс, который содержит многие элементы, отражающие принципы ИУВР. Однако следует отметить, что в настоящее время недостаточно проведено работ по внедрению положений Водного кодекса, и список противоречий с новыми законами продолжает расти.

Национальный план отражает необходимые действия и мероприятия на национальном уровне для внедрения принципов и практики ИУВР в Казахстане. Основная деятельность по управлению водными ресурсами должна реализовываться на бассейновом уровне, согласно первому принципу ИУВР. Национальный план необходим в качестве первого шага, далее будут создаваться планы ИУВР для всех 8 водохозяйственных бассейнов, которые будут включать мероприятия, направленные на развитие и усиление деятельности – бассейнового принципа управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудеков Т.К., Никифорова Л.Н., Ли В.И., Попова В.П. «Анализ гидрологической ситуации, сложившейся в бассейне реки Сырдарья, и предложения по ее нормализации // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 2. – С. 89-100.
2. Кудеков Т.К., Голубцов В.В., Ли В.И. Современные изменения природной среды и гидрологический режим озера Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 3. – С. 64-72.
3. Турсунов А.А., Жиенбаева Р.К. Зимние паводки на реке Сырдарья и проблема защиты города Кызылорда // Гидрометеорология и экология. – 2004. - № 1. – С. 42-51.

Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»

ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙДАҒЫ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ СУ РЕСУРСЫНЫҢ БАҚЫЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ МӨСЕЛЕЛЕРІ

Геол.- мин. ғылым. канд.	Т.К. Қөдеков
Геогр. ғылым. канд.	В.В. Голубцов
Техн. ғылым. канд.	В.И. Ли
Геогр. ғылым. канд.	В.П. Попова

Қазақстанның су ресурсын бақылау мәселелері қарастырылуда. Әсіресе, бұл мәселенің негізгі бөлігін трансшекарлық өзендер құрайды. Соңғы жылдары Сырдария өзенінде қалыптасқан гидрологиялық жағдайын талдау келтірілген. Трансшекарлық өзендердің жоғарғы ағысындағы су теңгермесінің улғаюына байлынысты, Балхаш көлі және Бухтарма су бөгетінде су балансының өзгеруі байқалады.

УДК 551.551.8+551.515.3(252.83)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ТЯЖЕЛОЙ БЫСТРО
ОСЕДАЮЩЕЙ ПРИМЕСИ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ПРИ БУРЯХ**

Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов

Создана простая полуэмпирическая модель выпадения массы тяжелой быстро оседающей примеси из ветропесчаных потоков бурь по мере удаления от источника. Выполнено моделирование выноса аэрозоля во время очень сильной песчано-солевой бури в Аральском регионе в июне 1984 г. В основу расчетных параметров модели были положены экспедиционные измерения, выполненные во время этой бури. Показано, что частицы из приземного слоя атмосферы не уносились дальше 30 км. Частицы, поднятые до высоты 1000 м, могли быть унесены на расстояния до 550 км.

Во время песчаной или пыльной бури при прохождении потока воздуха над источником частиц в планетарном пограничном слое атмосферы (ПСА) формируется несущий частицы твердой фазы поток. Сформировавшийся поток аэрозоля в ПСА крайне неоднороден. Наибольшая масса частиц содержится в нижних слоях приземного слоя атмосферы. С ростом высоты переноса концентрация частиц аэрозоля и их размер значительно уменьшается. После выхода такого двухфазного потока за пределы штормовой зоны и источника поступления в него тяжелых быстро оседающих аэрозолей, он начинает терять частицы, которые осаждаются на поверхность земли под действием силы тяжести.

Процесс седиментации частиц различного размера идет с разной скоростью. Более крупные частицы выпадают из потока первыми и близко от источника их выноса. Мелкие частицы улетают на значительные расстояния. Таким образом, формируется шлейф выноса частиц с постепенно уменьшающейся их концентрацией и спектром размеров по мере удаления от очага выветривания. Пылевые шлейфы бурь различного геометрического масштаба хорошо видны на космических снимках. Шлейфы в районе Аральского моря могут достигать в длину несколько сот километров. В других географических районах Земли, в условиях сильных ветров, шлейфы, состоящие из очень мелких частиц размером порядка одного и менее микрометра, имеют протяженность, достигающую тысячу и более кило-

метров. Шлейфы такого масштаба характерны для пыльных бурь лессового плато Китая и выносов аэрозоля из пустыни Сахары.

В центральной Азии одним из наиболее мощных источников поступления в атмосферу природных аэрозолей является высыхающее дно Арала. В 60-х...80-х годах прошлого века выдуванию подвергались части дна, сложенные песчаными и супесчаными грунтами. Песчано-солевые бури в эти годы интенсивно исследовались силами научных коллективов Госкомгидромета СССР, Союзной и Республиканских Академий наук, других Министерств и ведомств путем экспедиционных наземных работ и самолетного зондирования. Это позволило создать физически хорошо обоснованные модели песчано-солевых бурь и получить оценки выноса и выпадения песчано-солевого аэрозоля в регионе Арала. При дальнейшем снижении уровня воды в водоеме к осушенным песчаным и супесчаным грунтам присоединились поверхности, состоящие из алевритовых осадочных пород. Поведение такого мелкого аэрозоля в районе Арала совершенно не изучено. Неизвестен его элементный и ионный состав, содержание в атмосферных потоках, влияние на рассеяние и изменение спектрального состава солнечного излучения и радиационный баланс. Известно только, что алевриты состоят преимущественно из минеральных зерен (кварц полевой шпат, слюда и др.) размером 0,005...0,1 мм (5...100 мкм), но детальная информация о функции распределения их частиц по размерам отсутствует.

Алевритовые породы должны так же легко подвергаться выдуванию, как и песчаные, так как они содержат в своем составе те же наиболее легко перемещаемые ветром частицы размером 70...100 мкм. Наличие в них более мелких частиц размером 5...50 мкм приводит к формированию более длинных шлейфов выносов аэрозолей из-за большей продолжительности жизни этих частиц в атмосфере.

Анализ космических снимков 2002...2004 годов подтверждает увеличившуюся повторяемость шлейфов пылевых выносов из района Арала и большую оптическую плотность их изображения. Это свидетельствует либо о большем обогащении потоков аэрозоля более мелкими частицами, либо о возросшей переносимой массе твердой фазы вследствие увеличения скоростей ветра при бурях. Возможно, что наблюдаются оба этих фактора. На рис. 1 представлены два снимка пыльных бурь из космоса на осушенном дне Арала, полученные в различные исторические моменты его обмеления.

На левом снимке приведен шлейф песчано-солевой бури 10 сентября 1985 г., источником которой являлись песчаные осушенные поверх-

ности у восточного берега моря. На правом снимке со спутника NOAA – 16 показан вынос аэрозоля 15 апреля 2003 г. уже с осушенной части поверхности дна, сложенной алевритовыми донными отложениями. Хорошо видна увеличившаяся оптическая плотность шлейфа выноса этой бури по сравнению со снимком бури 1985 г.

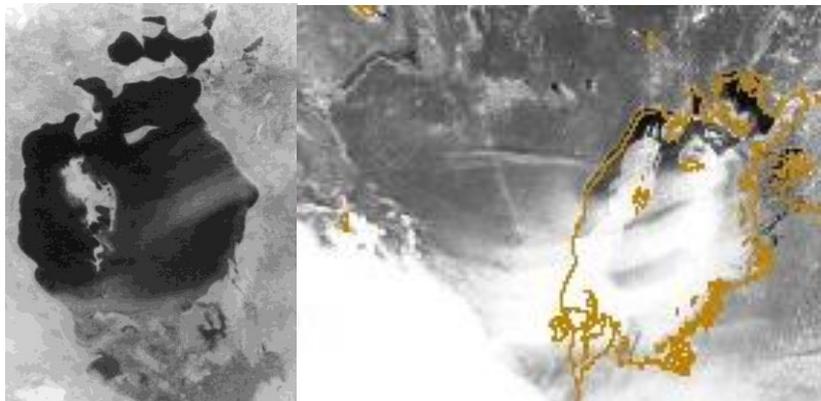


Рис. 1. Космические снимки шлейфов выноса аэрозоля в различные исторические моменты обмеления Аральского моря. Слева – 10.09.1985 г., справа – 15.04.2003 г.

Чтобы дать количественный прогноз выноса и выпадения Аральского аэрозоля на окружающую территорию по мере дальнейшего падения уровня воды в Большом море необходимо иметь следующую минимально необходимую прогностическую информацию.

- Метеорологическая часть параметров включает: число и продолжительность бурь, скорость и направление ветра во время бурь на прогнозируемый период.
- Гидрологический прогноз уровня воды в водоеме для определения морфометрических характеристик осушенной части дна моря.
- Прогноз дисперсного состава осушающихся грунтов дна;
- Прогноз содержания солей в составе грунтов и в потоке аэрозолей.

Прекращение работ по научному мониторингу за падением уровня Арала и его последствиями в начале 90-х годов 20 века значительно снизило возможности прогноза развития процессов дефляции осушенной части дна моря в нынешние времена. Из этого перечня параметров даже для современной оценки процессов выветривания мы располагаем очень урезанной информацией. В Казахстане МС Уялы перенесена в глубь континента и не отражает реально протекающие метеорологические условия на осушенном дне, МС О. Лазарева и МС Барса-Кельмес закрыты и не могут

давать сведения о процессах пыльных бурь. Работающей метеостанцией в районе Аральской экологической катастрофы осталась только одна – Аральское Море. Поэтому приближенную картину масштабов выноса Аральского аэрозоля в настоящее время можно получить лишь путем моделирования процессов ветрового переноса тяжелых быстро оседающих частиц грунта осушенной части дна водоема и привлечения информации с искусственных спутников Земли.

Описание восьмислойной модели переноса массы грубодисперсного аэрозоля и алгоритм расчета по ней

Для стационарного монодисперсного двухмерного потока частиц в пограничном слое атмосферы уменьшение массы аэрозоля в нем вдоль координаты x прямо пропорционально массе частиц песка в ветропесчаном потоке M на границе источника, гидродинамической крупности частиц ω_g и обратно пропорционально высоте подъема H и динамической скорости потока u_*

$$\frac{dM}{dx} = -K \cdot \frac{\omega_g}{u_*} \cdot \frac{M}{H}, \quad (1)$$

где K – коэффициент пропорциональности.

Решение этого дифференциального уравнения показало, что изменение массы аэрозоля в потоке вдоль координаты x вследствие его гравитационного выпадения описывается следующей экспоненциальной зависимостью

$$M(x) = M_o \exp\left(-K \cdot \frac{\omega_g}{u_*} \cdot \frac{x}{H}\right). \quad (2)$$

Численное значение $K = 0,22$ было оценено по измерениям Разакова и Косназарова [9, 15], нашим экспедиционным исследованиям [13] и результатам авиационного зондирования аэрозольных потоков в районе Аральского моря. Зондирование атмосферы в районе Арала показало, что верхняя граница слоя переноса мелкодисперсного аэрозоля в шлейфах бурь находится на высоте 400...1000 м. Массовая концентрация частиц в этом слое во время бурь возрастает в 5...6 раз по сравнению с чистой атмосферой, наблюдается стабильное распределение аэрозоля по размерам.. Выше, на высотах 1200...2500 м, было отмечено падение концентрации аэрозолей на два порядка, частицы отличались нестабильной функцией распределения по размерам [3].

Зондирование над Каракумами во время пыльной бури показало, что перенос так же ограничивался высотой около 1000 м. В слое 150...1000 м концентрация аэрозолей в воздухе достигала 2250 мкг м⁻³, а на высотах

1000...3000 м она уменьшалась почти на порядок – $334 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$. По визуальным оценкам наблюдателей, чистой атмосфере соответствовали концентрации аэрозолей $10...90 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$, дымке – от 30 до $350 \text{ мкг}\cdot\text{м}^{-3}$ [5].

Проникновению аэрозоля в более высокие слои тропосферы мешает формирующийся слой температурной инверсии в верхней части двухфазного потока за счет радиационного нагревания частиц. Поэтому во время песчаных и пылевых бурь переносимые ветром частицы не выходят за пределы пограничного слоя атмосферы [11]. Таким образом, в районе Арала за верхнюю границу переноса аэрозоля, генерированного песчаными бурями, можно принять $H = 1000 \text{ м}$.

Для получения трансформации содержания массы твердой фазы вдоль траектории переноса необходимо усложнить схему вычислений с использованием решения (2). Чтобы приблизить результаты моделирования к реальным условиям переноса полидисперсного быстро оседающего аэрозоля можно предложить следующую методологию вычислений.

Как показали наши измерения переноса песка во время бурь на осушенном дне Арала, вертикальные профили твердого расхода песка в приземном слое атмосферы описываются степенной функцией

$$q(z) = q_1 \left(z/z_1 \right)^{-0,57(w_g/u_*)} \quad (3)$$

где $q(z)$ – твердый расход песка на высоте z , $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$; q_1 – то же на высоте z_1 ; w_g – скорость свободного падения частиц песка среднего геометрического размера d_o на исследуемой поверхности (гидродинамическая крупность частиц); u_* – динамическая скорость [13].

Систематических экспериментальных исследований переноса массы полидисперсных аэрозолей в пограничном слое атмосферы (ПСА) во время песчаных бурь не проводилось. Из теоретических исследований можно отметить лишь две работы. Баренблатт и Голицын исследовали поведение тонкого монодисперсного аэрозоля, для которого отношение $w_g/u_* \ll 1$. Поэтому они не рассматривали изменения размеров частиц с высотой переноса [1, 14]. Каипов, при численном моделировании переноса частиц песка в ПСА, рассмотрел только два выделенных им размера частиц – 20 и 90 мкм [13].

Для описания вертикального строения ветропесчаного полидисперсного потока реального песка, нами были экстраполированы экспери-

ментальные зависимости изменения среднего геометрического размера частиц с высотой переноса и профилям твердого расхода на ПСА до высоты 1000 м. Такая экстраполяция профиля $q(z)$ при нейтральной стратификации атмосферы на весь ПСА не должна вызывать особых возражений, так как Баренблатт и Голицын получили для профиля концентрации аэрозоля в этих условиях тоже степенную зависимость, показатель степени которой также является функцией отношения w_z/u_* .

Полный расход массы переносимого ветром песка в слое 0...1000м получен нами интегрированием $q(z)$ от 0 до 1000 м

$$Q_{z=1000} = \int_0^{1000} q(z) dz .$$

Далее в приземном и пограничном слоях атмосферы выделяются 8 слоев: 0...10; 10...50; 50...100; 100...200; 200...400; 400...600; 600...800 и 800...1000 м. Полный расход песка представляется в виде суммы общих расходов песка в выделенных слоях его переноса

$$Q_{z=1000} = \int_0^{10} q(z) \cdot dz + \int_{10}^{50} q(z) \cdot dz + \int_{50}^{100} q(z) dz + \int_{100}^{200} q(z) dz + \int_{200}^{400} q(z) dz + \int_{400}^{600} q(z) dz + \int_{600}^{800} q(z) dz + \int_{800}^{1000} q(z) dz \cdot$$

Для упрощения в дальнейшем процедуры вычислений по модели определяются отношения общих расходов песка в этих слоях к полному расходу в слое 0...1000 м

$$k_1 = \frac{Q_{0..10}}{Q_{z=1000}}, k_2 = \frac{Q_{10..50}}{Q_{z=1000}}, k_3 = \frac{Q_{50..100}}{Q_{z=1000}}, \dots, k_8 = \frac{Q_{800..1000}}{Q_{z=1000}} .$$

В уравнениях (1) и (2) рассматривается изменение перенесенной ветром массы песка M за промежутки времени τ , в течение которого наблюдалась буря. Так как Q_z является переносимой ветром массой песка в единицу времени через фронт переноса в один метр в слое высотой z метров, то общая масса песка, вынесенная из плоскостного источника частиц через этот фронт переноса, должна определяться интегралом

$$M = \int_0^{\tau} Q_z(t) dt .$$

На практике мы имеем не непрерывную функцию $Q_z(t)$, а определенные за достаточно продолжительные интервалы времени средние величины. Поэтому M определяется либо суммированием произведений $Q_{zi} \cdot \Delta t_i$,

$$M = \sum_{i=1}^n Q_{zi} \cdot \Delta t_i,$$

где Q_{zi} – расход песка в интервале времени Δt_i , либо умножением осредненного расхода песка за бурю на её продолжительность $\overline{Q_z} \cdot \tau$

$$M = \overline{Q_z} \cdot \tau.$$

Первый вариант предпочтителен в нестационарных условиях переноса, когда Q_{zi} меняется в больших пределах. Второй удобен при стационарных процессах переноса.

Следующий, входящий в расчетную формулу (2), параметр – динамическая скорость u_* . Динамическая скорость потока u_* является одной из наиболее важной характеристикой приземного и пограничного слоев атмосферы. Она является мерой интенсивности турбулентного пульсационного движения и мерой переноса импульса пульсациями потока. Как известно, при безразличной температурной стратификации приземного слоя атмосферы динамическая скорость определяет локальное значение коэффициента турбулентности на любом из его уровней: $k_{zi} = \kappa \cdot u_* \cdot z_i$, где $\kappa = 0,4$ – постоянная Кармана, z_i – высота над поверхностью. Кроме того, динамическая скорость необходима для прогнозов локальных и крупномасштабных атмосферных процессов, так как ее горизонтальные градиенты определяют величины вертикальных движений воздуха вследствие его трения о поверхность Земли при перемещении [1, 2, 4, 6, 7, 8, 14].

Зная динамическую скорость легко определить и касательное напряжение в воздушном потоке, так как динамическая скорость u_* и касательное напряжение τ связаны между собой равенством $\tau = \rho \cdot u_*^2$, где ρ – плотность воздуха..

Значение динамической скорости в формуле логарифмического профиля ветра определяет масштаб скорости ветра и может рассматриваться как показатель тормозящего влияния подстилающей поверхности на скорость потока в ПСА

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln \frac{z}{z_0}. \quad (4)$$

По-видимому, именно поэтому в западной научной литературе u_* называют скоростью трения. Всё это показывает, как важно и необходимо использовать u_* при исследованиях песчаных бурь.

Поскольку динамическая скорость u_* непосредственно не измеряется, а определяется по измерениям профиля ветра, что довольно трудоемко и не всегда возможно, на практике целесообразно выражать ее через скорость ветра на каком-нибудь уровне приземного слоя атмосферы, удобном для измерений. Часто такие измерения ведутся на высотах 0,5 и 2 м (градиентные и теплосбалансовые наблюдения) или 8...12 м (срочные измерения ветра на метеостанциях).

В чистых воздушных однофазных потоках скорость ветра и динамическая скорость связаны линейно, как это видно из уравнения (4)

$$u_* = c \cdot u_z,$$

где $c = \frac{1}{\kappa} \frac{\ln \frac{z}{z_0}}{\ln \frac{z}{z_0}}$ является постоянной величиной, так как параметр

шероховатости z_0 имеет постоянное значение, характерное для каждой поверхности [4, 7, 8].

В двухфазном ветропесчаном потоке параметр шероховатости z_0 не является постоянной величиной и растет по мере увеличения u_* по зависимости

$$z_0 = \frac{1}{30} x_0 \left(\frac{(u_*^2 - u_{*k}^2)}{g x_0} \right)^2,$$

где g – ускорение свободного падения, x_0 – средний геометрический размер частиц песка [13]. Это приводит к нелинейной зависимости между скоростью ветра u на фиксированной высоте z и динамической скоростью потока. Впервые на это было указано еще в 70-х годах при исследовании песчаных бурь в Прибалхашье [12]. Несколько позже теоретически была подтверждена нелинейность этой зависимости Э.К. Бютнер [2].

На рис. 2 приведена эмпирическая зависимости $u_* = f(u_z)$ для уровня измерения 9 метров. Зависимость получена по результатам наших градиентных измерений профилей скоростей ветра $u(z)$ на 16-ти метровых мачтах во время песчаных бурь на осушенной части Арала в 13 экспедициях за 1980...1998 годы.

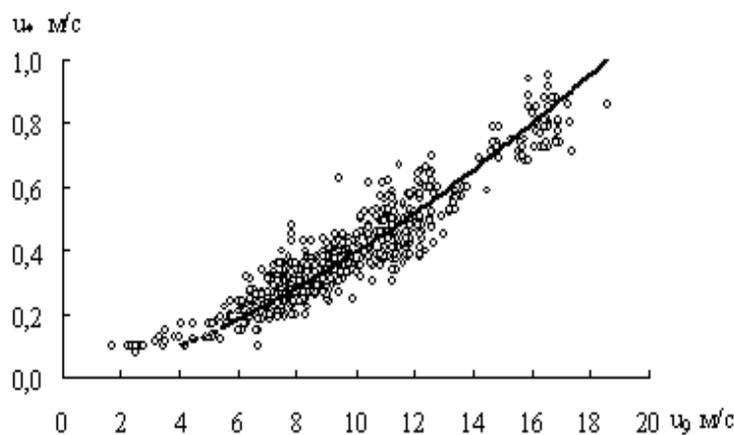


Рис. 2. Зависимость динамической скорости потока u_* от скорости ветра на высоте 9 м во время песчаных бурь и поземков.

Полученная зависимость на рисунке для высоты измерений 9 метров аппроксимируется следующей формулой

$$u_* = 1,25 \cdot 10^{-2} \cdot u_9^{1,5}. \quad (5)$$

Для уровня 2 метра она имеет вид

$$u_* = 1,7 \cdot 10^{-2} \cdot u_2^{1,5}. \quad (6)$$

В формулах (5) и (6) u_* и u_z измеряются в м/с. Для целей метеорологического прогноза пыльных бурь и интенсивности переноса частиц твердой фазы ветром наибольший интерес представляет уравнение (5). Оно позволяет получить u_* по скорости ветра, измеренной на станциях. Распределение частиц по размерам у подвижных и полужакрепленных песков аппроксимируется логарифмически нормальным распределением. Это распределение полностью описывается двумя параметрами – d_0 и $\sigma_{\lg d}$, где d_0 – их средний геометрический размер; $\sigma_{\lg d}$ – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц. [11]. Для определения размеров частиц на верхней границе каждого слоя были привлечены измерения дисперсного состава песчаного аэрозоля с логарифмически нормальной массовой функцией распределения по размерам на различных высотах приземного слоя атмосферы, выполненные экспедициями Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ) во время бурь на Арале.

На рис. 3 приведены результаты этих исследований над песчаной поверхностью со средним геометрическим размером частиц в поверхностном слое $d_0(0) = 120$ мкм во время очень сильной бури. Точками на рисунке обозначены экспериментальные определения отношения $d_0(z)/d_0(0)$ в 16-ти метровом приземном слое атмосферы, где $d_0(z)$ – средний геометрический размер частиц песка на высоте переноса z .

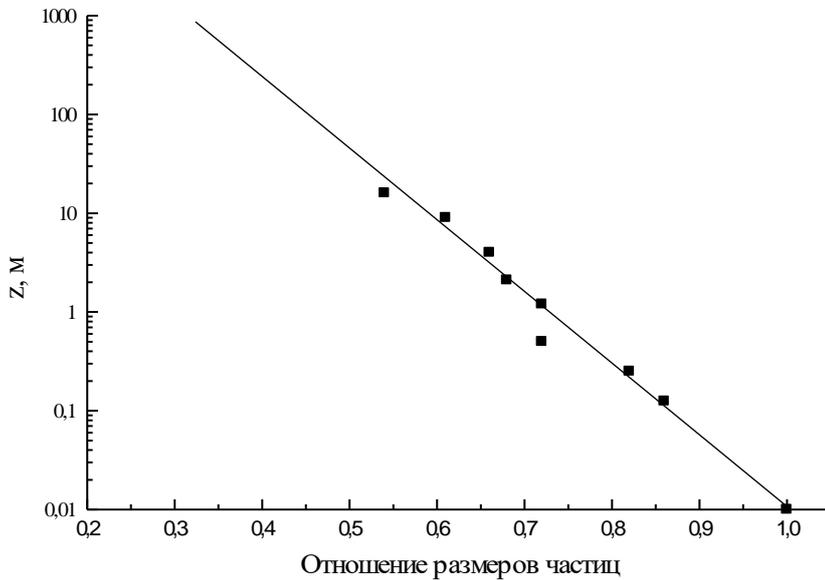


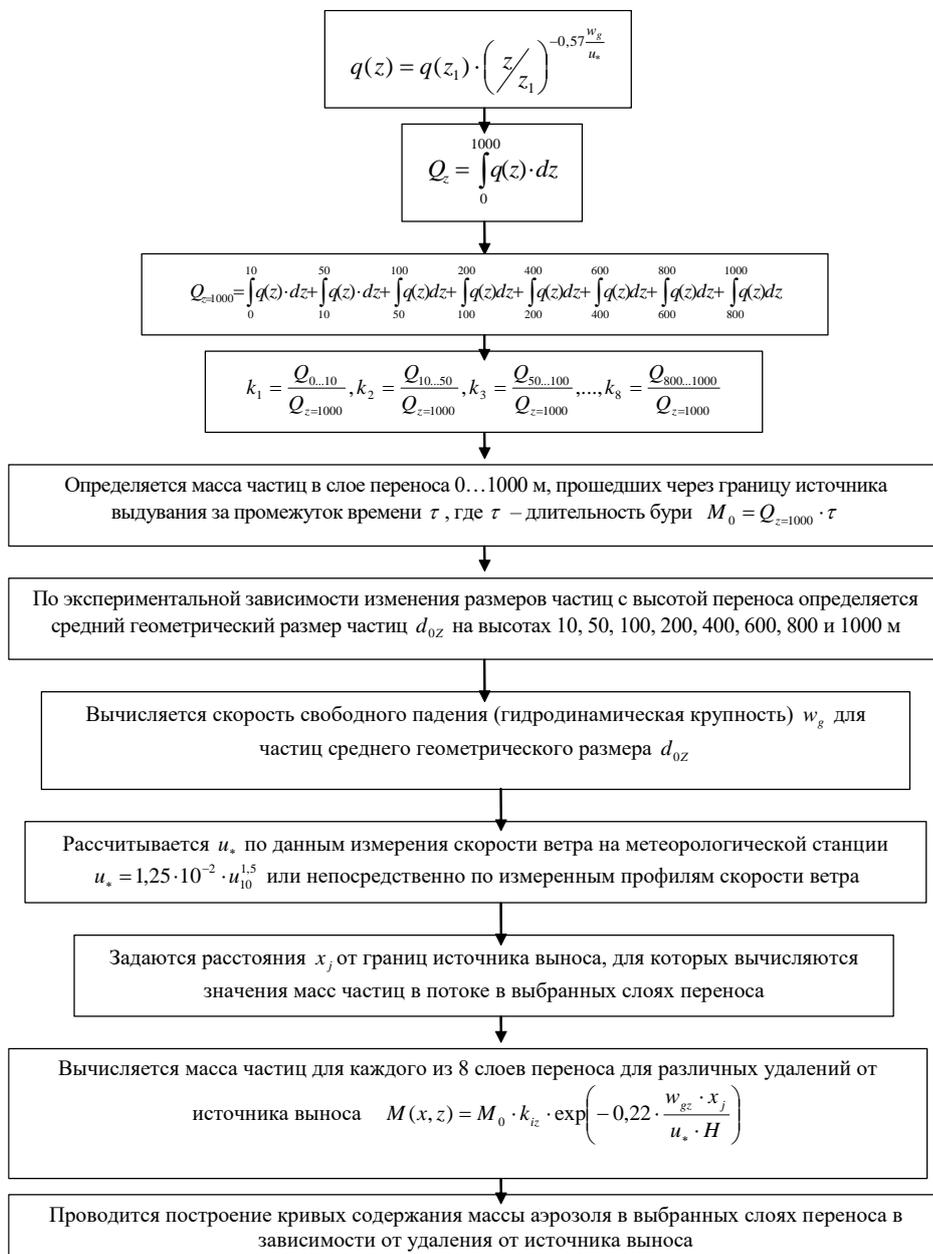
Рис. 3. Изменение с высотой переноса отношения размеров частиц $d_0(z)/d_0(0)$.

Полученная зависимость была экстраполирована до высоты 1000 м. С кривой были сняты значения $d_0(z)/d_0(0)$ для верхних границ каждого из восьми принятых для расчетов слоев переноса, получены средние геометрические размеры частиц на этих уровнях и рассчитаны скорости их свободного падения (гидродинамическая крупность частиц) w_g по формуле Стокса. Ниже приводятся результаты этих вычислений.

z , м	0	10	50	100	200	400	600	800	1000
d_0 , мкм	120	70	60	54	49	44	41	40	38
w_g , см/с	80	39	28,6	23,2	19,2	15,4	13,2	12,7	11,5

Таким образом, получают значения M_0 , u_* и $w_g(z)$, необходимые для вычислений по формуле (2)

Алгоритм расчета массы частиц аэрозоля в пограничном слое атмосферы на различном удалении от источника выноса при песчаных бурях



Моделирование переноса грубодисперсного аэрозоля с осушенной части дна Арала на примере очень сильной песчаной бури

Описание песчаной бури 15...16 июня 1984 года. Очень сильная и продолжительная песчаная буря 15...16 июня 1984 года проходила над осушенной частью дна Аральского моря. В это время здесь проводила комплексные градиентные измерения на 16-ти метровых метеорологических мачтах экспедиция КазНИГМИ. Эта песчаная буря подробно рассмотрена и описана в работе [11]. Дисперсный состав песков описывался логарифмически нормальным распределением со средним геометрическим размером частиц $d_0 = 120$ мкм и средним квадратическим отклонением логарифмов размеров $\sigma_{\lg d} = 0,11$ [11].

Рельеф на месте проведения исследований представлял плоскую равнину, покрытую подвижными барханскими цепями со средней высотой от 0,6 до 0,8 метра. Межбарханские понижения, сложенные песчаными грунтами, были покрыты тонкой солевой коркой, влажной в ночные и ранние утренние часы. Растительность отсутствовала. Метеорологическая мачта была установлена в межбарханном понижении на расстоянии около километра от края массива. Воздушный поток при СЗ и З направлениях ветра проходил над массивом подвижных песков больше 10 км, что позволяло ему достигать достаточно большого насыщения аэрозолями, участвующими в процессе диффузии. Измерения КазНИГМИ позволили хорошо изучить это стихийное явление погоды.

Буря началась 15 июня в 17 часов местного времени и окончилась 16 июня в 19 часов. Она возникла при прохождении холодного фронта, связанного с выходом южного циклона. Циклон образовался над экваторией Каспийского моря 14 июня и начал быстро смещаться в ССЗ направлении, 15...16 июня его центр уже находился в районе Актюбинска. Давление в центре циклона достигало 1000 гПа. В его тыловой части наблюдалась адвекция холода, с которой было связано формирование вторичных холодных фронтов. Отмечалось быстрое падение давления перед фронтальным разделом, достигавшее 3...4 гПа за 12 часов. За фронтальным разделом располагалась зона высокоградиентного поля. Средняя скорость ветра во время бури достигала 16...21 м/с с порывами до 25 м/с, дальность видимости уменьшалась до 50 м и менее. Такая низкая видимость сохранялась до конца дня 15 июня. Днем 16 июня в течение почти 17 часов видимость оставалась такой же плохой, лишь изредка увеличиваясь на несколько минут до 100...150 м. Только после 16 часов началось ее посте-

пенное улучшение и к 17 часам она возросла до 200...300 м. В 19 часов буря перешла в интенсивный песчаный поземок. Средняя скорость ветра в этот момент упала до 10 м/с, видимость увеличилась до 1000 м.

15 июня во время начала бури облачность составляла 10 баллов. Нижняя граница ее была на значительной высоте, и, по-видимому, это явилось причиной отсутствия осадков при прохождении фронтального раздела. В утренние часы 16 июня облачность еще сохранялась, но к полудню ее уже не стало. Тем не менее, в продолжение всей бури небо было серым, лишь небольшая область в зените во второй половине дня выглядела серо-голубой. После появления солнца из-за облаков оно едва угадывалось на небосводе не оставляя на поверхности теней от предметов.

Температура во время бури в послеполуденные часы достигала 24 °С и упала на 4,5 °С по сравнению с предшествующими сутками. Существенным оказалось влияние взвешенного в воздухе аэрозоля и на суточную амплитуду температуры, которая сократилась до 7 °С, тогда как в предшествующие ясные сутки она достигала 13...15 °С.

Большие изменения во время бури произошли в строении поверхности и особенно эоловых форм рельефа всех масштабов. Эоловая рябь утром 16 июня приобрела вначале нечеткие размытые формы, а затем и вовсе исчезла. С барханов был снесен слой песка мощностью до 25...35 см. К концу бури полностью обнажились их влажные внутренние горизонты и из привычной серповидной формы барханы перешли в овальную, сглаженную, похожую на плосковыпуклые линзы. За пределами массива подвижных песков на закрепленном растительностью осушенном дне моря на расстоянии нескольких сот метров поверхность оказалась покрыта слоем песка мощностью несколько сантиметров, за кустами растений сформировались косы навевания.

Открытие влажных горизонтов барханов при их передвижении ветром повлияло на расход твердой фазы потока и эффект ускорения. К восьми часам утра 16 июня примерно 30 % площади барханов оказалось занятой влажным песком, обнажившимся после перемещения барханов по направлению ветра. К 15 часам площади влажного песка значительно возросли, и это сказалось на режиме бури, он стал нестационарным. Поверхностный слой влажного песка быстро подсыхал до влажности ниже критической и вновь вовлекался в ветровой перенос, но это приводило к уменьшению интенсивности переноса массы твердой фазы потока, улучшению видимости и перемежающемуся режиму процесса ускорения. Ускоренные профили скорости ветра чередовались с логарифмическими в моменты снижения расхо-

да песка. К 17 часам большая часть поверхности оказалась сложенной влажным песком, что привело к уменьшению диффузионного потока частиц, улучшению дальности видимости и окончанию эффекта ускорения потока. Профили ветра стали логарифмическими, несмотря на сохранившиеся еще большими средние скорости потока до 17 м/с и сальтационную составляющую потока массы песка.

Окончание бури было таким же внезапным, как и ее возникновение. В конце бури в 19 час 20 мин средняя скорость ветра быстро снизилась с 17,6 до 11,3 м/с на высоте 16 м, что привело к окончанию переноса песка. Температура воздуха упала в эти последние минуты на 1,4 °С, локальное число Ричардсона Ri_1 возросло вдвое с $-0,005$ до $-0,01$, масштаб Мони-на-Обухова L_0 уменьшился с -255 до -60 м. Перенос песка перешел в прерывистый поземок, а затем и вовсе прекратился. Приведенное описание бури и её физические параметры позволяют отнести её к стихийному метеорологическому явлению погоды.

Измерения во время этой бури проводились только 16 июня. Поэтому и моделирование выполнено только для этой даты. Полученные вертикальные профили твердого расхода песка, значения их параметров, общий расход в приземном слое атмосферы, высота которого во время бури достигала 140...170 м, и динамическая скорость представлены в таблице 1 [11]. Анализ данных таблицы позволяет принять условия переноса достаточно стационарными, и моделировать ветровой перенос массы за пределами источника выноса по средним значениям общего расхода $\overline{Q_z}$ и динамической скорости u_* . Продолжительность переноса при моделировании была принята равной $\tau = 8,8$ часа или 31680 с, средний расход песка в 1000-и метровом слое взят равным $\overline{Q_z} = 4,1 \cdot 10^{-2}$ кг/(м с). Непосредственно измеренные профили скорости ветра и твердого расхода песка во время бури позволили использовать при моделировании более точные данные о $\overline{Q_z}$ и u_* (Табл. 1). При их отсутствии необходимо применять рассчитанные данные, как это указано в алгоритме расчета.

Интерес представляет не только конечный результат моделирования переноса аэрозоля, но и некоторые промежуточные его этапы. Наибольший научный и практический интерес представляет оценка масс частиц, переносимых в различных слоях приземного и пограничного слоев атмосферы на выходе ветропесчаного потока из источника выноса. Ниже

приводятся их нормированные величины на значения полного расхода в 1000-и метровом слое переноса.

$z_1 - z_2, \text{ м}$	0...10	10...50	50...100	100...200	200...400	400...600	600...800	800...1000
$\frac{Q_{z1} - Q_{z2}}{Q_{z=1000}}$	0,808	0,082	0,0298	0,027	0,0246	0,0133	0,009	0,007

Хорошо видно, что наибольшая масса песка переносится в нижней части приземного слоя атмосферы – до 81 % её содержится в слое 0...10 м. Во всей толще приземного слоя, мощность которого достигала во время бури около 150 м, перемещается до 94 % массы песка. На долю пограничного слоя атмосферы приходится 6% массы песка. Эти числа опровергают сложившееся среди большинства географов–пустыноведов мнение, что достаточно исследовать при ветровом переносе песка только нижний метровый слой ветропесчаного потока. Такие измерения позволяют делать только над крупным песком со средним геометрическим размером свыше 170...180 мкм. Ясно так же, что в дальнем переносе участвует не более 5...6 % от всей перемещаемой ветром массы песка. При более слабых бурях, по сравнению с рассматриваемой, доля частиц, участвующих в дальнем переносе, будет ещё меньше.

Результаты моделирования дальности переноса массы частиц в различных выбранных нами слоях атмосферы при стихийной песчаной буре представлены на рисунках 4 – 6. При моделировании окончание расчетов было задано уменьшением массы частиц, переносимой через фронт переноса в один метр, до значения 10 мкг. Это граничное условие следует в дальнейшем уточнить, так как в этом вопросе существует некоторая неопределенность. Вероятнее всего это граничное условие должно быть большим.

Определить его можно было бы, используя визуальную оценку чистоты воздуха и измерения концентрации аэрозоля в нем, приведенные выше – 10...90 мкг·м⁻³. Для этого нужно знать скорость ветра на высотах в месте окончания шлейфа выноса частиц, чтобы перейти к величине твердого расхода частиц. Но она нам неизвестна.

На рис. 4 видно, что частицы из самого нижнего слоя 0...10 м выпадают из потока на расстоянии около 2 км. В полосе шириной в один метр на этом расстоянии на поверхность выпало 2000 кг песка.

Таблица 1

Вертикальные профили твердого расхода песка во время песчано-солевой бури

Время измерения		q_z (кг/м ² ·с ⁻¹) на высоте над поверхностью песка, м								Параметры профилей		u_* , м/с	Q_z , кг/м ⁻¹ ·с ⁻¹
начало	конец	0,125	0,25	0,5	1	2	4	9	16	q_1	α		
7:35	8:55	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	1,14	0,70	$1,9 \cdot 10^{-2}$
9:09	10:11	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	1,15	0,69	$2,5 \cdot 10^{-2}$
10:25	11:03	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$8,8 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	1,25	0,74	$4,4 \cdot 10^{-2}$
11:20	12:00	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	1,20	0,68	$5,2 \cdot 10^{-2}$
12:10	12:55	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	3,0	1,15	0,71	$3,8 \cdot 10^{-2}$
13:15	14:05	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$	2,5	1,26	0,72	$5,0 \cdot 10^{-2}$
14:27	15:20		$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	2,1	1,36	0,70	$7,2 \cdot 10^{-2}$
15:30	16:23		$8,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	4,2	1,79	0,69	$5,6 \cdot 10^{-2}$

К этой массе прибавляется ещё около 200 кг мелкого песка из следующего слоя 10...50 м.

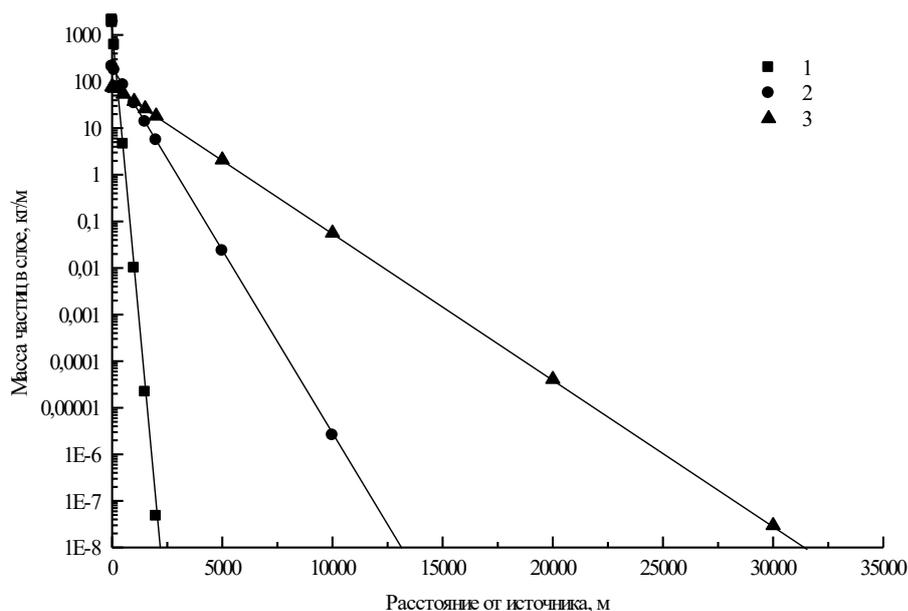


Рис. 4. Выпадение частиц песка, переносимых ветром в пределах приземного слоя атмосферы во время сильной песчаной бури, по мере удаления от источника выноса. 1 – в слое 0...10 м, 2 – в слое 10...50 м, 3 – в слое 50...100 м.

Так, значительно агрессивнее, чем медленное движение барханов, происходит интенсивное наступление песков на окружающие их плодородные земли. Дальность переноса частиц аэрозоля из этого второго слоя возросла до 12 км, но большая часть массы выпала также вблизи от источника выноса.

Частицы, поднятые ветром на высоту 50...100 м, улетают ещё дальше – до 30 км. Перенесенная ветром за бурю масса частиц через фронт в один метр составляет около 100 кг. Более чем в два раза дальше улетают гигантские аэрозоли с высоты 100...200 м – до 75 км от границ источника выноса. Перенесенная масса частиц в этом слое за бурю оказалась также около 60 кг, хотя мощность слоя по сравнению с предыдущим возросла вдвое. Наиболее далеко были унесены аэрозольные частицы, поднятые ветром выше приземного слоя атмосферы (рис. 5). С высоты 200...400 м они улетают на расстояния порядка 180 км, из слоя 400...600 м – до 300 км, с высоты 600...800 м ещё дальше – на расстояние 420 км. На максимальное расстояние были унесены частицы размером менее 40 мкм с высоты

800...1000 м – до 550 км. Масса частиц в слое 200...400 м достигала 50 кг, 400...600 м – 40 кг и в двух последних по высоте переноса была около 20 кг.

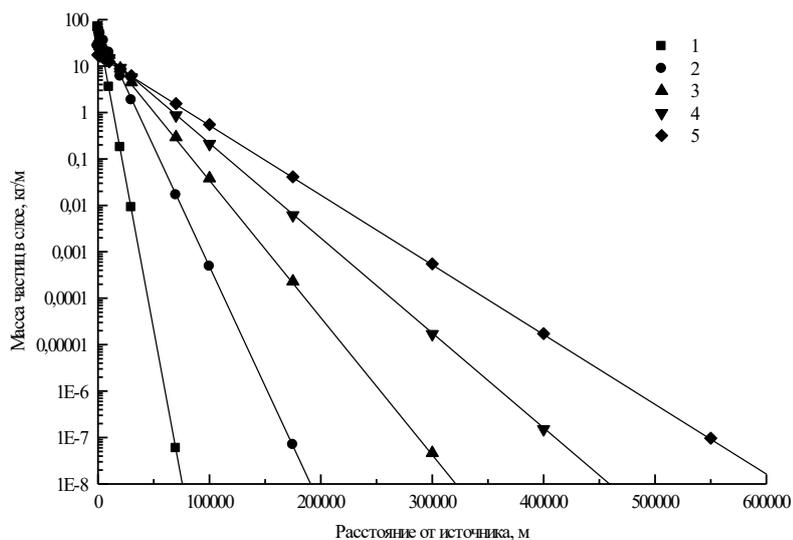


Рис. 5. Выпадение частиц грубодисперсного аэрозоля из пограничного слоя атмосферы при сильной песчаной буре по мере удаления от источника выноса. 1 – в слое 100...200 м, 2 – в слое 200...400 м, 3 – в слое 400...600 м, 4 – в слое 600...800 м, 5 – в слое 800...1000 м.

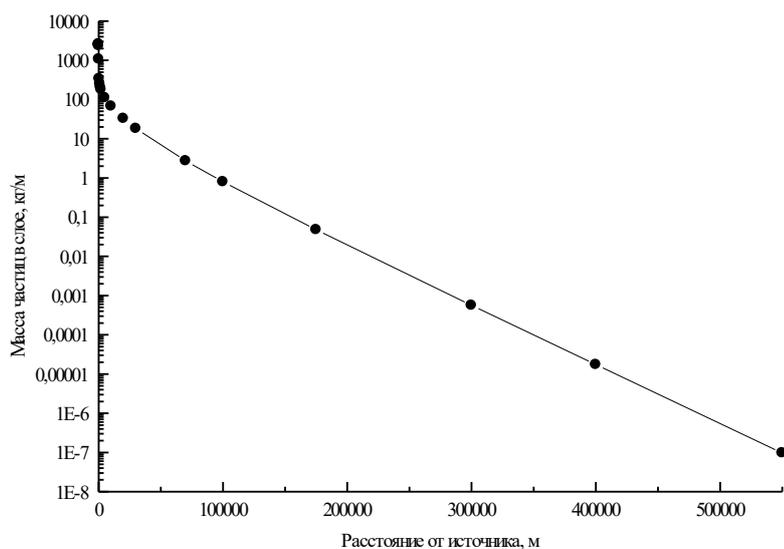


Рис. 6. Суммарная кривая выпадения массы песка из потока по мере удаления от источника выноса.

На последнем рисунке приведена интегральная кривая выпадения массы частиц песчано-солевого аэрозоля из всего слоя переноса, полученная путем суммирования всех восьми экспоненциальных кривых приземного и пограничного слоя атмосферы, представленных на рис.4 и 5.

Таким образом, моделирование трансформации ветропесчаного потока вдоль его движения над не эродирующей поверхностью после выхода за пределы источника выветривания позволило получить его характеристики как по длине траектории, так и по высоте переноса: размеры частиц и переносимую массу на различных высотах пограничного слоя атмосферы, убывание массы частиц в потоке по мере удаления от источника выноса.

Принятая модель не учитывает продолжения поступления мелкодисперсного аэрозоля из нижних слоев пограничного слоя атмосферы в верхние и после выхода потока за пределы источника выноса. Поэтому следует ожидать некоторого незначительного увеличения массы частиц в самых верхних слоях потока на уровнях 600...1000 м. Учитывая, однако, достаточно малое их содержание в потоке выше приземного слоя атмосферы, учет этого эффекта не должен значительно изменить полученные результаты по дальности переноса частиц данного песка с параметрами $d_0 = 120 \text{ мкм}$ и $\sigma_{igd} = 0,11$.

В будущем, если станет известен дисперсный состав донных отложений алевритового состава, следует выполнить моделирование сильных бурь с этих новых осушенных территорий и сравнить полученный результат с космическими снимками. Это позволит более корректно оценить параметры модели. Модель может быть использована для исследования трансграничного выноса аэрозоля из района Аральского моря на территорию соседних государств.

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить благодарность своим коллегам по совместной работе А. П. Шапову и О.С. Галаевой за помощь и ценные советы при подготовке статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 44 с.
2. Бютнер Э.К. Динамика приповерхностного слоя воздуха. – Л. Гидрометеиздат, 1978. – 157 с.

3. Жвалев В.Ф., Дьяченко Л.Н., Романова Т.С. Измерение прозрачности атмосферы и аэрозольных характеристик в регионе Аральского моря // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. – С. 132 – 143.
4. Зилитинкевич С.С. Динамика пограничного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 291 с.
5. Кириченко Л.В., Щигорева Н.И. Минеральная пыль и ее химический состав над некоторыми районами Средней Азии // Тр.ИППГ. – 1976. – Вып. 21. – С. 133 – 148.
6. Китайгородский С.А. Физика взаимодействия атмосферы и океана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 284 с.
7. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 341 с.
8. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Механика турбулентности. Часть I. – М.: Наука, 1963. – 639 с.
9. Разаков Р.М., Косназаров К.А. Эоловый вынос и выпадение солепылевых частиц в Приаралье / Проблемы Аральского моря и природоохранные мероприятия. – Ташкент, 1987. – С. 24 – 32.
10. Семенов О.Е. О распределении почвенных частиц по размерам на юге Казахстана вследствие эоловых процессов // Тр. КазНИГМИ.- 1970.- Вып.36.- С. 153-165.
11. Семенов О.Е. Об ускорении потока во время сильных песчаных и пылевых бурь // Гидрометеорология и экология. - 2000. - №3 - 4. – С. 23 - 48.
12. Семенов О.Е. Экспериментальные исследования кинематики и динамики пыльных бурь и поземков // Тр. КазНИГМИ. - 1972. - Вып.49.-С. 3 - 31.
13. Семенов О.Е., Шапов А.П., Каипов И.В. Песчано-солевые бури в Приаралье// Гидрометеорологические проблемы Приаралья. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – с. 132 – 233.
14. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of Matyre Dust Storms // J. Atmos Sci.- 1974 - Vol. 31, No 7. - P. 1917 – 1933.
15. Razakov B.M., Kosnazarov K.A. Dust and salt transfer from the exposed bed of the Aral Sea and measures to decrease its environmental impact // The Aral Sea Basin / Ed. by Ph.P.Micklin, W.D.Williams: Series 2. Environment, Vol. 12. – Berlin: NATO ASI, 1996. – P.95–102.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

АУА АҒЫНЫНДАҒЫ АУЫР, ЖЫЛДАМ ШӨГЕТІН ҚОСПАЛАРДЫҢ ДАУЫЛ КЕЗІНДЕ ТАСЫМАЛДАНУЫН МОДЕЛЬДЕУ

Физ.-мат. ғылым. канд.

О.Е. Семенов

Дауылдың желді құмды ағынынан ауыр, жылдам шөгетін қоспалар массасының түсуінің қарапайым жартылай эмпирикалық моделін құру. 1984 жылдың маусымында Арал аймағында болған күшті құмды-тұзды дауыл кезіндегі аэрозольдердің шығуын модельдеу орындалды. Модельдік есептеу параметрлерінің негізіне осы дауыл кезінде орындалған экспедициялық өлшемдер енгізілді. Атмосфераның жерге жақын қабатындағы қоспа бөлшектер 30 шақырымнан алыс ұзамағандығы көрсетілген. Ал 1000 метр биіктікке көтерілген бөлшектер 500 шақырымға дейін тасымалдануы мүмкін.

УДК 551.506 (574)

**ТИПИЗАЦИЯ СИНОПТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ,
ПРИВОДЯЩИХ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ВЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО
НАГОННОГО НАПРАВЛЕНИЯ НА КАЗАХСТАНСКОМ
ПОБЕРЕЖЬЕ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ**

Канд. техн. наук

С.П. Шиварева

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

Г.М. Бондарь

Приводятся результаты анализа синоптических ситуаций, выполненного с целью выявления характерных синоптических процессов, приводящих к возникновению ветров эффективного нагонного направления на северном, северо-восточном, восточном и южном побережье казахстанского сектора Северного Каспия.

Для создания надежной системы прогнозирования штормовых нагонов с достаточной заблаговременностью и своевременного оповещения заинтересованных в нем потребителей необходимо выявить синоптические ситуации, приводящие к возникновению нагонного направления ветра.

Основной силой, формирующей нагон морской воды на берег, является напряжение ветра на водную поверхность. Увеличение скорости ветра создает значительное усилие и тем самым приводит к подъему уровня моря. Особенности ветрового режима Северного Каспия определяются как синоптическими процессами регионального масштаба, так и местными термобарическими условиями. Характер воздействия последних обусловлен внутригодовыми изменениями основных параметров атмосферы и сезонными аномалиями повторяемости различных типов развития синоптических ситуаций в данном регионе. Обычно крупные нагоны у восточного побережья Северного Каспия отмечаются, когда глубокий циклон перемещается с запада на восток и располагается над южной частью междуречья рек Волги и Урала, а над южной частью Каспия располагается область повышенного давления.

При исследовании синоптических процессов и построении типичных синоптических карт применялись синоптико-статистические методы динамической метеорологии.

Мелководное казахстанское побережье Северного Каспия от дельты Волги до полуострова Бузачи затапливается морскими водами в то время, когда ветер имеет перпендикулярное направление в сторону суши. Это направление ветра называется эффективным направлением, в результате действия которого возникает нагон морской воды. Чем сильнее ветер эффективного направления и чем больше его продолжительность, тем дальше вглубь суши проникает нагонная волна.

Были выделены следующие участки казахстанского побережья Северного Каспия: северное, северо-восточное, междуречье Урала и Эмбы, залив Комсомолец, полуостров Бузачи. В зависимости от расположения участков определены эффективные нагонные направления ветра. Так, эффективным направлением ветра для возникновения сильных нагонов на северное побережье является южное и юго-восточное, на северное – южное направление, на междуречье Урала и Эмбы – юго-западное, на побережье залива Комсомолец – западное, на северное побережье полуострова Бузачи – западное и северо-западное. Возникновение указанных ветров эффективного направления происходит в результате развития определенных синоптических ситуаций. Важно выявить исходный момент, т.е. начальные условия для возникновения ветра эффективного направления, что даёт возможность прогнозировать возникновение катастрофических нагонов. Ниже приводится описание типовых синоптических ситуаций и их развитие для выбранных участков.

Синоптическая ситуация сильных нагонов на северном побережье Северного Каспия (эффективное направление ветра - южное, юго - восточное).

Исходной синоптической ситуацией для возникновения нагонов на северном побережье является вторжение холодного антициклона вдоль западных склонов Уральских гор в восточную часть Прикаспийской низменности.

При этом на северном побережье Каспия создаются благоприятные условия для выноса теплых воздушных масс. В западной половине Каспийского моря отмечается слабая циклоническая деятельность, иногда наблюдается выход южного циклона (рис. 1).

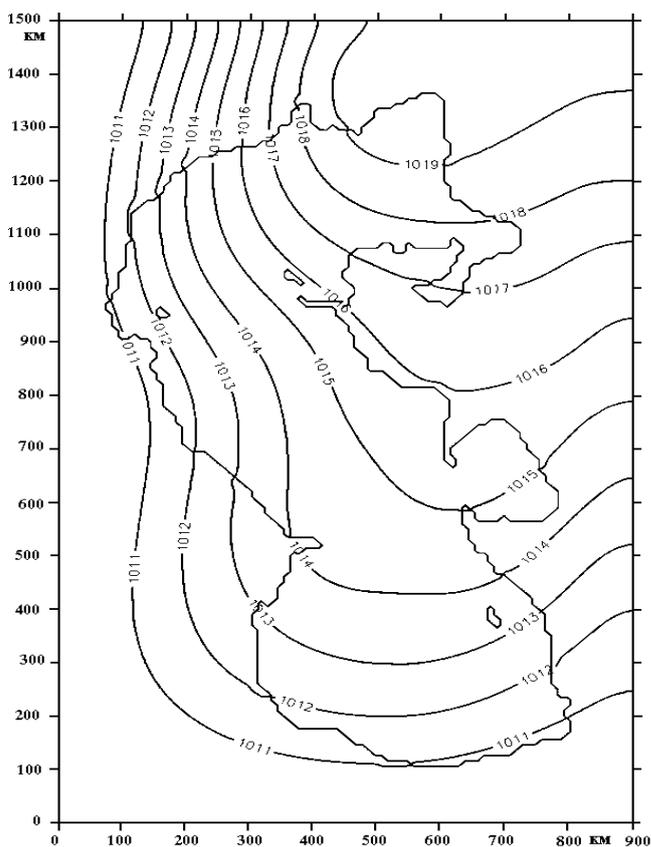


Рис. 1. Начальные условия возникновения нагона на северном побережье Северного Каспия (эффективное направление ветра - южное, юго-восточное).

Нагонам в это время способствует, с одной стороны, усиление блокирующего антициклона на востоке Атырауской области, в центре которого отмечается рост атмосферного давления и с другой стороны, выход углубляющегося южного циклона вдоль западного побережья Каспийского моря.

Известно, что изменение давления от одного района к другому называется градиентом давления. Чем больше разность давления между двумя районами, тем большая сила действует на воздух. При этом скорость ветра будет увеличиваться пропорционально сумме начального ветра и разности атмосферного давления между островами Тюлений и Боль-

шой Пешной. Параметры нагона зависят от длительности атмосферного процесса (рис. 2).

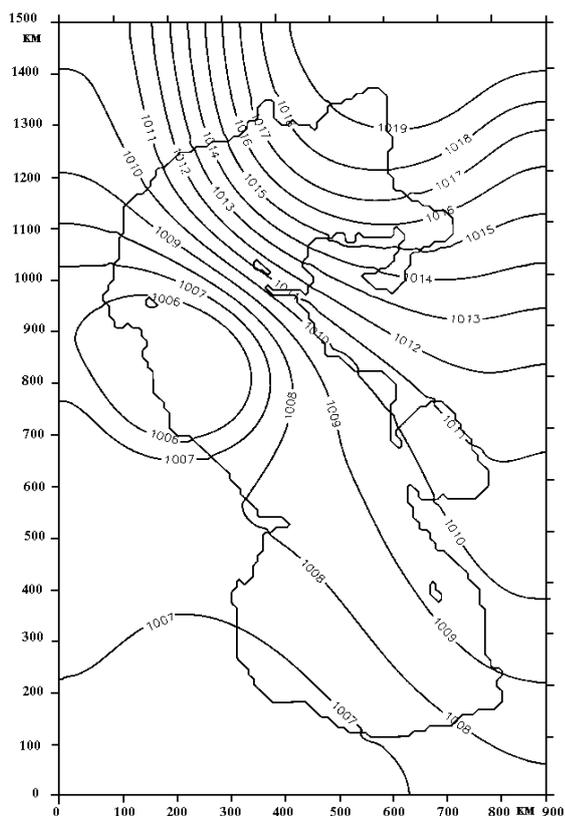


Рис. 2. Максимальное развитие циркуляции при усилении нагона на северном побережье Северного Каспия (эффективное направление ветра - южное, юго-восточное).

Прекращение нагонных явлений в этом районе связано с разрушением антициклона и перемещением его на восток или юго - восток, а также заполнением южного циклона.

Синоптическая ситуация сильных нагонов на северо-восточном побережье Северного Каспия (эффективное направление - южное)

Начало сильных нагонов на юге Атырауской области связано с перемещением черноморского циклона на север Каспийского моря. Возмож-

ны два основных варианта: первый, когда над Прикаспийской низменностью с севера спускается антициклон, второй, когда циклон очень глубокий и перемещается медленно (рис. 3).

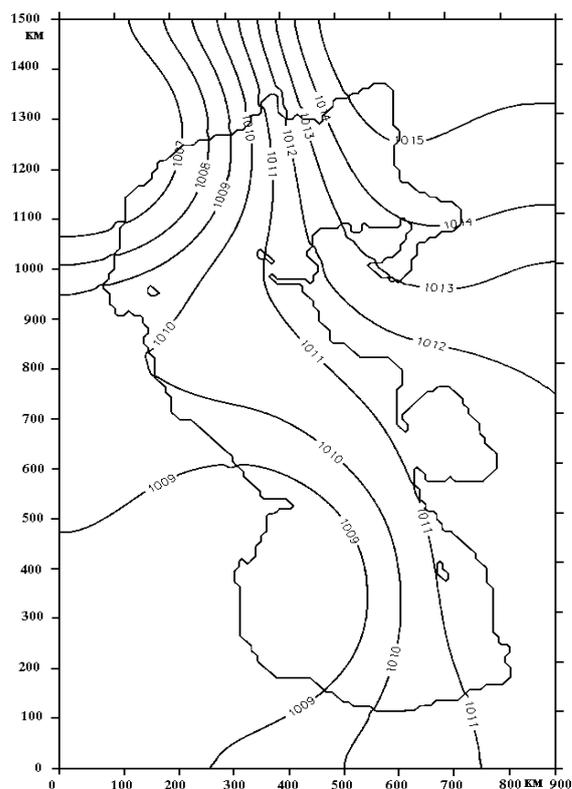


Рис. 3. Начальные условия возникновения нагона на северо-восточном побережье Северного Каспия (эффективное направление ветра - южное).

Максимально сильные нагоны в этом районе, да и по всему северному побережью Каспийского моря отмечаются, когда центр циклона расположен в дельте р. Волги. При этом отмечаются южные или юго-западные ветры, максимальная сила которых отмечается в районе острова Большой Пешной.

Если при этом происходит регенерация циклона, то это может длиться продолжительное время, вызывая усиление нагонов. Расчет силы ветра можно прогнозировать по увеличению разности атмосферного дав-

ления между дельтой Волги и полуостровом Бузачи. Естественно, необходимо учитывать скорость перемещения циклонов (рис. 4).

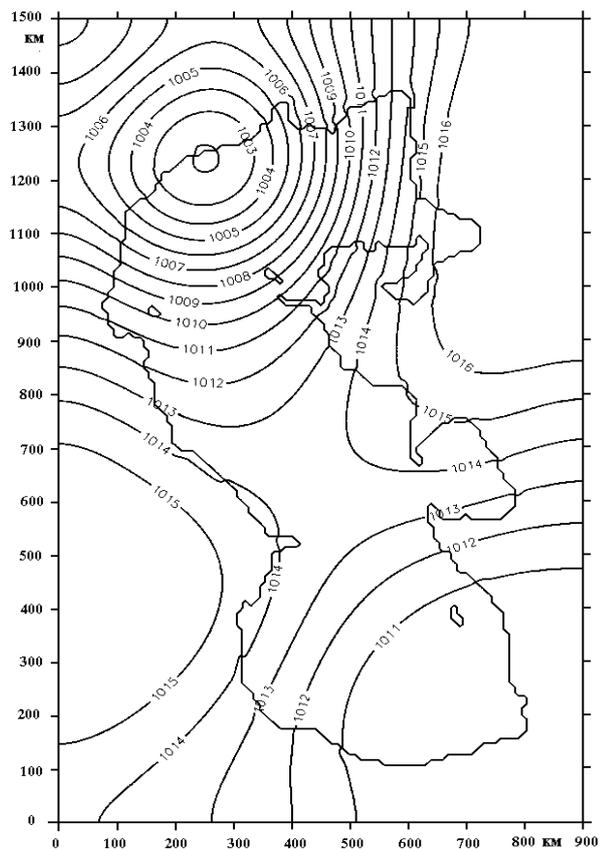


Рис. 4. Максимальное развитие циркуляции при усилении нагона на северо-восточном побережье Северного Каспия (эффективное направление ветра - южное).

Завершается сильный нагон постепенным перемещением циклона в северо-восточном направлении, а антициклон уходит в юго-восточном направлении. Тыл циклона способствует сгону вод в Каспийское море. После этого на территории устанавливается область высокого давления.

Синоптическая ситуация сильных нагонов на северо-восточном побережье Северного Каспия в междуречье Урала и Эмбы (эффективное направление - юго-западное).

Начало сильных нагонов на побережье от р. Урал и р. Эмба связано с перемещением циклона с запада на восток. В средней части Каспийского моря чаще всего проходит полоса высокого давления. На уровне 5,5 км между упомянутыми барическими образованиями проходит высотная фронтальная зона, направленная широтно (рис. 5).

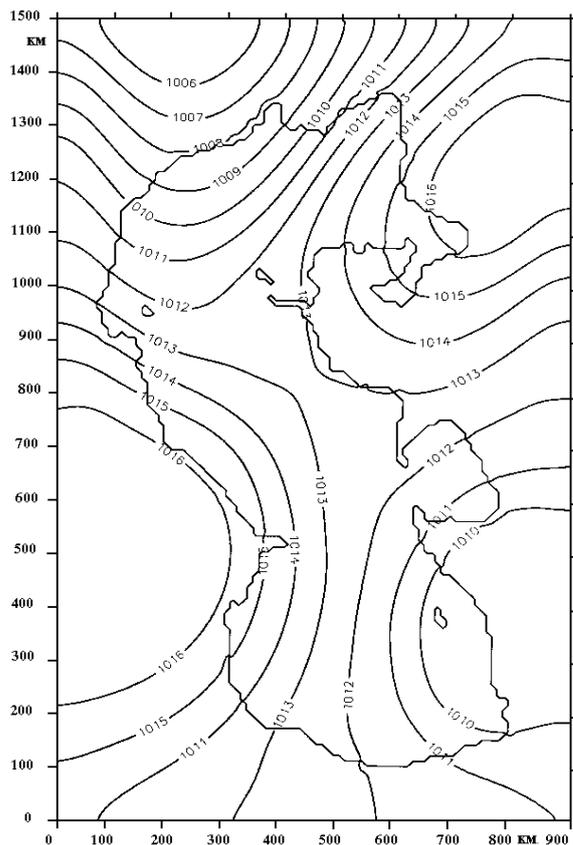


Рис. 5. Начальные условия возникновения нагона на северо-восточном побережье Северного Каспия в междуречье Урала и Эмбы (эффективное направление ветра - юго-западное)

Максимальные по силе и продолжительности ветры и интенсивные нагоны отмечаются уже на вторые сутки после начала процесса. В связи с

интенсивным углублением циклона высотная фронтальная зона смещается к югу. При этом барические градиенты в северной части заметно увеличиваются. В некоторых случаях углубление циклона, его регенерация проходит медленно и продолжительность процесса может длиться до 5...7 суток. Возможны случаи, когда в южной части ложбины могут образоваться циклонические волны, которые либо расширяют зону нагонов, либо усложняют общую картину (рис. 6).

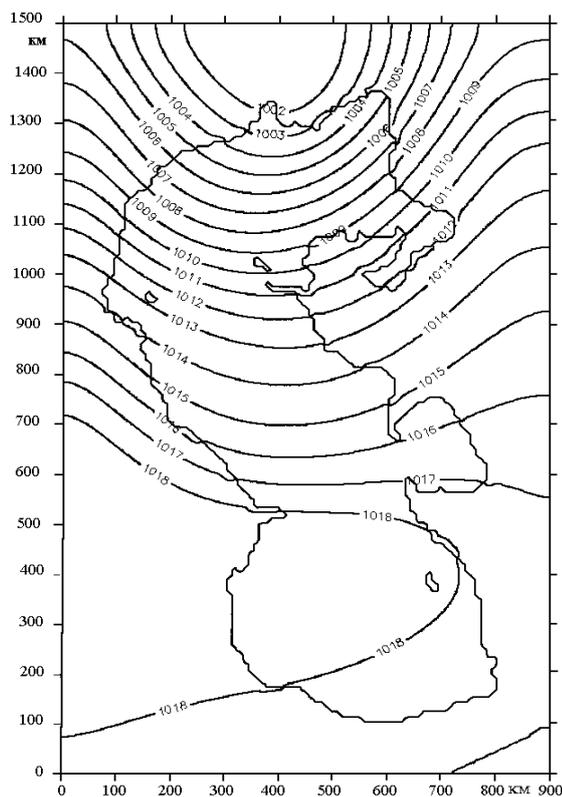


Рис. 6. Максимальное развитие циркуляции при усилении нагона на северо-восточном побережье Северного Каспия в междуречье Урала и Эмбы (эффективное направление ветра - юго-западное).

Завершается процесс вытеснением циклоном в северо-восточном направлении, при этом нагоны могут продолжаться с меньшей интенсивностью. Затем вместо циклона над северной частью Каспийского моря устанавливается область высокого давления.

Синоптическая ситуация сильных нагонов на восточном побережье и в районе залива Комсомолец (эффективное направление – западное)

В этом случае возникновение нагонов связано с перемещением циклона по северному побережью Каспийского моря, в то же самое время на западе и востоке отмечаются области высокого давления, причем на востоке от циклона может стационарироваться мощный антициклон (рис. 7).

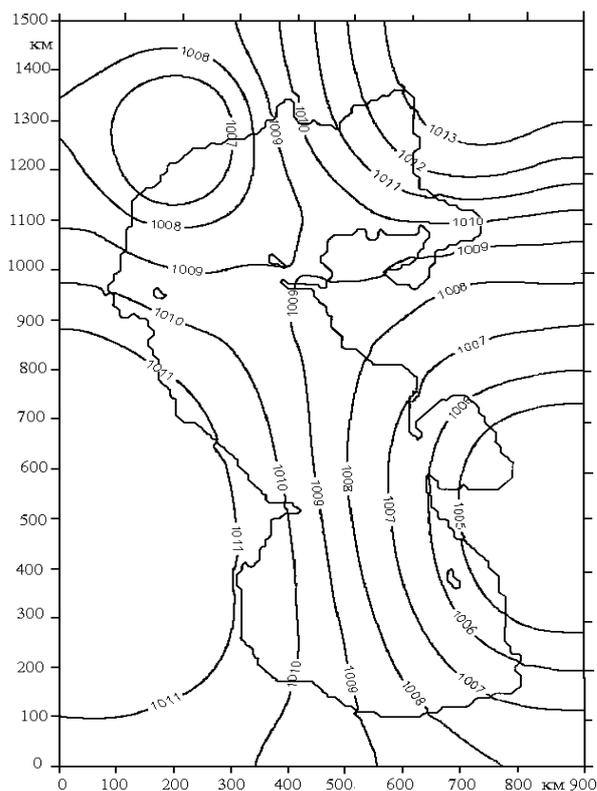


Рис. 7. Начальные условия возникновения нагона на восточном побережье и в районе залива Комсомолец (эффективное направление ветра - западное).

Интенсивные нагоны в заливе связаны с ветром в тылу циклона. При этом здесь могут отмечаться целая серия фронтов: чаще всего полярный фронт, а за ним несколько вторичных холодных фронтов.

Обычно нагоны не занимают большой площади и развиваются ступенчато: усиление ветра сменяется некоторым затишьем и так несколько

ко раз. Определить расчетным путем скорость ветра в этом случае затруднительно, особенно из-за малого масштаба явления (рис. 8). Завершение нагонов связано с вытеснением циклона из северо-восточных районов Каспийского моря.

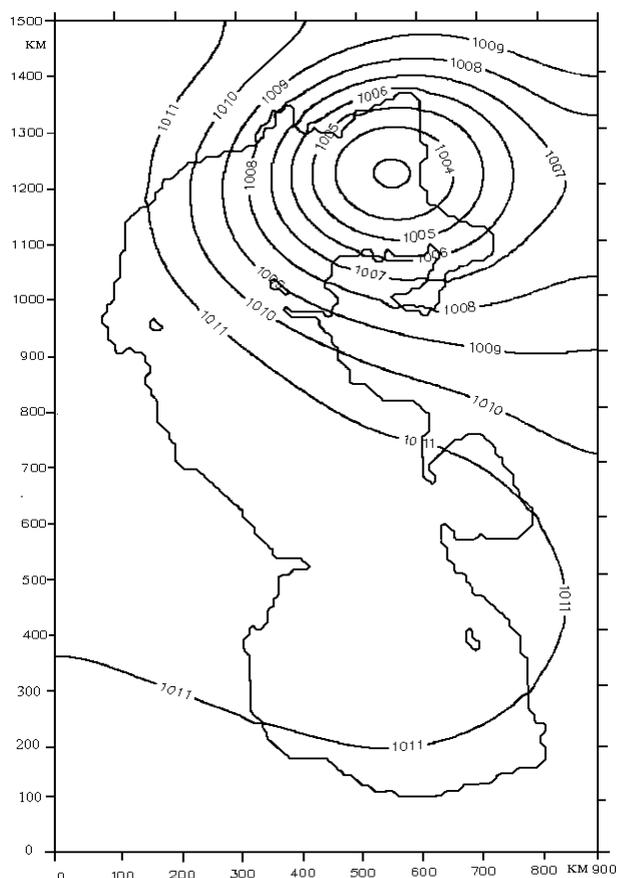


Рис.8. Максимальное развитие циркуляции при усилении нагона на восточном побережье и в районе залива Комсомолец (эффективное направление ветра - западное).

Синоптическая ситуация сильных нагонов на северном побережье полуострова Бузачи (эффективное направление – западное и северо-западное).

Нагоны в этом случае связаны с циклоном над северной частью Каспийского моря и мощным антициклоном на юге России. При этом ос-

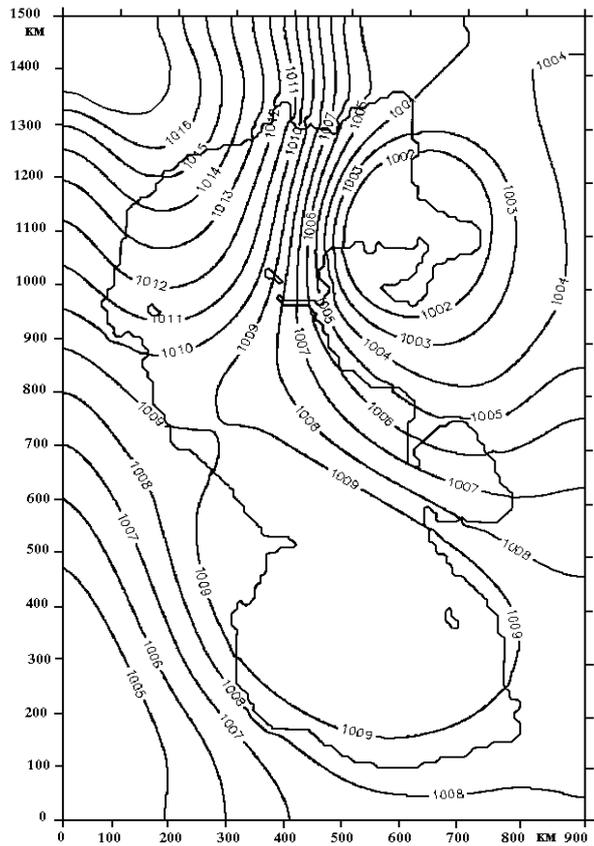


Рис. 10. Максимальное развитие циркуляции при усилении нагона на северном побережье полуострова Бузачи (эффективное направление ветра - западное, северо-западное).

Прекращение нагонов связано с уходом циклона на северо-восток или восток и перемещением антициклона на большую часть акватории Каспийского моря.

Выявленные эффективные направления ветра и типовые синоптические ситуации, приводящие к возникновению значимых нагонов, позволили выполнить гидродинамическое моделирование уровенной поверхности для различных участков побережья и установить максимальную ориентировочную высоту нагонов для мест, недостаточно освещенных гидрометеорологическими данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мадат-Заде А.А. Основные типы атмосферных процессов, обуславливающих поле ветра на Каспийском море // Труды Океанографической комиссии АН СССР.- 1959.- Т.5.- С.- 140-145.
2. Мурадов М.А. Условия возникновения сильных ветров на Северном Каспии // Гидрометеорология и экология.- 1997.- № 2.- С. 15-22.
3. Мурадов М.А., Строева Т.П., Ишмухамедов Р.М., Затылкин Е.Н. О возможности автоматизированного прогнозирования штормообразующей ситуации на Северном Каспии // Гидрометеорология и экология.- 1998.- № 2.- С. 50-58.
4. Разработать метод прогноза сильных ветров и связанных с ними нагонов морской воды на казахстанское побережье Каспийского моря: Отчет о НИР; Руководитель С.П. Шиварева.- Алматы, 2000. - 2 книги; 1 книга -161 с., 2 книга –143 с.
5. Шиварева С.П., Мурадов М.А., Ивкина Н.И. и др. Влияние атмосферных процессов на сгонно-нагонные явления казахстанского побережья Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. - 1997. - №3. - С. 228-236.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

**ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СОЛТҮСТІК КАСПИЙ
ЖАҒАЛАУЫНДА ТИІМДІ СУ ДЕҢГЕЙІНІҢ КӨТЕРУЛУ
БАҒЫТЫНДАҒЫ ЖЕЛДІҢ ПАЙДА БОЛУЫНА КЕЛТІРІТІН
СИНОПТИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ТҮРЛЕНДІРУ**

Техн. ғылым. канд. С.П. Шиварева

Геогр. ғылым. канд. Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

Г.М. Бондарь

Қазақстандағы Солтүстік Каспийдің солтүстік, солтүстік-шығыс, шығыс және оңтүстік жағалауларында тиімді су деңгейінің көтерулу бағытындағы желдің пайда болуына келтіретін синоптикалық процесстерді анықтау мақсатында жүргізілген синоптикалық жағдайларды талдаудың нәтижелері келтіріледі.

УДК 551.501:629.195.1

**КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СТАЦИОНАРНЫХ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ АНОМАЛИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
СПУТНИКА «TERRA/AQUA-MODIS»**

Доктор техн. наук	А.Ф. Мухамедгалиев
Канд. геогр. наук	А.Х. Ахмеджанов
Канд. техн. наук	Б.Э. Бекмухамедов
	Т.К. Караданов
	А.А. Мухамедгалиев

В данной работе рассматривается вопрос об использовании измеряемых на сканере MODIS спутника TERRA параметров отраженного сигнала в диапазоне тепловых каналов для определения стационарных температурных аномалий.

Современные методы спутникового мониторинга загрязнения атмосферы представляются перспективными для включения их в общую систему национального и международного контроля. Сенсоры нового поколения спутников представляют большие потенциальные возможности для решения этой задачи. Разрешение тепловых каналов сканера MODIS 1000 м, поэтому в результате космического экологического мониторинга может вестись региональный контроль состояния воздушной среды с выявлением участков, где могут находиться источники выбросов загрязняющих веществ. На соответствующих участках могут происходить либо пожары, либо находиться факельные установки. На больших территориях часто бывают лесные или степные пожары. Они характеризуютсядвигающимся по направлению ветра огненным фронтом, т.е. двигающимся очагом. На предприятиях нефтегазового комплекса до настоящего времени продолжают сжигать попутный газ на факельных установках. Характерными загрязняющими веществами при этих процессах являются: углеводороды, природный газ, оксид и диоксид углерода, сернистые соединения, окислы азота, фенолы, меркаптаны и т. д. Преобладающим компонентом (от 85 до 99 %) всех природных горючих газов является метан (CH_4). По содержанию более тяжелых углеводородов попутные газы условно разделяются на

сухие (или «тощие») – менее 150 г/м^3 , средние – от 150 до 300 г/м^3 и жирные (или богатые) – более 300 г/м^3 .

По проблеме обнаружения пожаров по снимкам MODIS в инфракрасных каналах: 3,660...3,840 мкм (20-ый канал), 3,929...3,989 мкм (22-ой канал), 4,020...4,080 мкм (23-ий канал), 4,433...4,498 мкм (24-ый канал) и 4,482...4,549 мкм (25-ый канал) имеются большие наработки [1-8]. В работе [2] предпринята первая попытка определения объемов сжигаемого попутного газа: описана однопараметрическая модель и соответствующее программное обеспечение для определения расходов природного газа на факелах по данным MODIS, поступающих в Югорский НИИ информационных технологий (Россия). Для определения количественных характеристик газовых факелов могут быть использованы данные спутниковой информации, прием которых осуществляется в АО «КАЗГЕОКОСМОС». Система MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – сканирующий спектрорадиометр среднего разрешения) предназначена для сбора данных о поверхности Земли как единой системы. Данные MODIS по всей поверхности Земли поступают со спутника Terra 6 раз в сутки в 36 спектральных зонах (в диапазоне 0,405...14,385 мкм) с разрешением 250, 500, 1000 м, что обеспечивает моделирование в глобальном и региональном масштабе. Материалы съемки MODIS имеют широкий спектр применения для исследования атмосферы, океана и суши. MODIS состоит из двух сканирующих спектрометров, один из которых (MODIS-N) снимает в надир, а ось съемки другого (MODIS-T) может быть отклонена. 36 спектральных зон MODIS охватывают диапазон с длинами волн от 0,4 до 14,4 мкм. В двух зонах (620...670 и 841...876 нм) съемка ведется с разрешением 250 м, в пяти зонах видимого и ближнего инфракрасного диапазона с разрешением 500 м, а в остальных (диапазон от 0,4 до 14,4 мкм) - 1000 м. Сканер MODIS имеет приемлемое разрешение, размер пикселя в тепловых каналах примерно $1 \text{ км} \times 1 \text{ км}$ при наблюдении в надир с некоторым увеличением при увеличении угла сканирования. Как показано в [2], газовые факелы в безоблачных условиях подсвечивают в тепловых каналах от 1 до 3 пикселей.

В данной работе предлагается максимально использовать цифровую спутниковую информацию, поступающую на приемную станцию. Космический снимок для 21 теплового канала (длина волны $\lambda = 3,929...3,989 \text{ мкм}$) представляется в виде численной матрицы, соответствующей величине интенсивности фиксируемого излучения, называемой

радианс (Вт/(м² мкм ср)). Основной задачей является определение температуры земной поверхности $T_{z,i,j}$ по данным космического зондирования.

Интенсивность восходящего монохроматического излучения $I_{\lambda,i,j}^{\uparrow}(m)$ в излучающей атмосфере для каждого пикселя с координатами i,j описывается следующим уравнением:

$$I_{\lambda,i,j}^{\uparrow}(m) = B_{\lambda}(T_{z,i,j})P_{\lambda\vartheta}(m) + B_{\lambda a}, \quad (1)$$

где $B_{\lambda,i,j}(T_z)$ – функция Планка, $m = \int_0^z \rho_n dz$ – количество поглощающе-

го вещества в столбе воздуха единичного сечения от земной поверхности

до уровня z , $P_{\lambda\vartheta}(m) = e^{-\frac{a_{\lambda 0} m}{\cos \vartheta}}$ – функция пропускания излучения в атмосфере, $a_{\lambda 0}$ – постоянный параметр, ϑ – угол зондирования, $B_{\lambda a}$ – излучение, поступающее на приборы ИСЗ из атмосферы.

Восходящее излучение ослабевает за счет функции пропускания в результате поглощения в атмосфере, а на сенсор спутника, кроме ослабленного восходящего излучения, попадает излучение атмосферы. Пренебрегая излучением атмосферы и поглощением восходящего излучения, температура земной поверхности в первом приближении может быть определена согласно функции Планка.

Поскольку пиксель отражает осредненную температуру квадрата с площадью 1 км на 1 км, то источник должен быть достаточно мощным, чтобы выделить этот пиксель из окружающих по интенсивности излучения (радиансу [Вт/(м² мкм ср)]).

Излучение черного тела описывается формулой Планка для этой длины волны:

$$B_{\lambda,i,j}(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k T_{i,j}}} - 1}, \quad (2)$$

где i,j – индексы пикселей в матрице, h – постоянная Планка, c – скорость света, k – постоянная Больцмана, T – температура.

Из этого выражения можно определить значение радиационной температуры:

$$T_{i,j} = \frac{hc}{\lambda k} \frac{1}{\ln\left(1 + \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 B_{\lambda,i,j}(T)}\right)}. \quad (3)$$

По этим значениям можно построить температурное поле, где локальным максимумам будут соответствовать тепловые источники, выделенные пороговой температурой. Пороговая температура может быть определена как разница температуры локального максимума по 21 каналу и температуры в этой точке по данным 31 канала сенсора MODIS. Температурное поле по 31 каналу является сильно сглаженным, на нем нет тех локальных максимумов, которые наблюдаются на 21 канале. Поэтому по данным 31 канала можно определить фоновое тепловое поле на этот момент времени. Также фоновое температурное поле можно вычислить по значениям температуры окружающих этот максимум пикселей. По рассчитанным значениям температуры для каждого пикселя было построено изображение (рис.1) с помощью программного пакета «ENVI». На инфракрасном изображении земной поверхности выделяются локальные максимумы.

Если предположить, что выявленный локальный температурный максимум выделен на территории добычи нефти, процесс которой сопровождается сжиганием попутного газа, то можно вычислить, сколько потребуется сжечь попутного газа для получения такого количества тепла. Поскольку факел излучает во всем тепловом диапазоне спектра солнечной радиации, то, чтобы получить количество теплоты, нужно определить интегральное значение теплового излучения $F_{i,j}$. Это значение можно вычислить по закону Стефана-Больцмана:

$$F_{i,j} = \sigma T_{i,j}^4, \quad (4)$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана. Из интегрального значения теплового излучения в телесный угол в 1стерадиан $F_{i,j}$ можно определить общее значение теплоты $Q_{i,j}$:

$$Q_{i,j} = 2 \pi F_{i,j} S, \quad N_{i,j} = Q_{i,j} / t, \quad (5)$$

где 2π – половина всего полного телесного угла, S – площадь пикселя, t – время работы источника. Для действующей факельной установки сжигания попутного газа по интегральному значению теплового потока можно вычислить ориентировочные объемы сжигаемого природного газа с учетом коэффициента сгорания попутного нефтяного газа k_c , который в среднем равен 33500 кДж/м³ [2].

$$V = Q_{i,j} / k_c \quad (6)$$

В качестве примера было использовано ночной космический снимок «TERRA/AQUA-MODIS» за 01.08.2006 г. (рис.1). На базе данных радианса, соответствующей этому изображению, было рассчитано темпера-

турное поле. С пороговой температурой 305 °K были выделены локальные максимумы. Из всех рассчитанных точек были выделены 13 пикселей с координатами в системе UTM, которые попадают в районы добычи нефти. На рис.1 выделены 7 локальных максимумов, т.к. остальные из-за территориальной близости сливаются в одну точку. Для детального анализа необходимо использовать космические снимки более высокого разрешения. В этих точках были определены значения температуры, интенсивности электромагнитного излучения, выделяемое тепло по всему тепловому спектру и количество попутного газа, которое нужно было бы сжечь, чтобы получить такое количество тепла (табл.1). Из 13 выделенных пикселей соседние пиксели были 4 группы и 1 одиночный источник. Были рассчитаны общие для этих групп выделяемое тепло и соответствующие этому теплу объемы сжигаемого попутного газа (табл.2). Распределения интенсивности излучения и температуры в точке локального температурного максимума на северо-восточном побережье Каспийского моря показаны на рис.2 и 3. Некоторое увеличение значения радианса и температуры в точке локального максимума наблюдается в августе 2006 г.

Таблица 1

Перечень температурных максимумов за летний период 2006 г.

Номер	Температура, °K	Излучение, вт/(м ² мкм ср)	Тепло(дж) × 10 ¹³	Сжиг. газ, (м ³ /сут) × 10 ⁵
1	305	100,6	0,2274	0,6788
2	304	94,1	0,2129	0,6355
3	318	189,7	0,4289	1,280
4	315	168,2	0,3802	1,135
5	303	87,83	0,1986	0,5928
6	338	349,9	0,7911	2,362
7	335	324,0	0,7325	2,187
8	312	147,2	0,3328	0,9933
9	329	274,2	0,6199	1,851
10	321	211,9	0,4791	1,430
11	325	242,5	0,5482	1,636
12	334	315,5	0,7133	2,129
13	323	227,1	0,5133	1,532

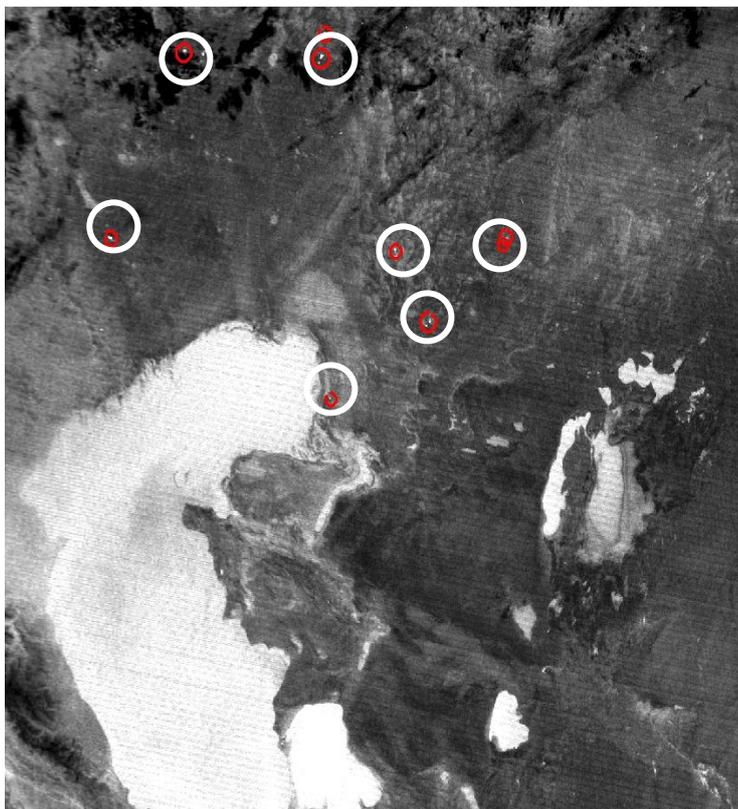


Рис.1 Космический снимок «TERRA/AQUA-MODIS» за 01.08.2006 г.

Основная технологическая цепочка определения температурных максимумов, представленная в данной работе состоит:

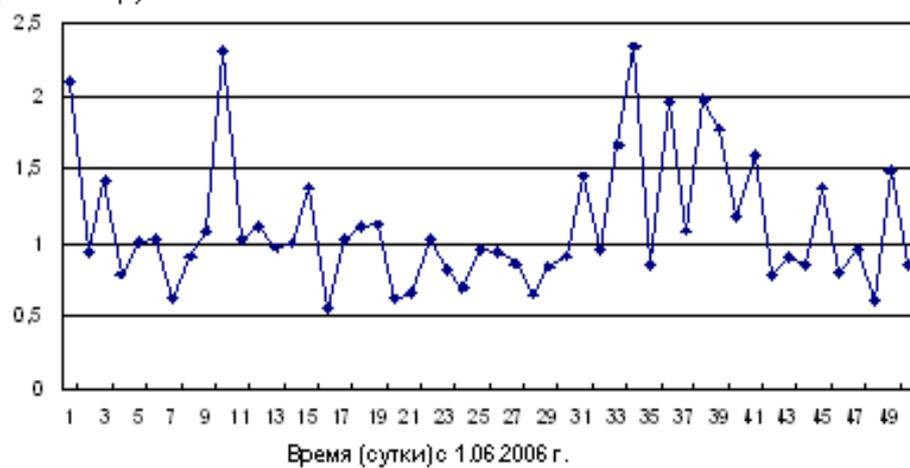
- В определении температурного поля по формуле Планка по двум каналам (21,31) ИСЗ «TERRA/AQUA-MODIS»;
- В выделении локальных максимумов по пороговому значению;
- В проведении расчетов общего электромагнитного излучения по всему спектру;
- В расчете соответствующего общего теплового потока по всему тепловому спектру;
- В расчете предположительного объема попутного сжигаемого газа, которое необходимо, чтобы получить расчетное количество теплового потока.

Таблица 2

Список групп (1-4) и одиночный(5) источник сжигания попутного газа за летний период 2006 г.

Номер	Общее тепло(дж) $\times 10^{13}$	Объем сжиг. газа (м ³ /сут) $\times 10^6$
1	0,4403	0,131429
2	0,8091	0,241521
3	1,524	0,454813
4	3,207	0,957210
5	0,1986	0,592753

Радиянс
(Вт/м² мкм ср)



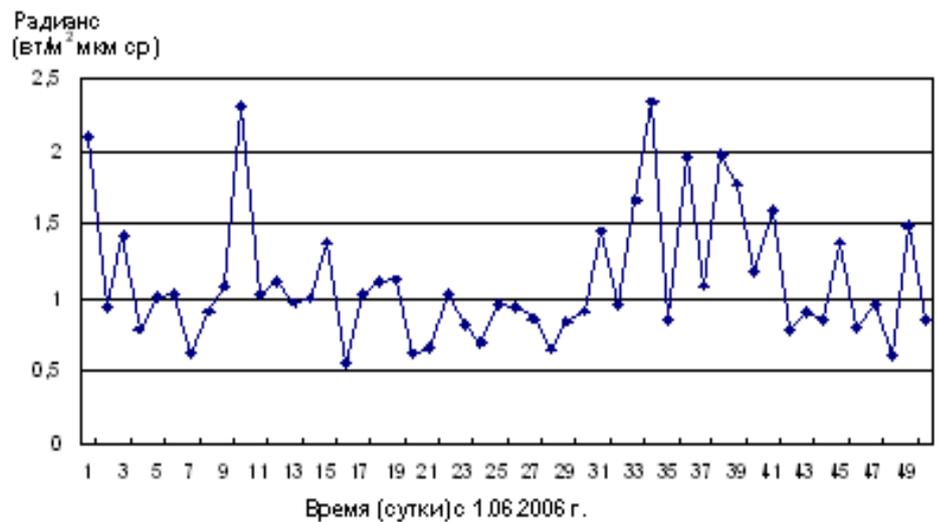


Рис.2. График распределения спектральной яркости за летние месяцы в точке температурной аномалии на северо-восточной части побережья Каспийского моря.

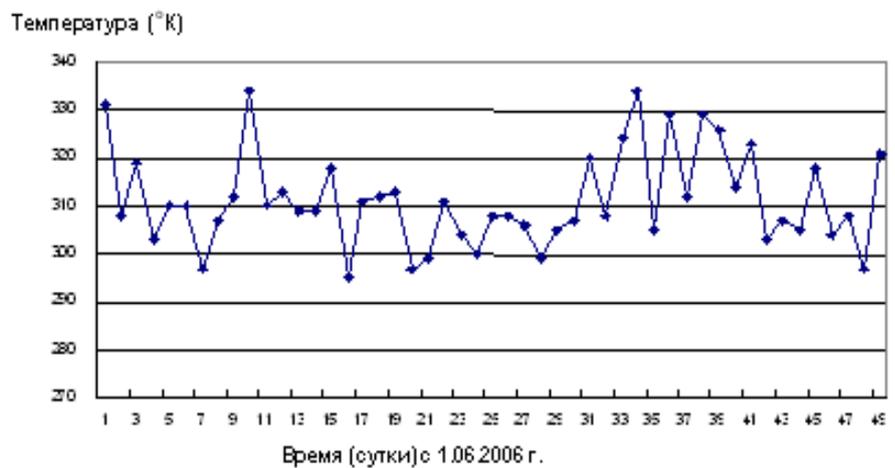


Рис.3. График распределения температуры °K, вычисленный по данным рис.2.

Представленная в данной работе технология может быть использована при ведении космического мониторинга загрязнения атмосферы на базе спутниковых данных для получения количественной оценки мощно-

сти и расхода попутного газа на факелах. Независимый набор калибровочных данных по параметрам факельных установок необходимо выполнить в подспутниковом эксперименте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Лупян Е.А., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Минько Н.П., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Система сбора, обработки и доставки спутниковых данных для решения оперативных задач службы пожароохраны лесов России// Научно-технические технологии.– 2000. – т. 1. – N 2. – С 4-18.
2. Алсынбаев К.С., Суляев Я.С., Сиваков М.П., Захаров В.И., Грибанов К.Г. Система космического мониторинга факельных установок с целью оценки объемов сжигания попутного нефтяного газа: Материалы Второй открытой Всероссийской конференции / "Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса." – Москва.: 2004.
3. Афонин С.В., Белов В.В., Гриднев Ю.В. Система космомониторинга лесных пожаров на территории Томской области.// Оптика атмосферы и океана 2000. – Т.13. – N11. –С.996-1004.
4. Беляев А.И., Ершов В.В., Коровин Г.Н., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Современные возможности Российской системы оперативного спутникового мониторинга лесных пожаров: Доклады III Всероссийской конференции / "Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве". – Москва.: – 2002. – С. 34-36.
5. Коровин Г.Н., Андреев Н.А. Авиационная охрана лесов. – М.: Агропромиздат, 1988, – 220 с.
6. Сухинин А.И. Система космического мониторинга лесных пожаров в Красноярском крае // Сибирский экологический журнал.– 1996.– Т.3. – № 1. – С. 85-91.
7. Justice C. O., Giglio L., Korontzi S., Owens J., Morisette J. T., Roy, D., Descloitres J., Alleaume S., Petitcolin F., and Kaufman Y. The MODIS Fire Products // Remote Sensing of Environment, – 2002.– V.83(1-2). –P. 244-262.
8. Casanova J.-L., Calle A., Romo A., Sanz J. Forest fire detection and monitoring by means of an integrated MODIS-MSG system. Remote Sensing Laboratory of University of Valladolid (LATUV): Материалы / Вторая открытая Всероссийская конференция "Современные

проблемы дистанционного зондирования земли из космоса" –
Москва: 2004. – С. 235.

АО «КАЗГЕОКОСМОС»

**«TERRA/AQUA-MODIS» ЖЕР СЕРІГІ МӘЛІМЕТТЕРІ НЕГІЗІНДЕ
СТАЦИОНАРЛЫ ТЕМПЕРАТУРА АУЫТҚУЛАРЫНЫҢ
КОСМОСТЫҚ МОНИТОРИНГІ**

Техн. ғылым. докторы	А.Ф. Мухамедгалиев
Геогр. ғылым. канд.	А.Х. Ахмеджанов
Техн. ғылым. канд.	Б.Э. Бекмухамедов
	Т.К. Караданов
	А.А. Мухамедгалиев

Берілген жұмыста TERRA жер серігінің MODIS сканерінде жылу каналы диапазонында шағылысқан сигнал параметрлерінің өлшемдері стационарлы температуралық ауытқуды анықтау үшін қолдануы қарастырылады.

УДК 551.506

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕТРОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
В РАЙОНЕ АКТАУ И ПОС. КУРЫК**

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

Рассмотрены вопросы, связанные со сравнительным анализом ветровых характеристик в районе города Актау и пос. Курык на Каспийском море. Приведены кривые обеспеченности среднемесячных скоростей ветра.

Исследуемый район расположен на побережье средней части Каспийского моря. Город Актау находится на восточном берегу Каспийского моря, с южной стороны Мангышлакского полуострова, являющегося западной оконечностью Каракумской безводной пустыни. Рельеф окружающей местности представляет собой песчаную слегка всхолмленную равнину, раскинувшуюся на десятки километров, на которой разбросаны отдельные песчаные бугры высотой до 10 м. Метеостанция находится в районе обсерватории. В 5 км на юго-восток от гидрометеостанции находится мыс Меловой, от мыса в 1 км к востоку расположен г. Актау.

Поселок Курык находится на северо-восточном берегу зал. Александра Берковича-Черкасского. Залив ограничен мысами Песчаным (с севера) и Жиланды (с юга). Берег залива - однообразный. У уреза воды берег ровный, песчаный, ближе к мысу Жиланды становится более возвышенным, крутым и обрывистым. С 1937 г. до 1960 г. в заливе находилась станция Александр-Бай. Метеоплощадка была расположена в 150 м к северу от рыбного промысла. Высота ее была 7,5 м от уровня Каспийского моря.

Источником данных для режимного обобщения стали данные многолетних наблюдений на МГ Актау Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению окружающей среды за период с 1980 по 2005 гг. Для сравнительной характеристики ветровых условий района пос. Курык использованы натурные данные прошлых лет по МГ Александр-Бай.

Проведенные исследования показали, что ветровой режим в рассматриваемом районе можно характеризовать как достаточно благоприят-

ный. Характер ветров в районе Актау и пос. Курык, как и в целом над Каспийским морем, определяется как крупномасштабным влиянием циркуляции атмосферы, так местными барико-циркуляционными и термическими условиями [1, 3, 7].

В табл.1 представлены значения среднемесячной скорости ветра, вычисленные из рядов ежегодных месячных значений за период 1966...2000 гг. по МГ Актау [5] и среднемесячные скорости ветра за период действия ГМС Александр -Бай (1936...1960 гг.) [6].

Таблица 1

Средняя месячная и годовая скорость ветра по МГ Актау и ГМС Александр – Бай, м/с

Месяц												Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
МГ Актау												
4,7	5,0	5,1	5,1	4,5	4,3	4,0	3,8	4,0	4,1	4,4	4,4	4,5
ГМС Александр – Бай												
7,1	6,9	6,5	6,3	5,8	5,2	4,9	5,0	5,3	5,6	6,7	7,1	6,0

Как следует из табл. 1, в холодную часть года в обоих районах, когда интенсивность атмосферной циркуляции над Средним Каспием увеличивается, среднемесячные скорости ветра выше их среднегодового значения. Как правило, выделяется только один максимум скорости ветра в середине зимы, когда ветровой режим в основном формируется под воздействием отрога сибирского антициклона, ориентированного через Казахстан на Каспий; и один минимум - в середине лета. Зимой циркуляция над восточным побережьем в основном обусловлена влиянием западной и юго-западной периферии азиатского максимума, а также термическими различиями между морем и сушей [3].

На рис. 1 также видно, что район МГ Актау более спокойный, и среднемесячные скорости ветра здесь значительно ниже.

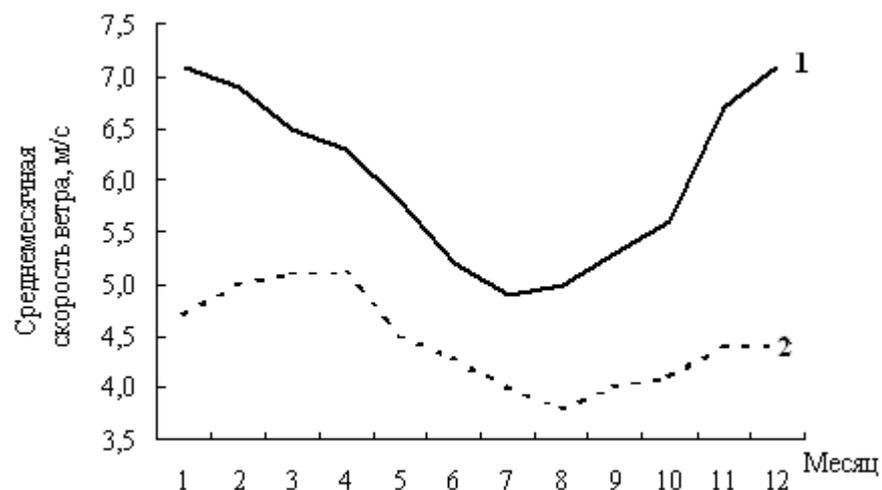


Рис.1. Годовой ход скорости ветра в исследуемом районе. 1- в районе пос. Курык; 2- в районе порта Актау.

Воды Каспия зимой охлаждаются меньше, чем прилегающие к нему пустыни, в связи с чем увеличивается тенденция переноса более холодных масс воздуха из пустыни в сторону моря. Все это объясняет преобладание на исследуемом восточном побережье юго-восточных (20...30 %) и восточных (15...25 %) ветров в районе Актау (рис. 2) и восточных (31...37 %) и юго-восточных (25...31 %) ветров в районе пос. Курык (рис. 3).

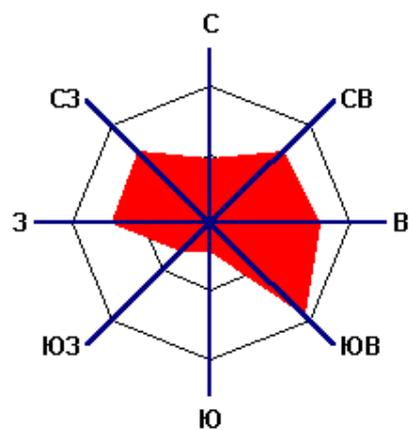


Рис. 2. Роза ветров по МГ Актау.

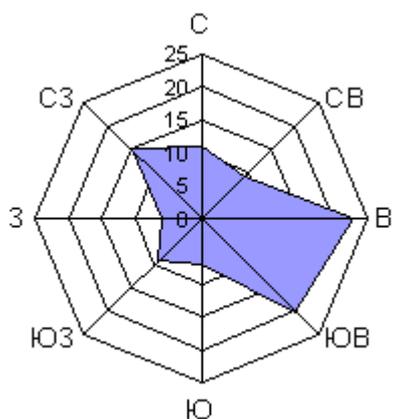


Рис. 3. Роза ветров по ГМС Александр-Бай.

Летом, когда макроциркуляционные процессы однородны, различия в скоростях ветра практически исчезают, и главную роль в режиме ветра начинает играть бризовая циркуляция. Расчетные скорости ветра любой вероятности оказываются заметно большими при ветрах, дующих с суши на море, чем с моря в сторону суши. Следует отметить, что ветер может достигать значительных скоростей практически при всех 8 румбах. Однако, как видно на рис. 4, наибольшую повторяемость скоростей, превышающих 15 м/с, имеют З, СЗ, ЮВ направления ветра.

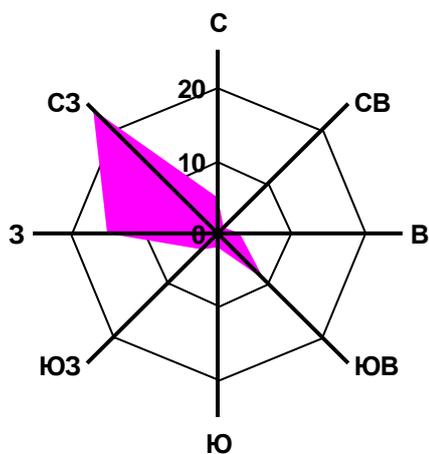


Рис. 4. Роза ветров со скоростью 15 м/с и более по МГ Актау.

Помимо этого, не исключено “ослабляющее” влияние, которое несомненно оказывают Кавказские горы на режим скорости ветра определенных румбов, в частности, южных и юго-западных, суммарная повторяемость которых оказывается небольшой – 8 %.

За анализируемый период по МГ Актау максимальная скорость ветров достигала 22 м/с с порывами до 40 м/с. Однако такие ветра дуют нечасто. Как показали изыскания, за исследуемый период зафиксировано только 63 случая со скоростью ветра ≥ 15 м/с. Продолжительность таких ветров не превышала 1,5 дня. Наибольшую повторяемость скоростей, превышающих 15 м/с, имеют ветра С, СЗ, В и ЮВ направления.

В районе ГМС Александр-Бай за весь период наблюдений зафиксировано 58 случаев со скоростью ветра ≥ 15 м/с. Причем наибольшее число дней с таким ветром не превышает 11 случаев, а в среднем такой ветер фиксируется 4...5 раз в месяц в холодный период года и 1...3 раза – в теплый (табл. 2).

Таблица 2

Среднее и наибольшее число дней с сильным ветром (≥ 15 м/с)
по ГМС Александр-Бай за период 1936...1960 гг. [6]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Среднее число дней												
4,5	3,8	4,0	4,3	2,8	2,2	1,4	1,2	1,6	2,7	3,5	4,4	36
Наибольшее число дней												
11	10	8	10	8	8	5	5	7	7	7	11	58

Установлено, что в районе пос. Курык преобладают юго-восточные и восточные (20...23 %) и северо-западные и северные (11...15 %) направления ветра (табл. 3). Как следует из этой же таблицы, в районе МГ Актау приблизительно в равных количествах присутствуют ветры всех направлений (12...18 %), за исключением южных и юго-западных (5 %).

Таблица 3

Повторяемость направлений ветра и штилей, % [6]

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
ГМС Александр-Бай за период 1936...1960 гг.								
11	9	23	20	7	9	6	15	10
МГ Актау за период 1960...2000 гг.								
12	13	13	18	5	5	14	14	5

Статистический анализ среднемесячных скоростей ветра, проведенный на основе расчета биномиальных асимметричных кривых обеспеченности [2, 4] показал, что среднемесячная скорость в районе Курык примерно на 1,5...2,5 м/с больше, чем в районе Актау (рис. 5).

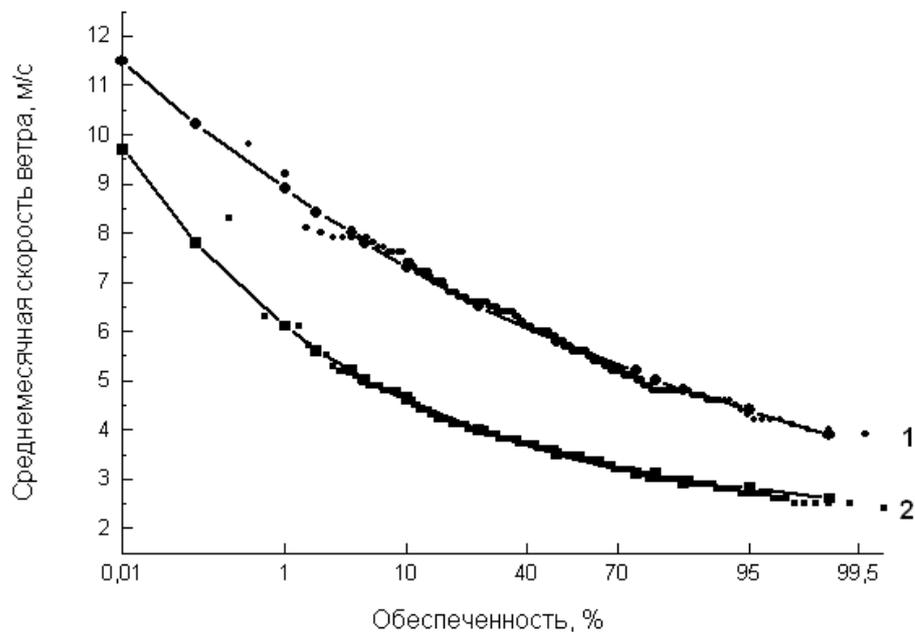


Рис. 4. Кривые обеспеченности среднемесячных скоростей ветра. 1- ГМС Александр-Бай, 2- МГ Актау.

Таким образом, режим ветра в Актау отличается меньшими скоростями. Это объясняется влиянием орографии местности на распределение скоростей ветра. Район пос. Курык более открытый, а в районе Актау выделяется зона относительного затишья, тем не менее, оба этих района относятся к одному климатическому региону моря, имеют схожие характеристики ветрового режима. Учитывая то, что в настоящее время наблюдения в районе пос. Курык не проводятся, анализ ветровых условий, выполненный по материалам наблюдений МГ Актау, может быть использован для описания ветрового режима района пос. Курык.

УДК 556.048

**МОНИТОРИНГ РЕЧНОГО СТОКА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Канд. геол.-мин. наук	Т.К. Кудеков
Канд. геогр. наук	В.В. Голубцов
Канд. техн. наук	В.И. Ли
Канд. геогр. наук	В.П. Попова

Рассматриваются вопросы мониторинга речного стока Казахстана и его совершенствования в современных условиях. Указывается на необходимость оценки многолетних ресурсов речного стока для водохозяйственных бассейнов республики.

Проблемы водообеспечения и загрязнения водных ресурсов выходят за рамки сугубо национальных проблем. При использовании трансграничных источников уже сейчас возникают противоречия, способные негативно повлиять на состояние региональной и национальной безопасности. Это отметил в своей книге «Критическое десятилетие» Президент Республики Казахстан Нурсултан Назарбаев: «Вызовами стабильности внутри нашего Центрально-азиатского региона можно назвать наличие ряда конфликтных линий: ...очевидно, что дефицит воды будет оставаться актуальным на длительную перспективу... Прогнозируется, что к 2015 году половина жителей планеты будет испытывать недостаток чистой воды» [2].

Мощным механизмом для организации сотрудничества между странами являются Международные водные форумы, последний из которых прошел в Мехико 16-22 марта 2006 г. На форумах постоянно подчеркивается, что водные и водохозяйственные проблемы являются катализаторами сотрудничества между народами и нациями. Что бы не разделяло человеческое сообщество, вопросы, связанные с водой, должны объединять усилия правительств и народов по защите и распределению воды на основе принципов справедливости и устойчивого развития.

Для обоснования концепций разработки национальной стратегии развития водохозяйственного сектора и экономики Республики Казахстан

в целом, весьма важной является оценка перспективного и прогнозного состояния водных ресурсов.

Современные изменения климата, развитие экономики и демографической ситуации в Центральной Азии дают основание предполагать, что в ближайшем будущем следует ожидать обострение проблем водоснабжения в стране.

Истощение и загрязнение водных ресурсов отнесены к национальным экологическим проблемам [1]. Обоснованность и своевременность решений государственных органов, направленных на улучшение ситуации по управлению использованием и охраной водных объектов, меры и мероприятия, осуществляемые в развитие этих решений, непосредственно зависят от достоверной информации. Необходима информация о состоянии водных объектов, их количестве и качестве (оценка современного состояния и тенденции его изменения).

Решением этих задач по поручению Министерства охраны окружающей среды в Республике Казахстан занимается РГП «Казгидромет». Сокращение ущерба для экономики страны и предотвращение человеческих жертв от стихийных гидрометеорологических явлений является главной целью проведения гидрометеорологического мониторинга. Для качественного и своевременного обеспечения государственных, хозяйственных, проектных и природоохранных организаций Казахстана информацией о текущем состоянии гидрометеорологического режима на территории республики необходимо иметь достаточно технически оснащенную наблюдательную сеть.

В настоящее время гидрологическими наблюдениями на территории РК охвачено 130 рек, 17 озер и водохранилищ, Каспийское и Аральское моря. С учетом открываемых в 2006 г. гидрометеорологических пунктов гидрологическая сеть наблюдений состоит из 250 гидрологических постов. Наблюдения за качеством воды проводятся в 183 створах по 53 рекам, 8 озерам, 12 водохранилищам, 3 каналам и 1 морскому пункту – всего по 74 водным объектам.

На основании данных этой сети осуществляется контроль за фактическим состоянием водных объектов республики (рек, озер и водохранилищ). Также составляются прогнозы различных опасных явлений – высоких паводков, селей, склонового стока, лавин, которые предоставляются государственным и местным исполнительным органам в ежедневных гидрологических, селевых и снеголавинных бюллетенях и распространяются

в соответствии с утвержденной схемой обслуживания заинтересованных организаций.

Для предсказания кратковременных событий (дождевые паводки, сели, лавины) и оценок потенциальных сезонных водных запасов для целей орошения, водоснабжения и энергетики составляются прогнозы сроков начала и максимума половодья, максимальных уровней воды, объемов весеннего половодья для рек равнинной территории Казахстана. Для горных рек - стока воды за вегетационный период, притока к основным водохранилищам Казахстана, сроков установления ледостава и вскрытия основных рек.

Учитывая опыт мировой практики и современные тенденции развития гидрометеорологической службы для полного освещения гидрологическими наблюдениями, с целью достоверного учета стока при рациональном размещении сети наблюдений, необходимо проведение наблюдений на 500...600 гидрологических постах.

В связи с этим, в ближайшие годы планируется открытие новых и восстановление ранее закрытых гидрологических постов. Выбор места размещения гидрометеорологических пунктов производится с учетом освещенности территории гидрометеорологической информацией, физико-географических особенностей того или иного района, а также в связи с необходимостью расширения гидрологической сети на трансграничных реках.

Заключительным этапом мониторинга речного стока является оценка ресурсов поверхностных вод Казахстана, традиционно выполняющаяся гидрометеорологической службой республики. Она является основой разработки национальной стратегии водообеспечения Республики Казахстан в современных условиях, на ближайшую и более отдаленную перспективу.

В Казахстане последняя серьезная и всесторонняя оценка ресурсов поверхностных вод была выполнена во второй половине 1950 – х и начале 1960-х годов по Постановлению Совета Министров СССР Гидрометеорологической службой Союза ССР под руководством Государственного гидрологического института (ГГИ, г. Ленинград) для районов освоения целинных и залежных земель и в 1960-х – начале 1970-х годов Казахской гидрометеорологической службой - по всем остальным регионам Казахстана. По результатам проведенных исследований был подготовлен и из-

дан ряд монографий, содержащих оценку режима и ресурсов поверхностных вод отдельных областей и регионов республики.

В настоящее время в Казгидромете выполняется тема «Разработать методику оценки ежегодных ресурсов речного стока Казахстана» в рамках задания Комитета по водным ресурсам: Программа 23 «Охрана и рациональное использование водных ресурсов», Подпрограмма 101 «Составление государственного водного кадастра». Выполнение этой темы началось в 2002 г. с создания Концепции «Оценки ежегодных ресурсов поверхностных вод водохозяйственных бассейнов Республики Казахстан».

С 2003 г. начались основные исследования по разработке методики оценки ежегодных ресурсов поверхностных вод Республики Казахстан, территория которого включает восемь водохозяйственных бассейнов. К концу 2006 г. исследования выполнены по Балхаш-Алакольскому, Иртышскому, Арало-Сырдарьинскому, Тобол-Тургайскому и Нура-Сарысуйскому водохозяйственным бассейнам.

После завершения подготовительных методических исследований Казгидромет предполагает взять на себя составление и подготовку к публикации ежегодного издания «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВОДНЫЙ КАДАСТР» - Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество.

В соответствии с выполнением долгосрочной стратегии Республики Казахстан до 2030 г. и Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004...2015 гг. важной стратегической задачей является проведение исследований по определению современного состояния водных ресурсов и их оценке на современном этапе, а также на ближайшую и более отдаленную перспективу.

Сведения о водных ресурсах водохозяйственных бассейнов и отдельных регионов, имеющиеся в настоящее время, существенно различаются, что обусловлено, в основном, различием методик их определения, а также недостаточным использованием гидрологической информации за последние десятилетия. В современных условиях на ресурсы речного стока оказывают значительное влияние антропогенные изменения климата. Так в 1973...2002 гг. в Балхаш-Алакольском водохозяйственном бассейне на фоне глобального повышения температуры воздуха во второй половине двадцатого столетия наблюдалось некоторое увеличение увлажнения и значительная деградация - сокращение горного оледенения. Расчеты показали, что объем ледников в рассматриваемом бассейне сократился за ука-

занный период на 60...65 км³. За рассматриваемый период объем ледников сократился на 32,5 % по отношению к его величине в 1972 г. В результате сокращения горного оледенения в зону формирования стока рек поступало дополнительно (за счет многолетних запасов воды в ледниках) за период 1973... 2002 гг. около 2 км³ в год. Временное увеличение водных ресурсов этого бассейна за счет некоторого повышения увлажнения отдельных макросклонов горных хребтов и сокращения горного оледенения обусловили компенсацию значительной части водопотребления в верхней части бассейна р. Или на территории СУАР КНР и в пределах Республики Казахстан. Это увеличение водных ресурсов за счет сокращения горного оледенения следует рассматривать как временное явление и не должно учитываться при оценке их величины на перспективу.

Основные реки Республики Казахстан являются трансграничными водотоками. По многим из них (Иртыш, Урал, Или, Чу, Сырдарья и др.) около половины водных ресурсов Республики в естественных условиях поступает из зарубежных стран. В последнее десятилетие поступление водных ресурсов из-за рубежа существенно сократилось. Местные ресурсы речного стока сравнительно невелики. Поэтому в Казахстане все больше внимания уделяется вопросам улучшения управления водными ресурсами и согласования водохозяйственной политики с соседними странами.

Учитывая изложенное, необходимо выполнить в ближайшие годы детальные исследования по определению современного состояния водных ресурсов и оценке их величины на ближайшую и более отдаленную перспективу. В настоящее время необходимо произвести современную оценку ресурсов речного стока республики на основе использования данных наблюдений во второй половине XX и начале XXI века. Для выполнения этой работы в Казгидромете имеются высококвалифицированные специалисты, а также есть в наличии вся информация, необходимая для оценки водных ресурсов территории республики. С конца 50-х годов прошлого века Казгидрометом регулярно составляются и публикуются выпуски кадастра «Основные гидрологические характеристики» для всех водохозяйственных бассейнов Республики Казахстан, содержащие обобщенные данные о водном режиме и стоке рек, его химическом составе, уровненом режиме озер и водохранилищ.

Конечной целью при решении задач, связанных с совершенствованием мониторинга речного стока, является создание единой информа-

ционной системы, содержащей оценку водных ресурсов, как основу интегрированного управления водохозяйственной деятельностью.

Для решения этой задачи по оценке современного состояния ресурсов поверхностных вод Республики Казахстан необходимо более тесное сотрудничество с Международной гидрологической программой (МГП) ЮНЕСКО.

Выполнение этой работы позволит оценить современные ресурсы речного стока и использовать их характеристики для уточнения водных ресурсов и решения вопросов интегрированного управления водными ресурсами, по крайней мере, до середины XXI века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан, одобренная Указом Президента Республики от 3.12.2004 г. № 1241.
2. Назарбаев Н.А. Критическое десятилетие. - Алматы: Изд-во «Атамұра», 2003. – 240 с.

Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ӨЗЕН АҒЫСЫНЫҢ МОНИТОРИНГІ

Геол.- мин. ғылым. канд.	Т.К. Көдеков
Геогр. ғылым. канд.	В.В. Голубцов
Техн. ғылым. канд.	В.И. Ли
Геогр. ғылым. канд.	В.П. Попова

Қазақстанның өзен ағысының және оның қазіргі жағдайдағы мониторингінің жетіктіру мәселелері қарастырылуда. Республиканың су шаруашылық алқабы өзен ағысының көп жылдық ресурсын бағалау қажеттілігі туындап отыр.

УДК 631.58

**К ПРОБЛЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

Канд. техн. наук Т.Т. Ибраев

Рассмотрены некоторые проблемы рационального использования водных ресурсов трансграничных рек на примере бассейна реки Сырдарья

В последнее время во всем мире растет беспокойство состоянием и перспективами использования водных ресурсов планеты. Рост численности населения и, соответственно, потребления и загрязнения воды, интенсивное развитие ирригации и дренажа, а также ускорение темпов индустриализации привели к резкому увеличению использования все большего количества и без того ограниченных пресных водных ресурсов. В большинстве стран мира уровни обеспеченности водой и потребления достигли критической отметки. Продолжается масштабное и неконтролируемое загрязнение рек и других водных объектов Центральной Азии и Казахстана.

В зависимости от природно-климатических условий, принятой системы управления экономикой, традиций и других факторов, каждое государство по-своему решает вопросы управления использованием и охраны водных ресурсов. Большинство ученых и специалистов считают, что необходимо повсеместно улучшать управление балансом между ресурсом и потреблением, и управление качеством воды посредством внедрения Интегрированного Управления Водными Ресурсами (ИУВР).

Основные цели Национальный Плана ИУВР Республики Казахстан полностью соответствуют главным направлениям водохозяйственной политики и достижения долгосрочной цели сохранения и рационального использования водных ресурсов для здоровья и благополучия граждан республики. Выделены следующие основные приоритеты для достижения цели:

- рациональное и бережное использование и охрана водных ресурсов;
- обеспечение населения питьевой водой гарантированного качества;

- удовлетворение потребностей по дальнейшему развитию отраслей экономики, отдельных регионов и комплексов.

Ресурсы поверхностных речных вод Казахстана составляют 100,5 км³ в год, а среднемноголетний сток за весь период наблюдений равен 114,9 км³ в год. На территории республики формируется 54,7 км³, а остальная часть поступает из сопредельных стран. В маловодные годы речной сток снижается до 58 км³, а располагаемый объем – до 25 км³. Объем возвратных вод составляет около 9,0 куб. км, запасы пресных подземных вод утверждены в объеме 15,1 км³ [1, 2].

Дефицит в воде уже характерен для бассейнов Арала, Балхаша, Урала, бессточных речных бассейнов Шу, Таласа, Асы, Сарысу, Тургая, Нуры. Ограничение в водных ресурсах в пользу развития экономики уже серьезно отразилось на разрушении вековых природных комплексов в низовьях большинства трансграничных рек юга Казахстана.

Дефицит водных ресурсов, в совокупности со сложившейся экономической ситуацией в стране, приводит к сокращению водопотребления в республике. В настоящее время водозабор на сельское хозяйство сократился до 15 км³ (в сравнении с 26 км³ в 1992 г.), площадь регулярного орошения уменьшилась вдвое [3]. Слабое внедрение совершенной агротехники, неудовлетворительное техническое состояние ирригационных и водораспределительных систем, износ оборудования, отсутствие водосберегающих технологий привело к ухудшению качества воды, засолению орошаемых территорий, стремительному развитию процессов опустынивания. Уже сейчас наблюдается влияние глобального изменения климата на сток рек, и особенно на сток равнинных рек Казахстана. По пессимистическим оценкам сток поверхностных вод в ближайшей перспективе (2020 г.) сократится на 15...18 км³, из них за счет увеличения водозабора за пределами республики на 10...12 км³, изменение климата – на 5...6 км³. Следовательно, уже в ближайшем будущем возникнет острая проблема водных ресурсов, требующая поиска альтернативных путей решения, включая вопросы межбассейновых перебросок в пределах страны и из-за рубежа [4].

Главной причиной конфликтов и конкуренции за воду между водопользователями является дефицит водных ресурсов и ухудшение качества воды в реках. Конфликты межотраслевого характера отмечаются, прежде всего, между гидроэнергетикой, окружающей средой и сельским хозяйством на национальном уровне в бассейнах рек Или - Капшагайской

ГЭС, и Иртыш - каскадом водохранилищ с ГЭС, на межгосударственном уровне - в бассейне р. Сырдарья в связи с энергетическим режимом Токтогульской ГЭС в Киргизии. В неравных условиях водообеспеченности находятся потребители, расположенные в верховьях и низовьях рек, особенно трансграничных. В Казахстане при решении конфликтных ситуаций в маловодные годы приоритетом является водообеспечение хозяйственно-питьевого водоснабжения и экологических попусков перед сельскохозяйственным и промышленным.

Бассейновый принцип управления водными ресурсами позволяет обеспечивать рациональное регулирование и устранять конфликтные ситуации между отраслями. Самой серьезной проблемой для Казахстана являются:

- перевод Токтогульской ГЭС в зимний режим попусков, приведший к значительному дефициту воды в летний период и к зимним затоплениям прибрежных населенных пунктов Казахстана;
- отсутствие соглашений по использованию водных ресурсов: с Республиками Центральной Азии по р. Сырдарье и с КНР по рекам Или и Иртышу.

Не исключена возможность возникновения межгосударственных разногласий в Центрально-Азиатском регионе из-за несовпадения позиций государств по вопросам распределения водных ресурсов и неэффективных механизмов их решения, а также из-за стремления сопредельных государств использовать свое географическое положение для максимального извлечения экономических и политических выгод. Наиболее показательны в этом смысле распределение водных ресурсов бассейна р. Сырдарья.

На данный момент в связи с переходом Токтогульской ГЭС на энергетический режим сработки водохранилища, строительства подпорных плотин Узбекистаном на своей территории в нижнем бьефе Арнасайского водосброса создалась чрезвычайная ситуация по пропуску нерегулируемых паводков и попусков из Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ. Пропускная способность всех водопропускных сооружений Шардаринского водохранилища в двое ниже проектных и составляет 2000...2100 м³/с. При катастрофических паводках даже 1% обеспеченности возможен приток до 40...45 км³, причем максимальные расходы могут превысить 3500 м³/с и выше. Практически в русло Сырдарьи возможен длительный сброс 1500...1800 м³/с, а в зимний период до 500 м³/с. Арнасайский водосброс обеспечит расход 600...700 м³/с. Таким образом, пре-

дельно возможный сброс из водохранилища составляет 2100...2500 м³/с. Имеющий резерв форсированного объема 0,7 км³ обеспечит трансформацию паводка в течение 8 суток.

В 1998 г. был разработан проект увеличения пропускной способности р.Сырдарья путем возведения и восстановления существующих дамб, с превышением гребня плотины на 1,0 м от уровня воды, соответствующего максимальному зимнему и летнему эксплуатационным расходам [5]. Позднее этот проект был осуществлен и зимний эксплуатационный расход составил 700...800 м³/с (ниже Шардаринского водохранилища). Однако исследования, проведенные в 2004-2005 гг., показали, что из-за заторных и зажорных явлений в отдельные зимние периоды пропускная способность русла реки снижалась до 500 м³/с [6].

При этом остаточный принцип водообеспечения экологических потребностей окружающей среды оказал самое серьезное воздействие на природные комплексы в низовьях р.Сырдарьи. Наряду с этим, динамика непроизводительных сбросов в Арнасайское понижение показала ее приближение по объемам к попускам в Аральское море, что является непроизводительным расточительством водных ресурсов (рис. 1).

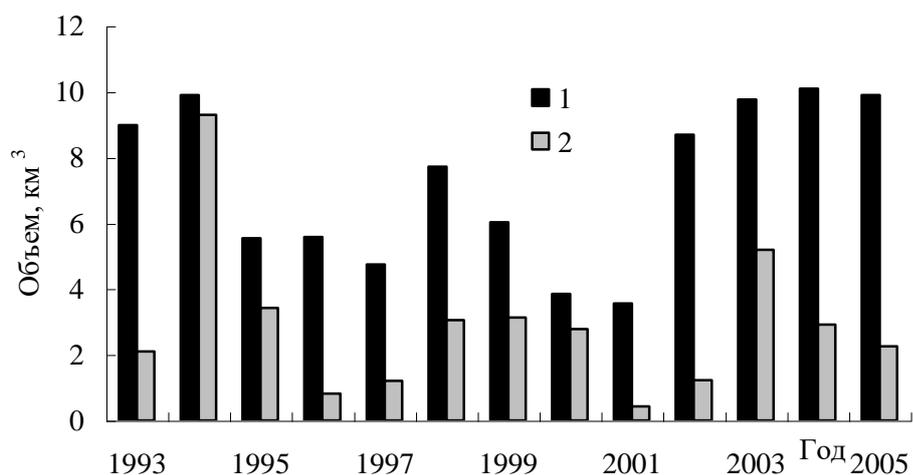


Рис. 1. Динамика поступления воды в Аральское море и Арнасайское понижение. 1 – попуск в Арал; 2 – сброс в Арнасай.

Имеется настоятельная необходимость организационных мер по межгосударственному согласованию проблем использованию стока:

- необходимо согласовать с правительством Кыргызстана режим зимних сбросов, обеспечивающих безопасный попуск в зимний период;
- согласовать со структурами трансграничных государств о раннем предупреждении изменений в регулировании и прогнозных изменениях притока из водотоков бассейна рек;
- более глубоким зарегулированием стока Сырдарьи в нижнем течении путем создания дополнительных водоаккумулирующих емкостей (контррегуляторов, возрождение хозяйственно-экологических озерных систем) [5];
- увеличением пропускной способности реки и русловых гидротехнических сооружений с учетом изменившегося гидрологического режима и усиления антропогенной нагрузки на речной бассейн [7].

В настоящее время на территории Узбекистана в пределах бассейна Сырдарьи в речное русло поступает коллекторно-дренажные воды с полей орошения, неочищенные сточные воды промышленных и коммунальных объектов. По оценкам специалистов по общей минерализации поступающих вод, коллекторно-дренажные и сточные воды составляют до 25...30 % стока.

Возвратные воды орошения и промышленно-коммунального водоснабжения, поступающие в РК с территории Узбекистана, уже сейчас повышают минерализацию воды до 1,4 г/л, при чем в сложившейся системе развития орошения в Узбекистане (планируется увеличение площадей орошения до 800 тыс. га) поэтому можно прогнозировать только дальнейшее ухудшение качества воды в Сырдарье [8]. Значительное ухудшение качества воды отмечается и далее по территории Казахстана (рис. 2).

В сложившейся ситуации Казахстан, как низовой водопотребитель, подвержен значительным ущербам - экономическим, социальным, экологическим в связи с неудовлетворительным качеством поступающего речного стока. Это является причиной снижения урожайности и ухудшения качества сельскохозяйственной продукции, увеличения затрат воды в 1,5...2,0 раза на единицу продукции в связи с промывным режимом орошения для предупреждения засоления орошаемых земель.

Решением этой проблемы могло бы стать создание по всему нижнему течению р. Сырдарьи солеприемников-накопителей для сбора собственных дренажных и сточных вод и их транспорта в Большой Арал по самостоятельным транспортным артериям, а также создание в акватории Большого Арала системы водно-болотных угодий.

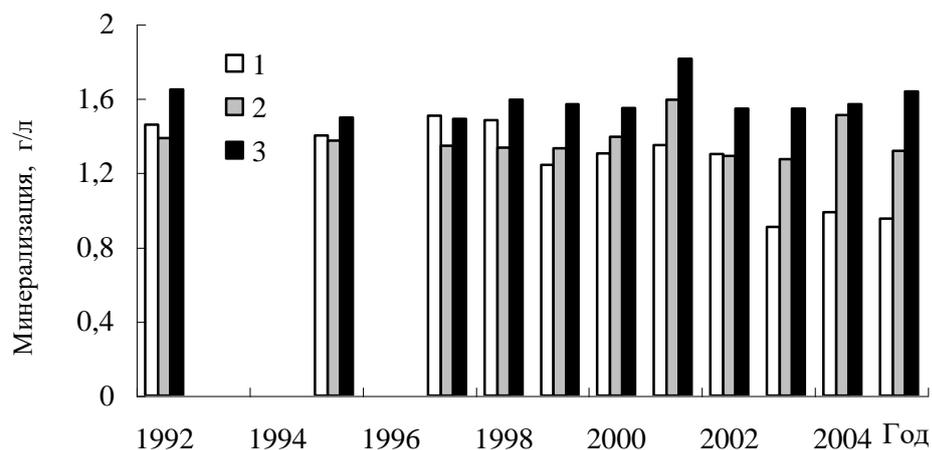


Рис. 2. Минерализация воды по длине по р. Сырдарье.
1 – Шардара; 2 – Кызылорда; 3 – Казалинск.

Только такой подход приведет к оздоровлению экосистемы нижнего течения Сырдарьи и обеспечит защиту нижних орошаемых массивов, дельту, дельтовые озера и Малое Аральское море от поступления солей с выше расположенных орошаемых массивов.

В 2005 г. для предотвращения затопления населенных пунктов и объектов народного хозяйства, а также для создания благоприятных условий для перекрытия плотиной Северного Аральского моря, в весенний и осенний период осуществлялся вынужденный водозабор магистральными каналами Кызылординской области в объеме 3,44 км³. Из-за больших пусков воды из Шардаринского водохранилища, связанных с большим притоком воды с территории сопредельных государств, излишки воды отводились в озерные системы и песчаные ненаселенные местности.

В 2005 г. фактическое использование водных ресурсов бассейна реки Сырдарья отраслями экономики следующее [8]:

- регулярное орошение сельского хозяйства – 5,25 км³;
- промышленные нужды – 0,03 км³;
- коммунально-бытовые нужды населенных пунктов, городов, районных центров и т.д. – 0,07 км³;
- нужды рыбного хозяйства – 0,01 км³;
- залив естественных сенокосов и лиманное орошение – 0,52 км³;
- пропуски в Аральское море 9,89 км³.

Как показывает анализ использования водных ресурсов Арало-Сырдарьинского бассейна с изменением (уменьшением) использованной площади регулярного орошения уменьшились и объемы использованной воды (рис. 3).

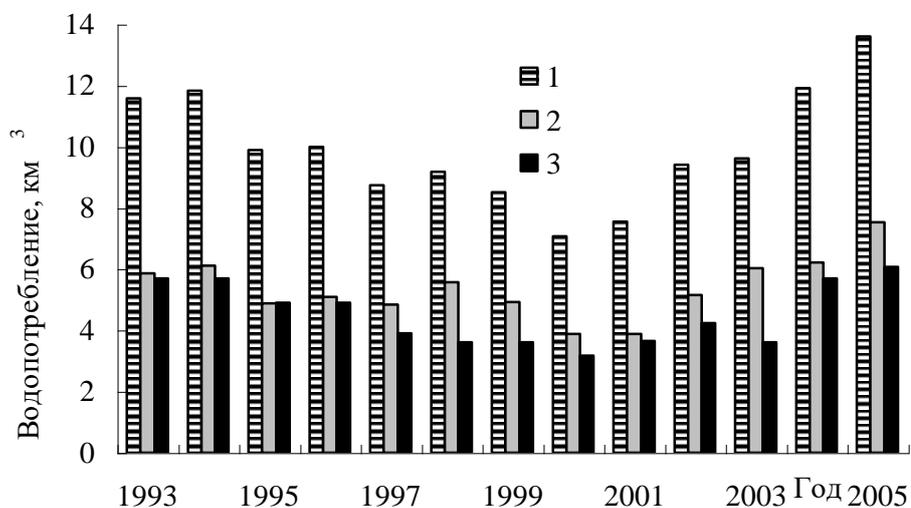


Рис. 3. Динамика водопотребления по Арало-Сырдарьинскому бассейну.
1 – бассейн; 2 – Кызылординская область; 3 – Южно-Казахстанская область.

Подземные воды в основном потребляются на коммунально-бытовые нужды. Наряду с этим в промышленном секторе экономики в 2005 году использовалась 0,02 км³ подземные воды не питьевого качества для добычи нефтепродуктов, в горнодобывающей и металлургической промышленности, теплоэнергетике [8].

За 2005 г. оборотное и повторное использование вод осуществлялся, преимущественно, в промышленных предприятиях для охлаждения агрегатов. На регулярное орошение использовались сточные и очищенные воды в объеме 0,008 км³. Этот объем воды, с вводом с 2006 г. в эксплуатацию станции биологической очистки сточных вод г. Кызылорды, должен увеличиться.

Водосбережение и рациональное использование водных ресурсов являются одними из главных задач Республики Казахстан, от решения которых зависит состояние Аральского моря, озера Балхаш и других бассей-

нов, возможность преодоления и предотвращения экологических катастроф.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябцев А.Д. Об основных задачах Комитета по водным ресурсам МСХ РК в свете нового водного законодательства // Водное хозяйство Казахстана. – 2004. - № 1. - С. 3-4.
2. Рябцев А.Д., Кеншимов А.К. Водные ресурсы Казахстана: проблемы и перспективы использования // Водное хозяйство Казахстана. – 2004. - № 1. - С. 18-27.
3. Годовые отчеты Комитета по водным ресурсам МСХ РК. 2002-2005 гг.
4. Ибатуллин С.Р. Проблемы развития орошаемого земледелия в Казахстане. Республиканская научно-практическая конференция «Проблемы мелиорации орошаемых земель». - Шымкент, 14-15 сентября 2006.
5. Проект регулирования реки Сырдарья и Северного Аральского моря. Увеличение пропускной способности реки Сырдарья. ТЭО. Казгипроводхоз, 1998 – 9 с.
6. Разработка комплекса неотложных и перспективных мероприятий по увеличению пропускной способности русла реки Сырдарья ниже Шардаринского водохранилища. Отчет. ТарГУ им. М.Х.Дулати. - Тараз, 2005 – 181 с.
7. Ли В. Как «утопить» миллионы // Казахстанская правда.- №163-164.- 01.07.2006.- С.8.
8. Отчет о деятельности БВУ за 2005 год. Арало-Сырдарьинское бассейновое водохозяйственное управление. - Кызылорда, 2006.

Научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз

ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНДЕРДІҢ СУ ҚОРЛАРЫН ҚОЛДАНУ- ДАҒЫ МӘСЕЛЕЛЕР

Техн. ғылым. канд. Т.Т. Ибраев

Трансшекаралық өзеннің мысалы Сырдария өзені бассейнінің су қорларын тиімді қолданудың кейбір мәселелері қаралды.

УДК 552.324.6

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ
ОЛЕДЕНЕНИЯ И ЛЕДНИКОВОГО СТОКА В БАССЕЙНЕ
РЕКИ КАРАТАЛ, ЗАПАДНАЯ ДЖУНГАРИЯ**

Доктор геогр. наук

Е.Н. Вилесов

В.И. Морозова

Обсуждаются результаты картографо-аналитических исследований современного оледенения бассейна р. Каратал (западная часть Джунгарского Алатау), изменения морфометрических характеристик ледников и величин абляции и ледникового стока во второй половине XX века.

Согласно [14], глобальный климат Земли за последние 500 тыс. лет колебался с главным 100000-летним циклом, включающим периоды ледниковых эпох и более коротких межледниковий с длительностью около 10000 лет. Размах колебаний температуры в голоцене (последние 10000 лет) составил 6 °С, а после климатического оптимума, который имел место примерно 6,5 тысяч лет назад, когда температура была на 2 °С выше современной, она приобрела глобальную тенденцию к понижению. Это понижение, как и в предыдущие периоды, не монотонно, а имеет более короткопериодный колебательный характер, и примерно с 1700 г. (минимум малого ледникового периода) наблюдается постепенное повышение температуры. На рис.1 представлены оценки зимних условий в Восточной Европе, основанные на анализе летописей и других исторических материалов. Во время малого ледникового периода (1450...1850 гг.) происходило существенное понижение температуры, увеличение атмосферных осадков в твердом виде, снижение высоты снеговой линии на 100...150 м, повсеместное быстрое наступание горных ледников, размеры которых значительно превосходили современные.



Рис. 1. Температурные изменения последнего тысячелетия

В XX веке, особенно во второй его половине, во всех ледниковых районах Земли фиксируется повышение температуры воздуха, сопровождающееся отступанием ледников, сокращением их площади и объема вплоть до настоящего времени. При составлении Атласа снежно-ледовых ресурсов мира [9] указывается, что многие климатологи в своих предположениях о прогнозе изменений гляциосферы Земли более вероятными считают «теплые сценарии», то есть на естественные тренды и ритмы накладывается сильное антропогенное потепление, связанное с парниковым эффектом CO_2 накапливающегося в атмосфере в результате сжигания минерального топлива. Ожидается, что к 20-м годам XXI в. средняя годовая температура приземного слоя атмосферы повысится на 1,5...2 °C, а концу этого века – на 4...5 °C.

Современное антропогенное изменение глобального климата в результате сжигания углеродного топлива и других форм воздействия хозяйственной деятельности на атмосферу весьма заметно проявилось и на территории Казахстана [11] и, соответственно, в горах юго-востока страны [7]. Очевидно, это потепление, выразившееся прежде всего в повышении летних средних месячных и годовых температур приземного воздуха (при том же режиме атмосферных осадков) не могло не отразиться на состоянии современных горных ледников реги-

она. Вместе с тем колебания самих ледников служат превосходным индикатором изменения климатических условий [4].

В предлагаемом сообщении авторы попытались проанализировать обусловленное потеплением изменение состояния оледенения Западной Джунгарии, охватывающей горно-ледниковый бассейн р. Каратал.

Бассейн р. Каратал с площадью водосбора 5300 км² является самым большим на территории хр. Джунгарского Алатау. Он складывается из двух самостоятельных (в горной части) бассейнов рек: собственно р. Каратал и его крупного притока, впадающего в него уже на равнине, р. Коксу. Река Каратал образуется от слияния почти в одном месте трех рек: Кора, Чижа и Текели. Последняя лишена ледникового питания.

Границами территории бассейна р. Каратал служат на севере Северный Центральный хребет, а на юге – Южный Центральный хребет (в этом месте носящий название Токсанбай) и хребты Ит-Чеку, Коянды и Алтынэмель. Эти хребты между собой имеют перемычки, образующие основной водораздел между бассейном Каратала и бассейнами рек Борохузир и Усек, расположенных на южном склоне Джунгарского Алатау. На востоке (в истоках р. Коксу) граница территории проходит по горной перемычке между Северным Центральным и Южным Центральным хребтами Джунгарского Алатау, носящей название гор Конгоробо. На западе горы постепенно понижаются и переходят в прибалхашскую равнину.

Общая протяженность Северного Центрального хребта, покрытого ледниками, составляет 84 км, а Южного Центрального хребта – 60 км. Средняя высота названных хребтов 3800...3850 м.

Основой для получения информации о колебаниях ледников бассейна р. Каратал являются материалы повторных аэрофотосъемок (АФС) и созданные на их базе крупномасштабные карты горно-ледниковых районов и Каталоги ледников [6]. Было проведено сравнение морфометрических характеристик ледников в 1956 г. (откорректированные данные Каталога [15]) и в 1990 г., когда была проведена последняя АФС этой территории. Также для уточнения контуров некоторых ледников и общего суждения о современном состоянии ледников района был использован космоснимок Landsat 2000 г. с разрешением 15 м, бесплатно распространяемый в сети Интернет National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Первый Каталог ледников [15] был составлен по известной методике, подробно изложенной в [18].

Данные по 1990 г. были получены с помощью методики цифрового картографирования и ГИС-технологий (программные пакеты MapInfo, ArcGIS, EasyTrace, Geotransformer и др.). Составлены новый Каталог ледников Западной Джунгарии и крупномасштабная карта оледенения, отражающая его состояние в 1990 г. и являющаяся неотъемлемой частью региональной ГИС «Ледники Джунгарского Алатау».

По данным Каталога 1956 г. [15], в Западной Джунгарии тогда насчитывалось 358 ледников общей площадью (без морен) 202,5 км². Однако при «переносе» контуров ледников с карт М 1:100 000 на карты М 1:25 000 площади 62 мелких висячих и каровых ледников увеличились в среднем на 0,15 км². За счет этой «прибавки» к площади льда 1956 г. добавилось 9,2 км². Кроме того, в [15] ледник № 109 неоправданно разделен на два самостоятельных, а ледник № 121 ошибочно перенесен с северного склона Северного Центрального хребта на его южный склон, в бассейн Каратала. После этих поправок принято, что в 1956 г. в Западной Джунгарии имелось 356 ледников общей площадью 211,7 км² (на 4,5 % больше, чем в [15]).

За 34 года в бассейне Каратала растаяли 105 ледников, или 29,5 % от их количества в 1956 г. Площадь растаявших ледников составила 9,4 км². Наиболее интенсивному стаиванию подверглись ледники в западной, пониженной, части района. Так, в бассейне р. Отсу из 7 ледников к 1990 г. остался только один с площадью 0,06 км². На космоснимке 2000 г. этот ледник ещё угадывается, но, по сравнению с 1990 г., площадь его уменьшилась на 60...70 % (к сожалению, разрешение этого космоснимка не дает нам возможности более точной оценки), и, вероятней всего, что ныне его уже нет. В бассейне левых притоков р. Коксу из 10 ледников осталось 2. Кроме того, 8 ледников распались на два. Таким образом, число ледников сократилось на 97, или на 13,7 %, и в 1990 г. оно составило 259, а средняя площадь одного ледника равна 0,57 км².

Площадь ледников бассейна к 1990 г. составила 147,26 км², т.е. она сократилась на 64,44 км², или на 30,4 %. Средняя скорость сокращения площади за весь период равна 1,9 км²/год, или по 0,89 %/год.

По данным космоснимка 2000 г., общая площадь оледенения западной части Джунгарского Алатау ориентировочно составила около 134 км². Были выявлены некоторые неточности при определении размеров

оледенения по состоянию на 1990 г. (в сторону увеличения), но общая ситуация не изменилась – ледники рассматриваемого района в отрезок времени с 1990 по 2000 г. продолжали отступать почти так же интенсивно, как в периоде 1956...1990 гг. Потеря площади льда за эти 10 лет достигла почти 13 км², что составило 8,8 % от площади 1990 г. Средняя скорость сокращения площади за этот период равна 1,3 км²/год, или по 0,88 % в год.

Сокращение площади ледников сопровождалось существенным уменьшением их длины. В некоторых бассейнах длина ледников уменьшилась на 400...500 м и даже 646 м (бассейн р. Котурганбулак). Средняя величина сокращения длины ледников в бассейне Каратала равна 310 м.

Уменьшение площадных и линейных размеров ледников обусловило соответствующее уменьшение их объема. Объем льда определялся по известной формуле Н.В. Ерасова [12], точнее – по уравнению полукубической параболы Нейля с коэффициентом Ерасова. Расчеты показали, что объем льда за 1956...1990 гг. сократился с 7,5358 до 5,1229 км³, т.е. на 2,4129 км³, или на 32,0 %, по 0,94 %/год.

В процессе деградации 17 ледников в разных бассейнах изменили свой морфологический тип. Большинство из них (13) из карово-долинных превратились в каровые. Из-за резкого уменьшения длины языков карово-долинный ледник № 151 (бассейн р. Коржун) стал висячим каровым, долинный ледник № 144 (бассейн р. Куркульдек) трансформировался в карово-долинный, а долинные ледники № 72 и № 84 (бассейн р. Казан) в – котловинные.

Наибольшие потери испытали ледники склонов – каровые, висячие, карово-висячие. В 1956 г. их было 296, в 1990 г. осталось 199. За 34 года склоновые ледники потеряли 39,3 км², или 40 % от своей площади в 1956 г. Потери долинных ледников были значительно меньше – 25,13 км², или 22 % первоначальной площади. Их средняя площадь сократилась на 0,43 км², с 1,92 до 1,49 км², т.е. на 22,4 %.

Примечательно, что ледники разных экспозиций деградировали примерно одинаково. При этом площадь ледников с «теневыми» экспозициями (СЗ, С, СВ) сократилась на 50,36 км², а ледников «солнечных» экспозиций (ЮЗ, Ю, ЮВ) – только на 2,68 км². На первый взгляд, создается впечатление, что якобы ледники с северной ориентацией стаивают почти в 20 раз интенсивнее, чем ледники с южной ориентацией. Но ведь и площадь «северных» ледников в 1956 г. была в 20 раз больше площади «южных». Поэтому относительное сокращение площадных размеров у различ-

но ориентированных групп ледников довольно близко по величине: у «северных» оно составило 28,3 %, а у «южных» чуть больше – 31,0 %.

В 1990 г. ледников с северными составляющими ориентации стало 209 (80,7 % от их общего числа) с площадью 127,34 км² (86,5 % от общей площади), с южными – лишь 13 ледников (5,0 %) с площадью 6,02 км² (4,1 %). Остальные 37 ледников (14,3 %) с площадью 13,9 км² (9,4 %) имели западную и восточную экспозиции. Причем площадь 30 «восточных» ледников (12,51 км²) больше площади 7 «западных» (1,39 км²) ровно в 9 раз, что обусловлено существованием западного переноса воздушных масс, способствующего переметанию снега с западных склонов отрогов хребта на их восточные склоны.

Важными показателями эволюции оледенения служат также изменения абсолютных высот характерных точек ледников – их концов, высших точек, фирновой линии. Средняя высота концов языков ледников за 1956...1990 гг. увеличилась с 3232 м до 3300 м, т.е. на 68 м, при средней скорости 2 м/год. Особенно интенсивно «втягивали» свои языки ледники бассейнов левых притоков р. Коксу и р. Казан, соответственно, на 115 м и на 95 м. Языки отдельных ледников в бассейне р. Казан поднялись на 180...220 м [2].

В соответствии с поднятием концов ледников произошло уменьшение вертикального диапазона оледенения, особенно в бассейнах рек Казан, Отсу и Тайбуга, где оно составило 107, 116 и 127 м. Средняя же величина уменьшения вертикального диапазона оледенения по району в целом равна 61 м.

Осредненная по Западной Джунгарии высота фирновой линии, рассчитанная по методам Куровского и Щегловой, поднялась с 3400 м в 1956 г. [15] до 3460 м 1990 г., т.е. на 60 м. За рассматриваемый период площади областей аккумуляции и абляции уменьшились, соответственно, с 123,7 км² до 74,59 км² и с 88,0 км² до 72,67 км², в связи с чем величина ледникового коэффициента уменьшилась с 1,40 до 1,03, а коэффициента *AAR* (отношение площади аккумуляции к площади всего оледенения) – от 0,58 до 0,51. Отметим, что за счет 60-метрового повышения фирновой линии относительное сокращение площади аккумуляции было в 2,3 раза больше такового области абляции.

Величина годового удельного баланса массы ледников района была отрицательной и равной - 35,6 г/см². Иначе говоря, с учетом изменения

площади льда за последнее десятилетие XX века, за 45 лет со всей своей ледники потеряли примерно 15 м в слое воды.

Наряду с выяснением направленности эволюции оледенения и установлением его баланса массы одной из главных задач гляциологии является определение величины ледникового стока и его роли в общем речном стоке. За последние полвека со стороны гидрологов и гляциологов было предпринято, по крайней мере, полдесятка попыток таких определений, основанных на данных кратковременных натуральных измерений таяния льда и применении разных методов расчета абляции.

При этом в большинстве случаев использовались данные по гидрометрии обеих основных рек района – собственно Каратала и Коксу. Средняя высота водосбора р. Каратал равна 2400 м, а его площадь, замыкаемая гидростом с. Каратальское, - 1160 км². Средний за 45 лет (1956...2000) годовой расход этой реки составляет 30,3 м³/с, а норма годового стока – 955 млн. м³. Характеристики бассейна р. Коксу на замыкающем гидростворе свх. Коксу таковы: средняя высота водосбора – 2810 м, его площадь – 1590 км², годовой расход – 37,0 м³/с, норма годового стока – 1167 млн. м³.

Впервые полевые наблюдения за таянием льда на ряде ледников в верховьях р. Коры Каратальской (Лагерном-№ 273, Безсонова-№ 275, Сапожникова-№ 276, Алтынсарина-№ 277 и Круглом-№ 278) были проведены в 1950...52 гг. экспедицией Сектора географии АН КазССР под научным руководством акад. Н.Н. Пальгова. Результаты экспедиции опубликованы в работе [13]. Однако получить из неё конкретные сведения об общем и ледниковом стоке р. Коры не представляется возможным, т.к. все величины даны не в абсолютных значениях, а в процентах.

Первый опыт расчета стока с ледников всего бассейна Каратала принадлежит П.Ф. Лаврентьеву [17]. В основу оценки ледникового стока была положена зависимость модуля талого стока, отнесенного к площади оледенения, от высоты концов языков ледников. Этот способ не очень точен, в т.ч. из-за ошибок в определении высот ледниковых языков, снятых с топоосновы 1943 г. издания. Поэтому рассчитанный в [17] объем ледникового стока обеих рек в указанных створах, равный 176,5 млн. м³, оказался сильно заниженным (по крайней мере, на 1/3).

Чуть позже С.В. Гринберг [10] долю ледникового стока рек Западной Джунгарии определил 14,1 %, или 300 млн. м³ воды, при слегка завы-

шенной для того времени (1956 г.) площади оледенения – 235 км² (вместо 211,7 км²).

В монографии А.Н. Кренке [16] величина ледникового стока западноджунгарских рек, рассчитанная по его знаменитой глобальной формуле связи суммарной абляции с летней температурой воздуха на высоте границы питания, определена в 400 млн. м³ (18,8 % от общего речного стока). Эта цифра явно завышена (примерно на 20 %) из-за того, что в площадь оледенения была включена площадь морен, равная 42 км².

И.С. Соседов в монографии [8] по ранее разработанной нами методике [3], учитывающей все виды стока с площади ледников и морен, рассчитал норму ледникового стока рек района, составившую 326 млн. м³, или 13 % от общего стока. Можно полагать, что эти цифры достаточно адекватно отражают долю ледникового питания рек в 60-е гг. XX века.

В своей последней книге П.А. Черкасов [19] изложил разработанную им весьма громоздкую методику расчета составляющих баланса массы ледников, в т.ч. абляции снега и льда. Для установления нормы ледникового стока он вполне произвольно выбрал «1976...1977 балансовый год, средний по условиям режима за период наблюдений» (1967...1991 гг.).

Однако в 25-летнем ряде этот год никак нельзя считать средним. Напротив, он был исключительно теплым, занимая второе место по интенсивности таяния после 1974 г. Кроме того, в суммарную абляцию в [19] включено и таяние сезонного снежного покрова на конечных моренах. Поэтому норма ледникового стока, рассчитанная для «среднего» 1977 г., оказалась сильно завышенной, составив 343,8 млн. м³ (стр. 273). Мало того, через три страницы автор, непонятно из каких соображений, увеличил слой стаивания снега и льда до 2 м (со всей площади ледников) и, соответственно, норму ледникового стока до 432 млн. м³. Между прочим, такое сверхвысокое значение удельной абляции на ледниках южнее лежащего Заилийского Алатау за те же 25 лет имело место только один раз – в экстремально теплом 1978 г. [5]. По сути, этот объем, 432 млн. м³, представляет собой не норму ледникового стока, а его абсолютный максимум, приходящийся, кстати, на 1962 г.

Как видим, представленные в работах [10, 16, 17, 19] значения нормы ледникового стока рек Западной Джунгарии колеблются в сравнительно небольших пределах – от 300 до 432 млн. м³. Ещё раз повторим, что эти величины в той или иной степени завышены, т.к. для расчетов у всех авторов взята стокообразующая площадь льда только одного 1956 г.

из [15], т.е. без учета сокращения этой площади за счет дегляциации в последующие десятилетия.

Для определения действительного среднего многолетнего значения ледникового стока по удельной суммарной абляции мы использовали тесную связь последней со средней летней (июнь-август) температурой воздуха на высоте фирновой линии. Формула этой связи получена нами на основе анализа того же 25-летнего (1967...1991) ряда массбалансовых измерений на леднике Шумского (бассейн р. Баскан, северный макросклон Джунгарского Алатау):

$$A = (t_{л} + \Delta t + 10,6)^3,$$

где A – суммарная абляция, мм; $t_{л}$ – средняя летняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; Δt – температурный скачок при переходе с морены на ледниковую поверхность, равный минус 1°C .

В качестве базовой взята длиннорядная метеостанция Сарканд, расположенная в долине р. Саркан на высоте 764 м, в 70 км к северо-востоку от основного массива оледенения нашего района. Величина вертикального температурного градиента, согласно специальным проработкам А.Н. Кренке [16] и В.П. Благовещенского [1], принята равной $7,1^{\circ}\text{C}/\text{км}$. Средняя температура лета на высоте фирновой линии (3460 м), с учетом Δt , равнялась $1,0^{\circ}\text{C}$. Таким образом, среднее годовое значение удельной суммарной абляции, рассчитанное по приведенной формуле, оказалось равным 1570 мм. Средняя за 45 лет (1956...2000) площадь ледников равна 72 км^2 в бассейне Каратала, 100 км^2 – в бассейне Коксу, 172 км^2 – в сумме. Результаты расчетов нормы общего речного и ледникового стока в замыкающих створах обоих бассейнов, с учетом приведенных выше показателей температуры и площади льда, представлены в таблице.

Как следует из данных таблицы, средний многолетний ледниковый сток в обоих бассейнах составляет 267 млн. м^3 и 12,6 % от общего речного стока. Максимум ледникового стока равен $442,7 \text{ млн. м}^3$ в 1962 г., а минимум – 125 млн. м^3 в 1993 г. В период абляции доля ледникового стока в замыкающих створах увеличивается до 25-30 %. За 45 лет в общий речной сток за счет талых ледниковых вод поступило около 12 км^3 воды.

В связи с уменьшением площади ледников и степени оледенения от 7,6 % в пентаде 1956...1960 до 5,0 % в 1996...2000 гг. фиксируется заметное сокращение ледникового стока (рис. 2).

Уравнение тренда имеет следующий вид:

$$W_{\text{л}} = -1,9612t + 312,14,$$

где $W_{\text{л}}$ - ледниковый сток, млн.м³; t - число лет, начиная с 1957 г.

Таблица

Средний многолетний сток бассейнов рек Каратал и Коксу

Река - пункт	Общий сток			Ледниковый сток			$F_{\text{л}} / F$	$W_{\text{л}} / W$
	F	Q	W	$F_{\text{л}}$	$Q_{\text{л}}$	$W_{\text{л}}$		
Каратал – с. Каратальское	1160	30,3	955	72	3,6	112	6,2	11,7
Коксу – свх. Коксу	1590	37,0	1167	100	4,9	155	6,3	13,3
Сумма (среднее)	2750	67,3	2122	172	8,5	267	6,2	12,6

Примечание. F и $F_{\text{л}}$ – общая площадь водосбора и площадь ледников, км²; Q и $Q_{\text{л}}$ – средний годовой расход общего и ледникового стока, м³/с; W и $W_{\text{л}}$ – объем общего и ледникового стока, 10⁶ м³; $F_{\text{л}} / F$ – доля площади ледников в общей площади бассейна, %; $W_{\text{л}} / W$ – доля ледникового стока в общем речном стоке, %.

Средний за 5-летие максимум ледникового стока пришелся на пентаду 1961...1965 – 354,3 млн. м³, а минимум – на пентаду 1986...1990 – 210,0 млн. м³. В последнюю пентаду XX века (1996...2000) в связи с повышенным температурным фоном (известно, что 1998 г. был вообще самым теплым на планете за период инструментальных наблюдений) ледниковый сток увеличился до 264,4 млн. м³.

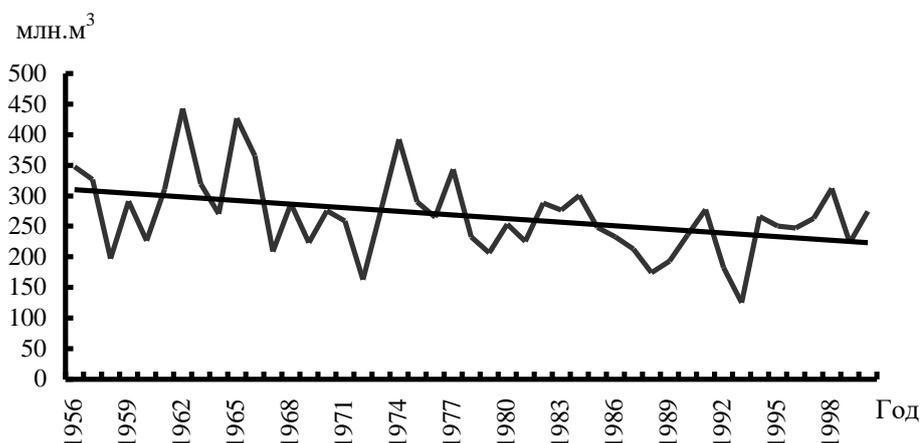


Рис. 2. Годовой ход и тренд ледникового стока за 1956...2000 гг.

Несмотря на то, что Западная Джунгария является наиболее увлажненным районом всей Джунгарской горной системы, слой ледникового стока (1570 мм), как и его модуль (49,2 л/с×км²), в 2,2 раза превышает слой стока с неледниковой части бассейнов.

Образующийся за счет таяния сезонного снега слой ледникового стока, определенный из разности величины суммарной абляции и «чистого» баланса массы, равен 1205 мм. Таким образом, ледниковый сток на 77 % обусловлен таянием снега на поверхности ледников (205,6 млн. м³) и лишь на 23 % - таянием глетчерного льда (61,4 млн. м³). Эти соотношения ещё раз подтверждают существующие в гляциогидрологии представления о ведущей роли сезонных осадков в формировании ледникового стока в горах юго-восточного Казахстана.

По результатам различных вариантов определений стока в более изученном соседнем Заилийском Алатау [5, 8, 16] можно полагать, что вероятная ошибка приведенных здесь нормированных величин ледникового стока не выходит за пределы 20 %, что вполне достаточно для водобалансовых расчетов и региональных обобщений, а также для прогноза изменений ледникового стока в ближайшие десятилетия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благовещенский В.П. Температурный режим высокогорных районов Средней Азии и Казахстана // Ледники, снежный покров и ла-

- вины горных районов Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1983. – С. 53-73.
2. Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Динамика современного оледенения бассейна р. Казан, Джунгарский Алатау // Вестник КазГУ. Серия геогр.- 2000.- № 2 (11). – С. 3-9.
 3. Вилесов Е.Н., Соседов И.С. и др. Опыт оценки ледникового стока рек северного склона Заилийского Алатау // Вестник АН КазССР.- 1973.- № 11. – С. 25-31.
 4. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Колебания горных ледников как индикатор изменения климата // Гидрометеорология и экология.- 1997.- № 3. – С. 165-175.
 5. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы, 2001. – 252 с.
 6. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н., Хонин Р.В. Методические основы и программа аэрофототопографического мониторинга современного оледенения Казахстана // Вестник КазГУ. Серия геогр.- 1995.- Вып. 2. – С. 169-177.
 7. Вилесов Е.Н., Шибутов М.М., Кочина Т.В. Проявление глобального потепления в условиях северного макросклона Заилийского Алатау // Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем.- Алматы, 2000. – С. 170-175.
 8. Гидрологические и водохозяйственные аспекты Или-Балхашской проблемы.- Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 310 с.
 9. Гляциологическая индикация и прогноз состояния и эволюции природной среды (В.М. Котляков, А.Н. Кренке) // Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. – Т. II. Книга 2.- М.: РАН, 1997. – С. 229-240.
 10. Гринберг С.В. Условия формирования и расчет максимального стока рек северного склона Джунгарского Ала-Тау.- Алма-Ата: Казгосиздат, 1963. – 156 с.
 11. Долгих С.А. О многолетних тенденциях термического режима на территории Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология.- 1995. – № 3. – С. 68-75.
 12. Ерасов Н.В. Метод определения объема горных ледников // Материалы гляциологических исследований. – Вып.14.- М., 1968. – С. 307-308.

УДК 556.166/167

МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ РЕК ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ

А.Г. Чигринец

Исследованы условия формирования максимального стока рек Илейского Алатау, выполнены расчеты по определению его характеристик для основных рек и некоторых их притоков, проведен анализ соотношения максимальных срочных и среднесуточных расходов воды.

Максимальный сток рек – одна из важнейших гидрологических характеристик, которая широко используется для различных целей и требует постоянного внимания и уточнения. Завышение максимальных расходов воды рек может увеличить стоимость проектируемых водохозяйственных сооружений и мероприятий и уменьшить их эффективность, а занижение может привести к катастрофам (разрушение гидротехнических сооружений, населенных пунктов, гибель людей и др.).

Определение максимального стока горных рек представляет особо трудную задачу, что обусловлено слабой гидрометеорологической изученностью горных водосборов, методическими и техническими трудностями измерений расходов воды в горных условиях, а также рядом специфических особенностей формирования максимальных расходов воды, таких как:

- более резкая изменчивость комплекса физико-географических факторов в пространстве и во времени, обусловленная вертикальной и экспозиционной дифференциацией подстилающей поверхности, а также интенсивностью и неустойчивостью атмосферных процессов;

- особые гидравлические условия в русле и неустойчивость зависимости между расходами и уровнями воды;

- явно выраженная неоднородность снеготаяния в горных условиях по высотным зонам, обусловленная вертикальной протяженностью горных водосборов;

- многопиковая форма половодья и смешанный генезис максимальных расходов воды, обуславливающие слабую связь между максимумом и объемом половодья и др.

Всё вышеперечисленное характерно и для условий формирования максимального стока рек в Илейском Алатау.

Максимальные расходы воды рек Илейского Алатау формируются тальными снеговыми, ледниковыми, а также ливневыми водами, чаще всего они имеют смешанное происхождение. Характерна возможность перерастания максимальных расходов воды в селевые потоки. Илейский Алатау – один из самых селеопасных районов не только Казахстана, но и СНГ.

Наибольшие в году расходы воды на реках высокогорного пояса, со средними высотами более 3200 м абс., преимущественно снеголедникового происхождения. На реках со средними высотами водосборов в пределах от 1500 до 3200 м абс. максимальные расходы могут формироваться при совпадении ливневых осадков с интенсивным снеготаянием и при выпадении ливней во время интенсивного ледникового стока. На реках этой зоны, не имеющих ледников, могут наблюдаться дождевые максимумы. На реках низкогорно-предгорной зоны, имеющих среднюю высоту бассейна < 1500 м абс. и $F < 1000$ км², максимумы формируются от таяния сезонного снега, от совпадения ливней с интенсивным снеготаянием, либо могут быть ливневого происхождения.

Статистические характеристик максимальных расходов приведены в статье только по основным рекам рассматриваемого района при выходе из гор, а также по некоторым их притокам (табл. 1).

Вследствие сложности условий формирования, расчленения стока воды по источникам питания рек района, а также из-за того, что максимальные расходы воды здесь в основном смешанного происхождения, в основы расчета характеристик максимального стока приняты наибольшие за год расходы воды, независимо от их происхождения. Аналогичное решение содержится в работе [7], которое принято путем сравнения максимумов половодья и дождевых паводков с максимальными расходами за год.

Исходными материалами для выполнения исследований послужили данные наблюдений за стоком воды на гидрологических постах РГП «Казгидромет» по 2000 г. включительно. В данной работе исследованы срочные максимальные расходы воды, которые обычно больше среднесуточных. По данным [7], отношения срочных и среднесуточных максимальных расходов в рассматриваемом районе составляют 3...3,5 для площадей водосборов порядка 10 км², 1,5...2 – для площадей водосборов около 100 км² и 1...1,3 – для площадей водосборов > 1000 км².

Таблица 1

Максимальные расходы воды (Q_{0max}), среднемноголетние и различной обеспеченности, рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау (системы рек Киши и Улькен Алматы приведены подробнее)

Река-пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, м абс	Период наблюдений		Средний за период наблюд., $Q_{мгн.}$ м ³ /с	За многолетний период			Максимальные расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с					
				Годы	Число лет		Q_{0max} , м ³ /с	Коэффициент вариации, C_v	Коэффициент асимметрии, C_s	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %	
Шилик – с. Малыбай	63	4300	2560	1928...1982	55	147,5	148	0,28	2 C_v	295,1	251,2	230,5	202,3	174,1	
Турген – с. Таутургенъ	73	614	2750	1983...1997	14	113,5	118	0,18	2 C_v	173,1	161,2	155,0	146,0	135,5	
Есик – г. Есик	98	256	2990	1932...1997	66	42,0	42,0	0,39	0,93	94,9	80,2	73,5	63,8	54,2	
Талгар – г. Талгар	115	444	3240	1931...1962	32	16,7	16,5	0,25	2 C_v	27,6	25,1	23,8	22,0	19,8	
Каскелен – г. Каскелен	138	290	2680	1964...1988	24	22,1	22,1	0,36	2 C_v	44,7	39,3	36,6	32,7	28,4	
Шамалган – с. Шамалган	115	444	3240	1928...1993	66	42,0	42,2	0,30	2,91	79,8	69,7	65,1	58,8	51,7	
Узын Каргалы – п. Фабричный	138	290	2680	1928...1997	70	21,9	19,6	0,31	1,66	41,6	36,4	33,9	30,7	26,9	
Улькен Алматы - в 2 км выше озера Большого Алматинского	60,8	139	2450	1928...1988	61	5,36	5,50	0,63	2 C_v	18,25	14,3	12,5	9,90	7,48	
Улькен Алматы - в 2 км выше устья	101	344	2590	1928...1988	62	13,9	13,9	0,40	2,38	45,0**	33,5**	25,0**	20,4	17,1	
Бассейн реки Улькен Алматы (Большая Алматинка)															
Улькен Алматы - в 2 км выше озера Большого Алматинского	87	71,8	3590	1927...1988	62	13,9	13,9	0,40	2,38	45,0**	33,5**	25,0**	20,4	17,1	
Улькен Алматы - в 2 км выше устья	87	71,8	3590	1952...1997	46	9,05	9,05	0,28	1,48	17,9	15,1	14,0	12,4	10,9	
Кумбель - устье	0,9	22,4	3250	1952...1997	46	3,49	3,10	0,48	1,60	20,0**	12,6**	8,89**	5,06	4,08	
Серкебулак - устье	0,1	5,00	3220	1958...1997	40	0,86	0,86	0,50	1,50	2,19	1,84	1,67	1,44	1,18	
Улькен Алматы – в 2 км выше устья	73	155	3120	1952...1997	46	9,55	9,55	0,36	1,43	19,4	17,4	16,2	14,7	12,8	

Река-пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, м абс	Период наблюдений		Средний за период наблюд., Q_{max} , м ³ /с	За многолетний период			Максимальные расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с					
				Годы	Число лет		Q_{0max} , м ³ /с	Коэффициент вариации, C_v	Коэффициент асимметрии, C_s	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %	
р. Проходная															
Проходная - устье	1,4	82,0	3160	1952...1997	46	8,22	8,38	0,35	1,40	19,4	16,2	14,8	12,6	10,6	
Руч. Тересбутак - устье	1,0	31,0	2250	1947...1999	53	3,39	3,41	0,92	3,22	15,2	10,8	8,93	6,75	4,81	
Улькен Алматы - в 2 км ниже устья ручья Тересбутак	69	280	2990	1932...1940, 1943...1949, 1951	17	23,4	23,4	0,29	0,91	49,2*	44,2*	39,5*	35,0*	29,2*	
р. Боролдай (Бурундай) – пгт. Боролдай	22	-	-	1965...1974	10	1,58	1,58	1,30	2 C_v	14,6*	12,0*	9,0*	6,15*	2,92*	
(Джигитовка) – мкр. Трудовик	14	-	-	1965...1974	10	0,24	0,26	0,83	2 C_v	1,03	0,80	0,69	0,54	0,40	
Бассейн реки Киши Алматы (Малая Алматинка)															
Киши Алматы – г. Алматы	106	118	2560	1916...1917, 1927...2000	76	12,03	12,03	0,72	2,27	59,0*	47,5*	33,0*	21,3*	15,0*	
Кимасар - устье	0,5	7,60	2340	1935...1972 1944,	38	1,19	1,19	1,40	4,51	14,0*	10,0*	5,50*	2,00*	1,42	
Бутак (Бутаковка) - мкр.Бутак	4,5	17,2	2120	1947...1978, 1980...1989	43	2,32	2,32	1,09	2 C_v	18,2*	12,8*	8,00*	4,92	3,03	
Бутак - устье	0,1	24,8	1960	1950...1969	20	2,73	2,73	0,80	2,5 C_v	16,8*	13,2	9,60*	5,70*	3,78	
Пр. Есентай (Весновка) - г. Алматы (База МВД)		(28,0)		1965...1971, 1973...75	10	0,14	0,14	0,49	2 C_v	0,41*	0,36*	0,31*	0,26*	0,19	
Пр. Жарбулак (Казачка) – г. Алматы	8,4	-		1963, 1976...1980	6	1,30	1,30	-	-	-	-	-	-	-	
Ремизовка –	6,0	4,24	1750	1948...1951,	26	0,19	0,19	0,84	2,5 C_v	1,01*	0,78*	0,57*	0,4	0,30	

Река-пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, м абс	Период наблюдений		Средний за период наблюд., Q_{max} , м ³ /с	За многолетний период			Максимальные расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с				
				Годы	Число лет		Q_{0max} , м ³ /с	Коэффициент вариации, C_v	Коэффициент асимметрии, C_s	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %
с. Ремизовка				1953...1959, 1961, 1963...1973, 1976, 1978, 1980 1948...1951, 1953...1961,										
Терисбулак (Каменка) – сан. Каменское Плато	7,0	6,59	1640	1963...1973, 1976, 1978, 1980	26	0,17	0,14	0,56	2Cv	0,50*	0,44*	0,38*	0,32*	0,25*
Султан-Карасу – с.Покровка	0,03	-	-	1964...1967, 1978	5	4,48	4,48	0,21	2Cv	6,95	6,41	6,13	5,73	5,25
Мойка (Мойка-Карасу) - устье	3,0	-	-	1968...1980	12	0,51	0,51	0,56	2Cv	1,85*	1,60*	1,31*	1,08*	0,80*
Зап. Теренкара (Теренькара 1) - свх Алма-Ата (винсовхоз)	24	-	-	1965...1967, 1969...1970, 1972...1979	13	2,66	2,77	0,36	0,40	5,37	4,80	4,52	4,09	3,59
ручей Ащыбулак – с. Карасу	25	-	-	1965...1967, 1974, 1976...1979	8	0,60	0,60	0,39	2Cv	1,45	1,17	1,07	0,91	0,78

Примечание: * - расходы, полученные по эмпирической кривой;

** - расходы, полученные по усеченной кривой ($C_s=6,4$).

Значения этих переходных коэффициентов, рассчитанные автором, приведены ниже в табл. 2.

Таблица 2

Соотношение максимальных срочных и среднесуточных расходов воды по опорным пунктам рек Илейского Алатау

Река-пункт	Среднее	Максимальное	Минимальное
Шилик – с.Малыбай	1,23	1,68	1,05
Турген – с. Таутургенъ	1,46	2,62	1,00
Есик – г. Есик	1,03	1,47	1,00
Талгар - г. Талгар	1,28	2,79	1,00
Каскелен – г. Каскелен	1,44	1,91	1,03
Шамалган – с. Шамалган	1,19	1,43	1,03
Аксай-кордон Аксайский	1,20	1,82	1,00
Улькен Алматы-ниже устья р.Тересбутак	1,44	2,95	1,06
Киши Алматы – турбаза Туюсу	1,46	2,18	1,00
Киши Алматы – г. Алматы	1,68	7,20	1,00
Узын Каргалы – п. Фабричный	1,59	4,04	1,09

Исходные данные о максимальных расходах воды проверены на однородность с применением интегральных кривых и оценены на репрезентативность по разностным интегральным кривым максимальных расходов воды. Перед этими оценками предварительно произведен анализ имеющихся данных наблюдений за максимальными расходами воды, и по возможности восстановлены пропуски в наблюдениях с использованием сведений по пунктам-аналогам, данных о среднесуточных расходах воды в расчетном створе, о максимальных расходах воды в годы аналогичной водности в расчетном створе и другими способами.

Как отмечено выше, для рассматриваемого района характерен переход выдающихся водных паводков в селевые потоки. Учет селевых расходов в общем ряду наблюдений за максимальными расходами приводит к значительному увеличению параметров максимального стока, вызывает неоднородность ряда (рис. 1). Поэтому максимальные расходы селей из анализируемых рядов были исключены по требованиям учета генезиса.

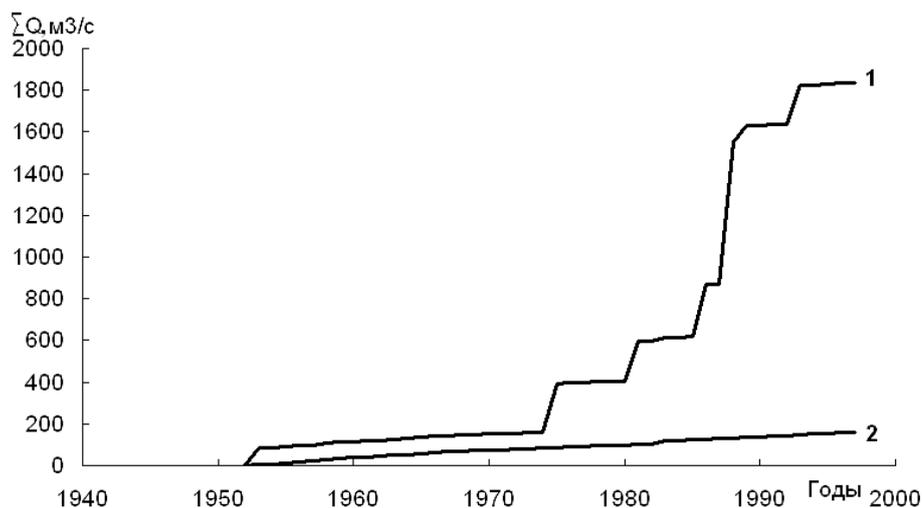


Рис. 1. Интегральные кривые максимальных расходов воды р. Кумбель – устье. 1- с селевыми расходами, 2- без селевых, заменённых максимальными восстановленными расходами.

Выявлено, что вследствие имеющейся асинхронности колебаний максимальных расходов воды по различным постам общим расчетным периодом может быть период с 1934 по 1996 гг. (или по 1991 г.), так как внутри этого периода по разным рекам во многих случаях наблюдается асинхронность колебаний стока. Поэтому более короткие репрезентативные периоды могут для разных рек не совпадать как по длительности, так и по хронологии.

По гидропостам р. Шилик – с. Малыбай и р. Есик – г. Есик, на которых ряды максимальных расходов воды неоднородны: на гидропосту р. Шилик – с. Малыбай из-за введения в действие в 1983 г. водохранилища Бартогай, а на гидропосту р. Есик – г. Есик – из-за исчезновения озера Есик вследствие прохождения селя 1963 г., общие ряды наблюдений разбиты на два периода.

Одним из основных этапов работы было определение статистических параметров максимальных расходов воды по данным фактических наблюдений. Норма максимальных расходов воды, коэффициенты вариации, коэффициенты асимметрии рассчитаны двумя методами: методом моментов и графоаналитическим методом Г.А. Алексеева [3]. По обоим методам получены результаты близкие, с небольшим расхождением. При-

нятые автором в результате расчетов статистические характеристики максимальных расходов воды приведены ранее в табл. 1.

Ошибки расчета нормы максимальных расходов воды колеблются от 3,69 % (р. Талгар - г. Талгар) до 26,2 % (р. Джигитовка – мкр. Трудовик), преимущественно составляя менее 10 %. Лишь в двух случаях ошибка превысила 20 % (р. Джигитовка – мкр. Трудовик и р. Кимасар - устье). Величина нормы максимального расхода по р. Боролдай – пгт. Боролдай приведена ориентировочно. Ошибки расчета коэффициента вариации находятся в пределах от 2,84 % (р. Талгар – г. Талгар) до 35,6 % (р. Кимасар - устье). При этом величина ошибок имеет допустимые пределы (менее 10 %), лишь в трех случаях превышая 20 % (р. Кимасар - устье, р. Джигитовка - мкр. Трудовик и р. Бутак (Бутаковка) - мкр. Бутак (с. Бутаковка).

По кривым обеспеченности максимальных расходов воды определены максимальные расходы различной обеспеченности (см. табл. 1). В отдельных случаях использованы усеченные кривые и эмпирические кривые обеспеченности. Одна из кривых в качестве примера приведена на рис. 2.

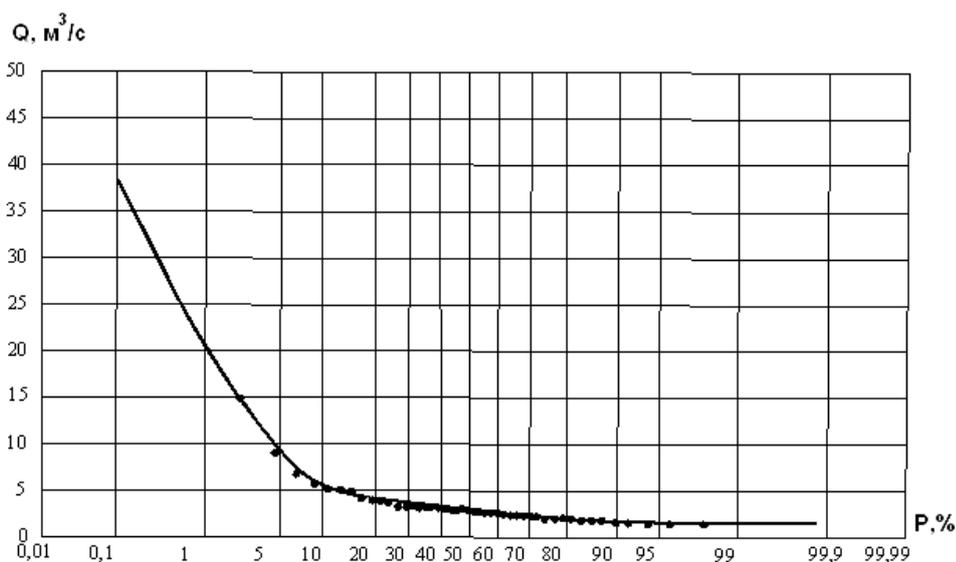


Рис.2. Кривая обеспеченности максимальных расходов воды (усеченная) р. Кумбель - устье

Усеченные кривые обеспеченности проводились в тех случаях, когда на эмпирической кривой имеются расходы малой обеспеченности, резко отклоняющиеся от основной кривой. Рекомендации о проведении усеченных кривых содержатся в [2, 4, 5]. Применение усеченных кривых позволяет более надежно проводить кривые обеспеченности в части редкой повторяемости.

Для определения максимальных расходов воды при недостаточности или отсутствии данных наблюдений и расходов селевых потоков можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в [4-7].

При прохождении селевых потоков максимальные их расходы достигают катастрофических значений. Так, в 1950 г., при прохождении селя в бассейне р. Кумбель (приток р. Улькен Алматы) расход достигал 972 м³/с, а на р. Улькен Алматы в 2 км выше устья р. Проходная – 322 м³/с. Ещё более высокие расходы отмечались на р. Улькен Алматы при прохождении селя 1977 г. (до 11000 м³/с у ГЭС №2) [1]. Во время прохождения селевого потока 1921 г. по р. Киши Алматы его расход в створе гидрологического поста г. Алматы достигал 920 м³/с, а в 1973 г. во время селя на этой же реке при входе в селехранилище в урочище Медео он оценен величиной около 30000 м³/с [1]. При выпадении выдающихся максимумов ливневых осадков в Илейском Алатау сели носят массовый характер, как это было, например, в 1921 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бижанов Н.К., Виноходов В.Н., Кулмаханов Ш.К. и др. Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане. – Алматы: Ғылым, 1998. – 101 с.
2. Гальперин Р.И. Нюансы статистической интерпретации гидрологических рядов. Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии» - Алматы: КазНИИМОСК, 2001. - С.103-105.
3. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С.1-144.
4. Кендалл М., Стьюарт А. Теория распределений. - М.: Наука, 1966. – 587 с.
5. Методические рекомендации по составлению справочника по водным ресурсам СССР. - Л.: ВНИГЛ, 1962. - Вып.7, ч.1. – 108 с.

6. Рекомендации по проектированию противоселевых защитных сооружений. - М., 1985. – 110 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш.- Л.: Гидрометеиздат, 1970. - Т.13, вып.2. - 643 с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ІЛЕ АЛАТАУ ӨЗЕНДЕРІНІҢ СУДЫҢ ЕҢ ЖОҒАРҒЫ ШЫҒЫНДАРЫ

А.Г. Чигринец

Іле Алатау өзендерінің ең жоғарғы ағынның қалаптасу жағдайлары зерттелген, негізгі өзендер және олардың кейбір салаларының сипаттамасын анықтау үшін есептер жүргізілген, судың ең жоғарғы жедел және орташа тәуліктік шығындары қатынасына талдау жүргізілген.

УДК 504.05 (574)

**К ВОПРОСУ О ЗАГРЯЗНЕНИИ АТМОСФЕРЫ
ГОРОДА БАЛХАШ**

К.К. Муздыбаева

В статье проводится анализ загрязнения воздушного бассейна города Балхаш сернистым ангидридом и пылью в зависимости от направления ветра, и определяется зона активного загрязнения организованными источниками Балхашского горнометаллургического комбината.

В послании Президента страны народу Казахстана «Казахстан-2030» отмечено, что «...Казахстан 2030 года должен стать чистой и зеленой страной, со свежим воздухом и прозрачной водой». Для Республики Казахстан проблемы загрязнения атмосферного воздуха были и остаются одними из основных. Выбросы вредных веществ в атмосферу составляют в Республике Казахстан около 2,5 миллионов тонн. Проблема загрязнения атмосферного воздуха присуща в основном крупным городам и промышленным центрам.

Город Балхаш – один из крупнейших промышленных центров Казахстана. В настоящее время в регионе складывается неблагоприятная экологическая обстановка, связанная с загрязнением атмосферы, что было отражено в ряде научных работ [1, 2, 5-8, 10]. В г. Балхаше основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия цветной металлургии «Казахмыс», тепловой энергетики – Балхашская ТЭЦ, акционерное общество «Завод обработки цветных металлов (ЗОЦМ)», КПП «СуЖылуТранс», производственный кооператив (ПК) «Бертыс-Балхаш», дорожно-строительное предприятие (ДСП) «Тастемир», вагонное депо, предприятия пищевой промышленности, железнодорожный и автомобильный транспорт (в 2000 г. автомобильный парк города насчитывал 6839 единиц автомобилей).

Все промышленные источники загрязнения атмосферы подразделяются на организованные и неорганизованные. Организованные выбросы – это выбросы, поступающие в атмосферу через дымовые трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фанари. К неорганизованным относятся выбросы за счет негерметичности технологического оборудования газоот-

водных устройств, резервуаров, золоотвалов, перегрузки сыпучих материалов [11].

Как и любая природная среда, атмосфера обладает способностью к самоочищению. Вредные вещества, поступающие в атмосферу от промышленных источников, оседают на поверхности домов, растений, почвы, снега, вымываются атмосферными осадками или переносятся на значительные расстояния от места выброса. Основной перенос вредных веществ осуществляется ветром, и зависит от температуры воздуха, солнечной радиации, атмосферных осадков и других метеорологических факторов [3].

Район расположения г. Балхаша относится к пустынной климатической зоне [16]. Характерным для этого района является резкая континентальность и засушливость климата с жарким, сухим летом и холодной, малоснежной зимой. Среднемесячная температура воздуха в январе составляет минус 14,9 °С, плюс 22,6 °С июле (табл. 1). В течении года, по многолетним данным преобладают ветры северо-восточного направления (40%), которые особенно выражены в зимний период, а летом на ветровой режим влияет бризовая циркуляция.

Таблица 1

Климатические характеристики г. Балхаш

Средняя месячная и годовая температура воздуха (°С)												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
-14,9	-13,8	-4,9	7,6	16,0	21,8	24,0	21,7	15,2	6,2	-3,6	11,5	5,3
Среднее месячное и годовое количество осадков (мм)												
11	10	12	12	12	13	13	9	6	11	13	15	137
Средняя годовая повторяемость (%) направлений ветра и штилей												
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Штиль
10	40	10	4	8	13	9	6	10	40	10	4	3

Климатические условия г. Балхаш в целом благоприятны для рассеивания выбросов, потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) равен 2,5 [14]. Но регион относят к районам с высоким ПЗА, так как метеорологические особенности усугубляются тем, что общий фон запыленности очень высок и здесь нежелательно размещение промышленных объектов, выбрасывающих большое количество твердых веществ [4].

Экологически вредные отходы других предприятий Балхашского региона несопоставимы с выбросами Балхашского горно-металлургического комбината (БГМК). БГМК является основным градообразующим

предприятием г. Балхаш. Это предприятие с полным циклом металлургического передела и получением черновой меди. Предприятие имеет всего 624 источников выделения вредных веществ в атмосферу, из них 454 автотранспортных единиц и 11 тепловозов. Стационарных источников – 159 единиц, при этом они объединены в 141 источник выбросов в атмосферу, из которых 9 неорганизованных [13].

Комбинат-загрязнитель находится в юго-западной части города и по этой причине западные и юго-западные ветры, частота которых составляет 20...22 % неблагоприятны для города. Основным подразделением БГМК загрязняющим атмосферный воздух является медеплавильный завод, в состав которого входят цех подготовки шихты, медеплавильный цех, пылеугольный цех, цех электролиза меди, цех ремонта металлургических печей, цех пылегазоочистки, аффинажный цех, шламовый цех, ремонтно-строительный цех. Наиболее крупными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются две печи Ванюкова ПВ-1, ПВ-2, пять конверторов. Выбросы вредных веществ от них составляют более 90 % от общих выбросов БГМК.

Так же источниками загрязнения являются следующие подразделения БГМК: обогатительная фабрика, ремонтно-строительный комплекс, ремонтно-механический завод, цех ремонта электрооборудования, цех эмальпровода, склад горюче-смазочных материалов, автотранспортный цех, железнодорожный цех, профилакторий, рудники (Саяк, Кобырат, Шатырколь), цинковый завод.

Выбросы БГМК имеют широкий спектр загрязняющих веществ от твердых пылевых, в состав которых входят медь, свинец, мышьяк, хром, цинк, пыль до газообразных, - это сернистый ангидрид, двуокись азота, окись углерода. По данным Карагандинского областного управления ООС, 96 % выбросов БГМК и Балхашской ТЭЦ приходится на сернистый ангидрид (рис.1).

В 1997 г. после длительного простоя БГМК был запущен без утилизации сернистого газа. Ранее существовавшее серноокислотное производство на комбинате не работало в виду отсутствия рынка сбыта серной кислоты и устаревшей технологии.

В бывшем СССР использование металлургических газов для получения товарных соединений имело плановый характер и полностью решало проблему утилизации сернистого газа, а продукция находила внутренний сбыт (в основном – производство удобрений). Однако в странах СНГ переход

на рыночные отношения, как и во всем мире, привел к умеренному использованию удобрений. С другой стороны, темпы развития металлургической промышленности несопоставимо высоки по сравнению с развитием сельского хозяйства, и производство серной кислоты (соответственно и сернистого газа) намного опережает ее потребление [9].

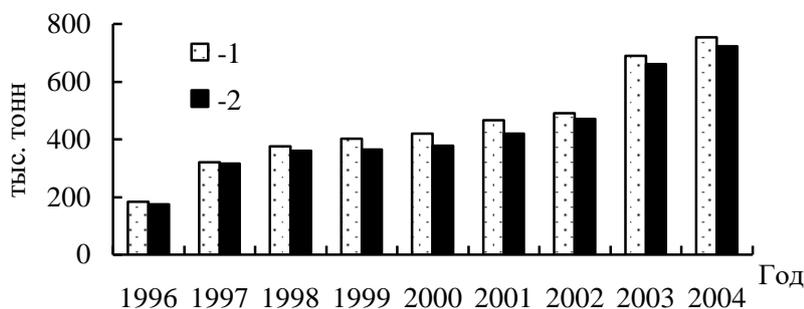


Рис. 1. Выбросы загрязняющих веществ предприятиями города Балхаш.
1 – всего загрязняющих веществ; 2 – сернистый ангидрид.

Вторым крупным поставщиком загрязняющих веществ в атмосферу является Балхашская ТЭЦ. Промплощадка Балхашской ТЭЦ непосредственно примыкает к БГМК. Она предназначена для производства электрической и тепловой энергии, потребителями которой являются г. Балхаш – отопление и горячее водоснабжение, БГМК – электроэнергия, отопление, горячее водоснабжение, вентиляция цехов, свежий пар на технологические нужды. Максимальная нагрузка Балхашской ТЭЦ приходится на зимний период.

На Балхашской ТЭЦ имеется 14 источников выбросов вредных веществ в атмосферу. При этом 2 источника организованные – дымовые трубы (№1 высотой 90 м, диаметром устья 4,5 м, №4 высотой 162 м, диаметром 6,3 м). К источникам неорганизованных выбросов относятся склад угля, вагоноопрокидыватель, емкости хранения нефтепродуктов, разгрузочная эстакада, мазутно-насосные, автотракторная техника, посты сварки металла, заточные станки. По проведенным расчетам, вклад Балхашской ТЭЦ в уровень загрязнения г. Балхаш составляет 2,6 % от общего загрязнения, из них по сернистому ангидриду 1,2 %.

Кроме выбросов БГМК и Балхашской ТЭЦ на состояние атмосферы города и Северного Прибалхашья влияет хвостохранилище БГМК (рис.2), в котором складировались отходы обогатительной фабрики комбината и золошлаковые отходы ТЭЦ. В настоящее время большая часть хво-

стохранилища представляет собой так называемые сухие пляжи, сложенные местами барханными грядами, возникшими в результате перевевания хвостовых отложений. Из литературных источников [2,12] известно, что в состав отходов входят кадмий, свинец, медь, цинк, молибден, никель, мышьяк и др.



Рис. 2. Хвостохранилище БГМК.

С целью систематического наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в воздухе на границе санитарно-защитной зоны комбината, отделом охраны окружающей среды БГМК проводятся 2 раза в сутки замеры по пыли неорганической (до 20 % SiO_2) и диоксиду серы на четырех постах: №1 на ул. Металлургов; №2 - ул. Алимжанова, №3 – в восточной части хвостохранилища; №4 – на южной части хвостохранилища. Нами были выписаны данные по загрязнению диоксидом серы и пылью за 2005 г., чтобы оценить состояние воздушного бассейна г. Балхаш в течение года, в зависимости от направления ветра и выяснить число случаев превышения ПДК (табл. 2).

При этом выявляется зависимость интенсивности загрязнения данными веществами по временам года, а именно максимальные концентрации и число случаев превышения ПДК приходится на летние месяцы и переходные сезоны (весну и осень). При юго-западном и западном направлении ветра концентрация сернистого газа превышает ПДК в 5...16, пыли в 3...50,1 раз. При северо-восточных ветрах повышенные концентрации загрязняющих веществ наблюдаются в пункте №4, так как при скорости 4 м/с и выше происходит пыление хвостохранилища, поверхность которого сложена тонкодисперсными малосвязанными грунтами, представляющими пылеватые пески [2]. В летние месяцы, как отмечалось ранее, высок естественный уровень запыленности и часты пыльные бури.

Таблица 2

Концентрация диоксида серы и пыли в атмосфере г. Балхаш за 2005 г.

Месяц	Число наблюдений	Диоксид серы					Пыль				
		Максимальная концентрация, мг/м ³				число случаев превышения ПДК, %	Максимальная концентрация, мг/м ³				число случаев превышения ПДК, %
		концентрация	пост	направление ветра	дата		концентрация	пост	направление ветра	дата	
Январь	102	1,8	4	СВ	13	17,6	0,68	4	СВ	5	6,8
Февраль	126	2,0	3	СВ	24	21,4	0,79	3	СВ	22	11,2
Март	102	5,0	4	В	17	27,5	1,68	4	ЮВ	25	25,2
Апрель	114	7,5	2	ЮЗ	19	29,8	23,9	4	ЮЗ	19	26,1
Май	160	3,3	4	ЮЗ	12	30,1	2,9	4	ЮЗ	13	30,0
Июнь	132	6,2	2	ЮЗ	24	34,2	25,6	3	ЮЗ	24	34,1
Июль	160	2,6	2	ЮЗ	13	23,1	4,92	1	ЮЗ	19	23,1
Август	132	2,6	1	ЮЗ	19	23,5	18,3	4	ЮЗ	30	12,1
Сентябрь	114	8,0	4	СВ	5	22,8	0,85	4	СВ	26	13,2
Октябрь	114	2,5	4	СВ	11	19,2	29,5	4	З	28	32,5
Ноябрь	138	4,5	2	З	1	19,5	0,61	4	СВ	21	5,0
Декабрь	108	1,3	4	СВ	12	12,9	0,73	4	СВ	20	12,0

Примечание. ПДК сернистого ангидрида максимально-разовая 0,5 мг/м³, среднесуточная 0,05 мг/м³; пыли 0,5 (0,15).

Далее мы выявили зону активного загрязнения (ЗАЗ) [15] для самых крупных источников загрязнения окружающей среды Северного Прибалхашья. Самыми крупными организованными источниками загрязнения БГМК являются источники №№138, 139, 140 (табл. 3).

Для организованных источников при высоте труб больше 10м ЗАЗ представляет собой кольцо между окружностями с радиусами

$$r_{внутр.} = 2\varphi h,$$

$$r_{внеш.} = 20\varphi h,$$

где h – высота источника в метрах, φ – безразмерная поправка на подъем факела выбросов в атмосфере вычисляется по формуле:

$$\varphi = 1 + \Delta T / 75^0 C,$$

где ΔT – среднегодовое значение разности температур в устье источника (трубы) и в окружающей атмосфере на уровне устья (среднегодовая температура г. Балхаш 5,3 °С). Соответственно, для источника №138 зона активного загрязнения простирается на расстоянии 1406,7...14067 м, №139 – 636,83...6368,3 м и №140 в пределах 1482,0...14820 м. В зоне активного загрязнения расположены г. Балхаш (с населением 14 тыс. человек), селитебная зона которого расположена в 1 км к северо-востоку от промплощадки БГМК и ближайшие к ней поселки Шашубай, Торангалык, Рембаза, пионерский лагерь «Чайка», ботанический сад, профилакторий БГМК, а на юге территория омывается водами озера Балхаш (рис. 3).

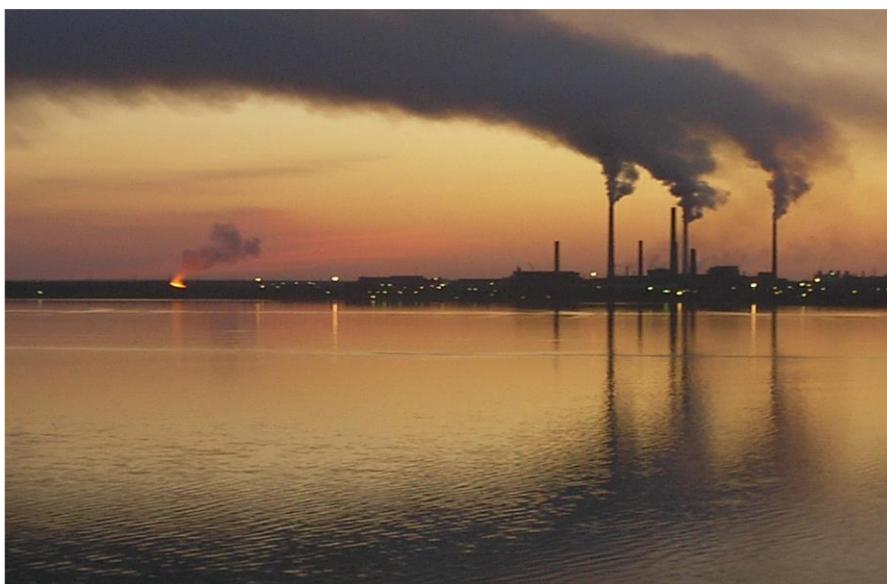


Рис 3. Трубы БГМК – организованные источники (№№138, 139, 140) загрязнения атмосферы г. Балхаша.

При этом происходит постоянная аккумуляция тяжелых металлов, всеми звеньями экосистемы, в том числе и в организме человека.

Таблица 3

Характеристика организованных источников №№138, 139, 140 [13]

Труба №1, источник №138 (БМЗ, выбросы вредных веществ от отражательных печей)					
Параметры источника выброса				Параметры загрязняющих веществ	
Высота (H), м	Диаметр, м (D)	Скорость выхода газов, м/с	Температура, °С	Примесь	Мощность выбросов (M), г/с
160	7,5	14,3	260	Пыль с содержанием $SiO_2 < 20\%$	2,791
				Оксид меди	29,804
				Свинца сульфид	118,066
				Мышьяк и его соединения	41,9056
				Пыль с содержанием $SiO_2 > 20\%$	330,544
				Диоксид серы	3079,7875
				Диоксид азота	15,22376
				Твердых выбросов	523,1465
				Газообразных выбросов	3095,01
Труба №2, источник №139 (МПЦ, выбросы вредных веществ от вентсистем конверторов и печи Ванюкова)					
130	5	10,2	114	Твердых выбросов	67,586
				Диоксид серы	224,54
Труба №3, источник №140 (МПЦ, тех. газы от конверторов)					
130	5	7,65	357	Твердых выбросов	23,497
				Диоксид серы	8208,5
				Диоксид азота	0,4664
				Всего твердых	614,2295
				Всего газообразных	11548,31
				Всего выбросов	12162,5395
				Из них диоксид серы	11512,8275

Таким образом, котельные, теплоцентрали, тепловозы, нефтеналивные станции, автомобильный парк и т.д. являются загрязнителями атмосферы города, но, главными загрязнителями окружающей среды: атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов г. Балхаша и всего Северного Прибалхашья являются БГМК и Балхашская ТЭЦ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алдабергенов М.К. Мониторинг загрязнения окружающей среды диоксидом серы на БГМК // Вестник КазНУ. Серия химическая. – 2002. - №3(27). – С.45-47.
2. Баймакова Е.В. Оценка влияния на окружающую среду хвостохранилища Балхашской обогатительной фабрики // Вестник КазНУ: Серия географическая. – 2002. - №2 (15). – С. 48-57.
3. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 153 с.
4. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 183 с.
5. Бултеков Н.У. Состояние загрязнения атмосферного воздуха г. Балхаш // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2002. – №2(15). – С.180-184.
6. Галаева О.С., Шапов А.П. Роль гидрометеорологических параметров в загрязнении атмосферы города Балхаш выбросами Балхашского горно-металлургического комбината // Гидрометеорология и экология. – 2004. – №3. – С. 47-58.
7. Галаева О.С., Ибрагимов М.Т. и др. Метод количественного прогноза загрязнения атмосферы города Балхаш диоксидом серы и пылью // Гидрометеорология и экология. – 2004. – №3. – С. 29-46.
8. Галаева О.С., Семенов О.Е., Шапов А.П. Количественный метод прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша диоксидом серы и пылью. // Экология и промышленность Казахстана. – 2005. – 15 марта. – С. 57-59.
9. Жумашев К. Загрязнение воздуха при производстве меди и свинца // Промышленность Казахстана. - 2003. – №2 (17). – С. 54-55.
10. Насырова К.Ю., Сперанская Г.В., Рогуленко О.С. Исследование зоны загрязнения диоксидом серы района расположения Балхашского ГМК // Вестник КазНУ. Серия химическая. - 2003. - №4(32). - С.88-92.

11. Правила по экологическому мониторингу. Методические рекомендации по проведению комплексных исследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. – Алматы: «Канағат», 2003. – 80 с.
12. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш / Под ред. А.Б.Самаковой. – Алматы: Изд-во «Канағат», 2003. – 584 с.
13. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу Балхашского горно-металлургического комбината. – Алматы: РНПИЦ «Казэкология», 2003.
14. Сальников В.Г., Бултеков Н.У. Основные типы ПЗА на территории Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №3. – С. 32-39.
15. Сборник законодательных нормативных и методологических документов для экспертизы воздухоохраных мероприятий. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 318 с.
16. Утешев А. С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959. – 363 с.

Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
г. Алматы

БАЛҚАШ ҚАЛАСЫ АТМОСФЕРАСЫНЫҢ ЛАСТАНУЫ

Қ.Қ. Мұздыбаева

Мақалада Балқаш қаласының әуе бассейнының желдің бағатына байланысты күкірт андигридымен және шаңмен ластануы сараланып, сондай-ақ Балқаш тау – металлургиялық комбинатының ластау көздерінің бесенділігінің аумағы анықталған.

УДК 556.16.072(251)

**МЕТОДИКА ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПРИТОКА
ВОДЫ В ВЯЧЕСЛАВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ
В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ**

Канд. геогр. наук	В.В. Голубцов
Канд. техн. наук	В.И. Ли
Канд. геогр. наук	В.П. Попова
	С.А. Ерисковский

Приведена методика долгосрочного прогноза притока воды в Вячеславское водохранилище в период весеннего половодья, основанная на совместном использовании дискриминантного и регрессионного анализов, и результаты ее оценки.

Река Ишим берет начало в Карагандинской области из родников в горах Нияз, расположенных на северной окраине Казахского мелкосопочника. До 62-го километра она протекает по Карагандинской области, далее пересекает Акмолинскую и Северо-Казахстанскую области.

Долина реки большей частью имеет хорошо выраженные очертания, ящикообразную форму. Ширина ее достигает 15 км. Там, где к реке близко подходят гряды холмов или течением обнажаются скальные породы, она сужается до 0,5...0,8 км. Склоны долины на таких участках крутые, иногда обрывистые. Правый склон круче левого. Высота его 15...30 м. В местах расширения долины склоны становятся пологими. Дно долины занимает пойма, многократно расширяющаяся и сужающаяся на протяжении реки. В верховьях Ишима она имеет ширину от 0,05 до 0,8 км.

Верхняя граница поймы проходит на высоте 4...8 м над меженным уровнем воды. Ежегодно затапливается только прирусловая пойма высотой примерно до 1,5...2,0 м. На полную ширину поймы весенние разливы происходят в основном в очень многоводные годы. Глубина затопления на ровных участках составляет 0,5...1,0 м. В отдельных местах с неровной поверхностью она приближается к 4,5 м.

В самом верховье река пересыхает, зимой до г. Астаны промерзает. До с. Волгоновка ширина русла – 5...12 м, наибольшая – 50 м. На

участке с. Волгодоновка – г. Астана средняя ширина равна 15...25 м, максимальная – 75 м.

Основная фаза водного режима р. Ишим и ее притоков – весеннее половодье. Его продолжительность на р. Ишим составляет 75...100 суток, наибольшая – 130 суток, наименьшая – около 30 суток. Обычно весеннее половодье начинается в конце первой - начале второй декады апреля и заканчивается во второй – третьей декадах мая. Во время половодья уровень воды на р. Ишим поднимается на 2...3 м. В многоводные годы превышение максимальных весенних уровней над меженными в верховьях Ишима достигает 3 м, ниже г. Астаны – от 5 до 9 м.

В связи с бурным развитием промышленности в г. Целинограде, а теперь столице г. Астане, и сельского хозяйства в Акмолинской области появилась острая необходимость в обеспечении их водой бесперебойно круглый год.

С этой целью было на р. Ишим в 21 км выше г. Астана создано Вячеславское водохранилище, эксплуатация которого начата с 1970 г. Водохранилище многолетнего регулирования. Целевое назначение - водоснабжение г. Астаны и хозяйственно-питьевое водоснабжение Вишневого района Акмолинской области. Общая длина плотины 1120 м, из них 1000 м – глухая камнеабросная плотина, выложенная железобетонными плитами и 120-ти метровый паводковый водосброс с сопрягающимися стенами. Сброс воды осуществляется через 3 щита прямоугольной формы 12х4 м. Водосброс практического профиля работает во время паводка. Санитарный сброс производится через донный водовыпуск с максимальной пропускной способностью 0,8 м³/с при отметке НПГ [6]. В таблице 1 приведены значения основных параметров водохранилища.

Термический режим и атмосферные осадки являются одними из основных факторов, влияющих на формирование влагозапасов и промерзание почвогрунтов. В то же время измерение температуры воздуха производится в ограниченном числе пунктов наблюдений. Кроме того, осадки, измеренные на метеорологических станциях, не соответствуют их истинным значениям. Величина недоучета осадков зависит от их вида и интенсивности, а также от скорости ветра. Это создает дополнительные трудности при моделировании влагозапасов и промерзания почвогрунтов. Такое положение характерно и для территории Северного Казахстана.

Указанные трудности можно преодолеть путем введения поправок в измеренные величины атмосферных осадков и моделирования недостающей информации во всех зонах бассейна.

Таблица 1

Основные параметры Вячеславского водохранилища

Наименование	Величина
Полный объем, млн. м ³	419,4
Площадь зеркала при НПП, км ²	60,9
Отметка НПП, м БС	403,0
Мертвый объем, млн. м ³	41,8
Отметка мертвого объема, м БС	391,0
Средняя глубина водохранилища, м	6,9
Максимальная глубина водохранилища, м	25,0
Полезная отдача, $P = 95$ % млн. м ³	67,0

Исходные материалы по стоку реки Ишим

Приток воды в Вячеславское водохранилище определен по величине суммарного стока р. Ишим у с. Тургеневка ($F = 3240$ км²) и р. Моелды у с. Николаевка ($F = 472$ км²). Ниже сброса из водохранилища находится гидрометрический створ р. Ишим – с. Волгодоновка ($F = 5400$ км²), а еще ниже гидрометрический створ р. Ишим – г. Астана ($F = 7400$ км²), на котором наблюдения за стоком реки начаты в 1933 г. У с. Тургеневка наблюдения за стоком проводятся с 1975 г., а у с. Николаевка – с 1974 г. В данных наблюдений за стоком весеннего половодья встречаются пропуски в подсчете стока за отдельные небольшие периоды, которые были восстановлены путем использования зависимости расходов воды от уровней, а также путем использования линейной интерполяции и экстраполяции. Значительную помощь при определении и восстановлении значений притока воды в водохранилище оказали сведения Ишимского Бассейнового Водохозяйственного Управления (БВУ) об его уровнях, позволяющие оценить изменение объема водоема, а также данные о величине сброса воды из него.

В результате проведенного анализа и выполненных расчетов были определены характеристики изменения объема водохранилища (1970... 2002 гг.), сведения о величине весеннего стока р. Моелды у с. Николаевка и р. Ишим у с. Тургеневка, с. Волгодоновка и г. Астана. Естественный сток за весенний период у с. Волгодоновка и г. Астана определялся как

сумма изменений объема воды в водохранилище и бытового стока в указанных пунктах. Сток р. Ишим у с. Волгодоновка за 1970...1977 гг. был принят по данным БВУ о сбросе воды из водохранилища за период весеннего половодья. В процессе проведения исследований были также определены значения изменения стока р. Ишим на участке с. Волгодоновка – г. Астана. Эти изменения для большинства лет рассматриваемого периода оказались положительными и только в отдельные годы – отрицательными.

**Совместное использование дискриминантного
и регрессионного анализов**

В прогностической практике для установления связей между стоком и его основными факторами используется линейный регрессионный анализ [4, 5, 12, 14 и др.]. В ряде случаев этот метод, позволяющий одновременно учитывать влияние многих факторов, дает удовлетворительные результаты.

Согласно методу линейной множественной регрессии, связь между предиктантом x_0 и совокупностью факторов (вектор-предиктор $\{X_j\}$ $j = 1 \div k$) можно записать в виде следующего уравнения:

$$\tilde{x}_0 = \bar{x}_0 + a_{01}(x_1 - \bar{x}_1) + a_{02}(x_2 - \bar{x}_2) + \dots + a_{0k}(x_k - \bar{x}_k), \quad (1)$$

где $a_{01}, a_{02}, \dots, a_{0k}$ - коэффициенты регрессии;

x_1, x_2, \dots, x_k - значения предикторов;

$\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k$ - средние значения предикторов;

\bar{x}_0 - среднее значение предиктанта.

Уравнение (1) можно записать в нормированном виде:

$$\tilde{t}_0 = \alpha_{01}t_1 + \alpha_{02}t_2 + \dots + \alpha_{0k}t_k, \quad (2)$$

где $t_j = \frac{x_j - \bar{x}_j}{\sigma_j},$

$$\tilde{t}_0 = \frac{\tilde{x}_0 - \bar{x}_0}{\sigma_0},$$

$$\alpha_{0j} = a_{0j} \frac{\sigma_{0j}}{\sigma_0}.$$

Значение среднеквадратического отклонения σ_i вычисляется по формуле:

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{N-1}}, \quad (3)$$

где N - число членов ряда.

Стандартное отклонение σ_0 наблюдаемых значений x_{0i} определяется по аналогичной формуле.

Важной характеристикой полноты соответствия вычисленных значений \tilde{x}_{0i} наблюдаемым x_{0i} является коэффициент множественной корреляции R_0 . Его величина численно равна парному коэффициенту корреляции $r_{x_0\tilde{x}_0}$ между \tilde{x}_{0i} и x_{0i} и может быть получена [12] по формуле:

$$R_0 = r_{x_0\tilde{x}_0} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_{0i} - \bar{x}_0}{\sigma_0} \right) \left(\frac{\tilde{x}_{0i} - \bar{x}_0}{\sigma_j} \right), \quad (4)$$

где σ_j - стандартное отклонение для \tilde{x}_{0i} .

Кроме того, для R_0^2 существует выражение:

$$\begin{aligned} R_0^2 &= r_{01}\alpha_{01} + r_{02}\alpha_{02} + \dots + r_{0k}\alpha_{0k} = \\ &= r_{01}\alpha_{01} \frac{\sigma_1}{\sigma_0} + r_{02}\alpha_{02} \frac{\sigma_2}{\sigma_0} + \dots + r_{0k}\alpha_{0k} \frac{\sigma_k}{\sigma_0}, \end{aligned} \quad (5)$$

слагаемые, которого характеризуют детерминированный вклад каждого аргумента в уравнении (1). Доли вкладов аргументов определяются по формуле:

$$\delta_j = \frac{|r_{0j}\alpha_{0j}|}{|r_{01}\alpha_{01}| + |r_{02}\alpha_{02}| + |r_{0k}\alpha_{0k}|}. \quad (6)$$

При этом, если все r_{0j} положительны, то:

$$\delta_j = \frac{r_{0j}\alpha_{0j}}{R_0^2} = \frac{r_{0j}\alpha_{0j} \frac{\sigma_j}{\sigma_0}}{R_0^2}. \quad (7)$$

Во многих случаях для составления уравнения множественной регрессии нецелесообразно использовать весь набор предикторов из-за значительной скоррелированности между ними. Поэтому возникает необходимость отбора наиболее информативных предикторов. Для этого существуют различные методы [1, 2, 8]. Наиболее распространенным из

них является способ, предложенный Н.А.Багровым [2]. Сущность способа заключается в следующем.

Из набора данных составляется матрица $Z \times N$, где Z - столбец-предиктант с N значениями. Для всех предикторов и предиктанта вычисляются средние $\bar{x}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij}$ ($j = 1, 2, \dots, k, z$), значения отклонений от средних $\Delta x_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_j$ и среднеквадратичные отклонения σ_j . Далее вычисляются коэффициенты парной корреляции r_{zj} ($j = 1, 2, \dots, k$) между предикторами и предиктантом. Из них выбирается максимальный по модулю коэффициент, а по нему предиктор ($j = T$). Затем находятся коэффициенты r_{jT} между выбранным и остальными предикторами, производится ортогонализация системы значений предикторов по отношению к выбранному на шаге l предиктору T :

$$\Delta x_{ij}^{(l+1)} = \Delta x_{ij}^{(l)} - r_{jT}^{(l)} \Delta x_{iT}^{(l)} \frac{\sigma_j^{(l)}}{\sigma_T^{(l)}}, j = 1, 2, \dots, T.k. \quad (8)$$

На следующем шаге $l + 1$ определяются статистические характеристики $(\bar{x}, \Delta x_{ij}, \sigma_j$ и $r_{zT}^{(l+1)})$ для преобразованных (биортогональных) значений предикторов. Далее снова выбирается максимальный по модулю $r_{zT}^{(l+1)}$ и производится ортогонализация системы.

Все перечисленные операции повторяются до тех пор, пока разность дисперсий предиктанта на шаге l и $l - 1$ не уменьшится до некоторого заданного значения. В результате выполнения операций из K исходных предикторов отбирается l предикторов, содержащих достаточно полную информацию о предиктанте. Для них вычисляются доли детерминированного вклада δ_j по формуле (6) или (7) и параметры эффективности (E) по формуле:

$$E = 2 \frac{\sigma_R^{(i)}}{R^{(i)}}, \quad (9)$$

где

$$1 - R^{(i)^2},$$

$$\sigma_R^{(i)} = \frac{1 - R^{(i)^2}}{\sqrt{N - l}}.$$

Затем доли вклада σ_j сравниваются с параметрами эффективности. Если $\sigma_j \geq E_l$, то предиктор считается эффективным.

Для правильной интерпретации влияния отдельных факторов на величину стока, повышения устойчивости уравнения и обеспечения 1 % -ного уровня значимости множественного коэффициента корреляции [3] в данной работе при статистической обработке наблюдений (27-28-летние ряды) принималось не более двух-трех предикторов.

Устойчивость полученных прогностических уравнений проверялась на независимом материале. Для этого использовалась часть выборки, которая не привлекалась для определения параметров уравнений (независимая выборка). Уравнение считалось устойчивым, если при переходе от зависимой выборки к независимой показатели качества регрессии снижаются незначительно.

Использование регрессионного анализа предполагает статистическую однородность исследуемой совокупности. Однако, при разработке методов прогноза водности рек возникают трудности, связанные с пороговым характером реакции речного бассейна на некоторые входные воздействия (влагонасыщенность бассейна, увлажнение и промерзание почвогрунтов и т. д.). В таких случаях при плавном изменении обуславливающих факторов наблюдаются резкие, скачкообразные колебания речного стока. Они могут происходить, например, в зависимости от состояния промерзания почвы перед началом снеготаяния. В этой ситуации вместо регрессионных моделей при разработке методов прогноза водности рек целесообразно применять схему дискретно-непрерывного статистического моделирования, основанную на совместном использовании дискриминантного и регрессионного анализов [7, 15].

Использованный в данной работе алгоритм реализует построение линейной дискриминантной функции (ЛДФ) для предикторов, имеющих нормальное распределение. Построение производится при условиях равенства ковариационных матриц и неравенства математических ожиданий внутри различных классов предиктанта. Суть задачи состоит в следующем.

Пусть имеется исходная выборка, разделенная на два класса объектов (предиктантов) Q_1 и Q_2 . Каждой из этих совокупностей соответствует вектор измеренных признаков или вектор-предиктор

$\{x_j\} (j = 1, 2, \dots, k)$ с заранее определенной принадлежностью к тому или иному классу. Тогда задача состоит в том, чтобы на основании алгоритма принять решение о принадлежности вектора-предиктора к одному из выделенных классов. Эта задача решается путем использования линейной дискриминантной функции.

Для оценки ЛДФ с порогом, равным нулю, обычно применяется алгоритм следующего вида:

$$D(x) = x^1 \Sigma^{-1} (M_1 - M_2) - \left[0,5(M_1 + M_2)^1 \Sigma^{-1} (M_1 - M_2) + \ln \frac{P_2 C_2}{P_1 C_1} \right], \quad (10)$$

где x^1 - транспонированный вектор-предиктор;

Σ^{-1} - матрица, обратная ковариационной;

M_1 и M_2 - векторы-столбцы математических ожиданий вектора-предиктора x соответственно в первом и втором классах;

P_1 и P_2 - априорные вероятности для тех же классов;

C_1 и C_2 - цена ошибочной классификации соответственно первого и второго ряда (вектор-предиктор, принадлежащий к первому классу, отнесен ко второму и наоборот).

Если предположить, что изучаемый объект может равновероятно относиться как к первой, так и ко второй совокупности, а цены ошибочных решений равны, то решающее правило будет иметь следующий вид:

$$Q_1 : x^1 \Sigma^{-1} (M_1 - M_2) \geq 0,5(M_1 + M_2)^1 \Sigma^{-1} (M_1 - M_2), \quad (11)$$

$$Q_2 : x^1 \Sigma^{-1} (M_1 - M_2) < 0,5(M_1 + M_2)^1 \Sigma^{-1} (M_1 - M_2). \quad (12)$$

Для предварительной оценки делимости на классы можно использовать график зависимости рассматриваемого элемента Q от обуславливающего фактора x или от значения элемента Q_p , рассчитанного по 2-3 основным факторам с помощью уравнения регрессии. При этом, если точки расположены вблизи линии равных значений, то отклонения величин стока от равнообеспеченных значений имеют нормальное распределение. При расположении их вблизи границ полосы рассеивания распределение - двухмодульное. Последнее и соответствует случаю неоднородности отклонений. Если такая однородность имеет место, то на графике

$Q = f(Q_p)$ или $Q = f(x)$ проводится линия равнообеспеченных значений Q и Q_p (или x). Точки, находящиеся выше этой линии, можно отнести к первому классу, а точки, расположенные ниже - ко второму. Иногда с помощью дискриминантной функции путем установления ее порогового значения представляется возможность выделить еще один - два небольших класса, для которых характерны чаще всего экстремальные условия, обуславливающие величину элемента Q . После выделения классов для каждого из них определяется уравнение регрессии и производится оценка эффективности методики.

Таким образом, использование дискриминантного анализа в случаях, когда эффективность разделения исходной совокупности на классы с помощью ЛДФ не ниже 80 %, создает необходимые условия для адекватного применения регрессионного анализа и способствует повышению устойчивости всей расчетной прогностической схемы.

Построение прогностических зависимостей при разработке способа долгосрочного прогноза притока воды в Вячеславское водохранилище осуществлялось с помощью методов "просеивания" [11], пошаговой множественной регрессии [9], а также совместного использования дискриминантного и регрессионного анализов [13].

Методика долгосрочного прогноза притока воды в Вячеславское водохранилище в период весеннего половодья

Разработанная методика представляет собой регрессионные схемы, состоящие из 2 прогностических уравнений. Эти уравнения позволяют прогнозировать приток воды в Вячеславское водохранилище на весенний период.

Прогностические уравнения содержат 2 и 3 наиболее информативных предиктора, отобранных методом "просеивания". Оба уравнения являются устойчивыми. Коэффициенты множественной корреляции между прогнозируемыми и наблюдаемыми величинами стока соответствуют 5 % - ному уровню значимости.

Первое уравнение для прогнозирования притока (V_1) в качестве предикторов включают моделированные значения снеготазов и влаготазов в почвогрунтах:

$$V_1 = 1018H_{-02} + 2,82W_{20-11} - 142, \quad (13)$$

где H_{02} - значение общего запаса воды в снеге на 20 февраля, км³; $W_{20_{11}}$ - значение влагозапасов в слое 0...20 см на конец ноября предшествующего года, мм.

Второе уравнение для прогнозирования притока (V_2) в качестве предикторов включает помимо перечисленных еще и моделированные значения промерзания почвогрунтов на 20 февраля.

$$V_2 = 1084H_{02} + 2,61W_{20_{11}} + 69,7L_{02} - 200, \quad (14)$$

где L_{02} - значение глубины промерзания на 20 февраля, м

Отобранные предикторы для прогностических уравнений не являются случайными. Они согласуются с общепринятыми представлениями о роли различных факторов в формировании стока равнинных рек.

Необходимо отметить, что в разработке методики использовался ряд длиной в 60 лет (1942...2001 гг.). При этом 6 лет (1942, 1943, 1948, 1949, 1972, 1993 гг.) были исключены. На рис. 1 и 2 видно, что эти годы «отскакивают» от общей зависимости, что связано с другими условиями формирования стока. В эти годы при небольших снегозапасах, но высоком осеннем увлажнении и значительном промерзании почвогрунтов в условиях дружной весны создались аномальные условия для высокого половодья, которое прошло в течение короткого промежутка времени. При этом почвогрунты не успели оттаять, и практически вся талая вода без потерь попала в речную сеть.

Оценка полученных прогностических уравнений показала, что они удовлетворяют требованиям «Наставления по службе прогнозов», предъявляемым к методикам гидрологических прогнозов [10]. По независимым (экзаменационным) выборкам (2002...2004 гг.) обеспеченность прогнозов составила 100 %.

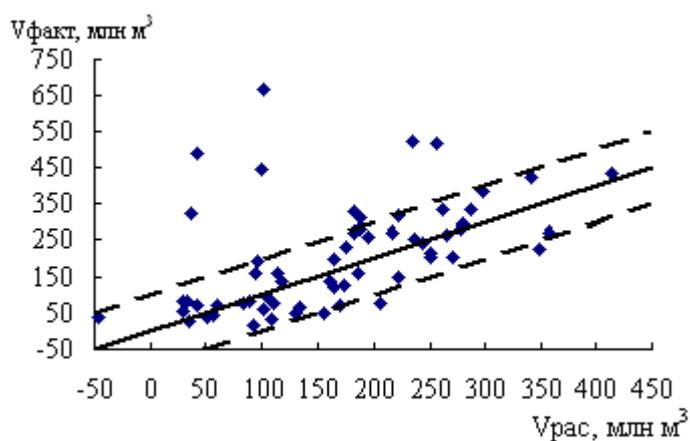


Рис. 1. График связи фактических и рассчитанных значений стока за период весеннего половодья р. Ишим – г. Астана (1942... 2001 гг.) (уравнение 13).

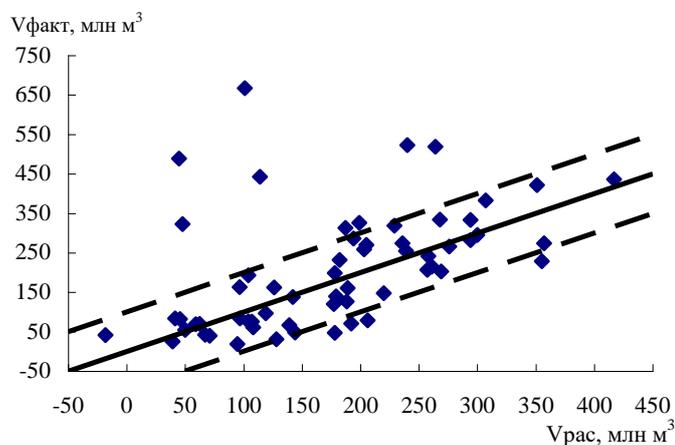


Рис. 2. График связи фактических и рассчитанных значений стока за период весеннего половодья р. Ишим – г. Астана (1942...2001 гг.) (уравнение 14).

Следует отметить, что для оперативной работы рекомендуется уравнение (13), так как при практически одинаковой обеспеченности прогнозов с уравнением (14), уравнение (13) имеет меньшее количество предикторов, а следовательно, обладает большей устойчивостью.

Моделирование предикторов производится на основе среднесуточных температур воздуха и суточных сумм осадков, измеренных на метео-

рологических станциях Астана, Аршалы (Вишневка), Жалтыр, и Акколь (Алексеевка). Выпуск прогноза предусматривается 21-го февраля.

Для составления прогнозов притока воды в Вячеславское водохранилище по методике разработано программное средство, позволяющее использовать персональный компьютер.

В ряду весеннего стока р. Ишим у г. Астана (1942 – 2001 гг.), используемого для разработки метода прогноза притока воды в Вячеславское водохранилище, встречается несколько лет с аномальными условиями формирования водности. Это - 1942, 1943, 1948, 1949, 1993 и отчасти 1972 гг. Зависимость объема весеннего стока от предвесенних снегозапасов, приведенная на рис. 3, показывает, что весенний сток в эти годы был значительно выше нормы, несмотря на то, что предвесенние снегозапасы в большинстве указанных лет (1942, 1943, 1948, 1949) были значительно ниже нормы.

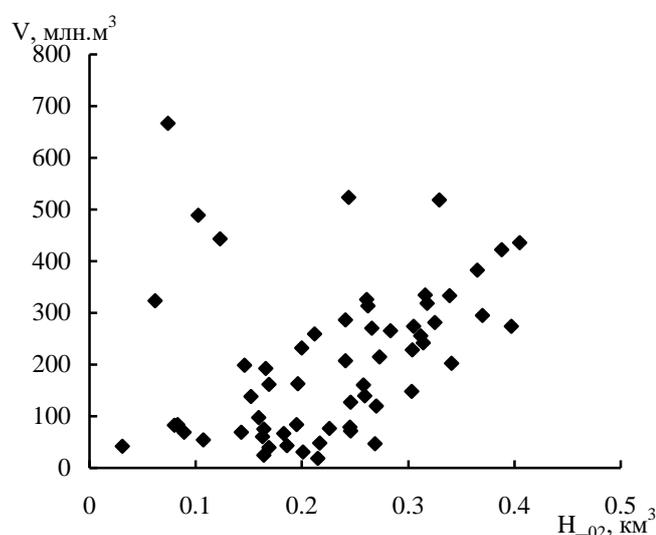


Рис. 3.- Зависимость весеннего стока р. Ишим у г. Астаны (V) от снегозапасов на конец февраля (1942 – 2001 гг.).

Проведенный анализ показал, что очень значительное влияние на формирование стока этих лет оказали условия весеннего снеготаяния, характеризующиеся устойчивым повышением температуры воздуха (дружная весна), выпадением довольно значительных жидких атмосферных осадков с достаточно большой интенсивностью, высоким осенним увлажнением и значительным промерзанием почвогрунтов. К сожалению, первые два условия (температурный режим и осадки) не могут быть предска-

заны с большой заблаговременностью. Поэтому в отмеченных условиях формирования стока нет объективных оснований для осуществления долгосрочного прогнозирования весеннего стока. Годы, в которые значительное влияние на величину стока оказывают условия периода снеготаяния (температура и жидкие осадки), встречаются достаточно редко - в 10 % случаев (1 раз в 10 лет). Ежегодно ожидать появления таких условий достаточно сложно. Для данного объекта (р. Ишим) можно только оценить значение предшествующих факторов, при которых наиболее возможны рассмотренные условия формирования стока.

На графике связи (рис. 4) предвесенних запасов влаги в почве и глубины ее промерзания проведена линия, отделяющая группу из восьми лет, четыре из которых (1942, 1943, 1948 и 1993 гг.) относятся к годам с особенно дружным снеготаянием в весенний период за счет устойчивого повышения температуры воздуха и выпадения значительных жидких осадков и катастрофическим стоком весеннего половодья. Дискриминантная функция, характеризующая указанную разделительную линию, имеет вид:

$$D = 0,5W_{20_11} + L_{02} - 30,5. \quad (15)$$

При $D > 0$ с вероятностью 50 % существует возможность формирования катастрофического стока. При обслуживании потребителей в годы с $D > 0$ необходимо быть особенно внимательными и предупреждать их о возможности формирования (с вероятностью 50 %) стока весеннего половодья V , величина которого может быть определена по уравнениям:

$$V_1 = 1018H_{_02} + 2,82W_{20_11} + 208, \quad (16)$$

$$V_2 = 1084H_{_02} + 2,61W_{20_11} + 69,7L_{02} + 150. \quad (17)$$

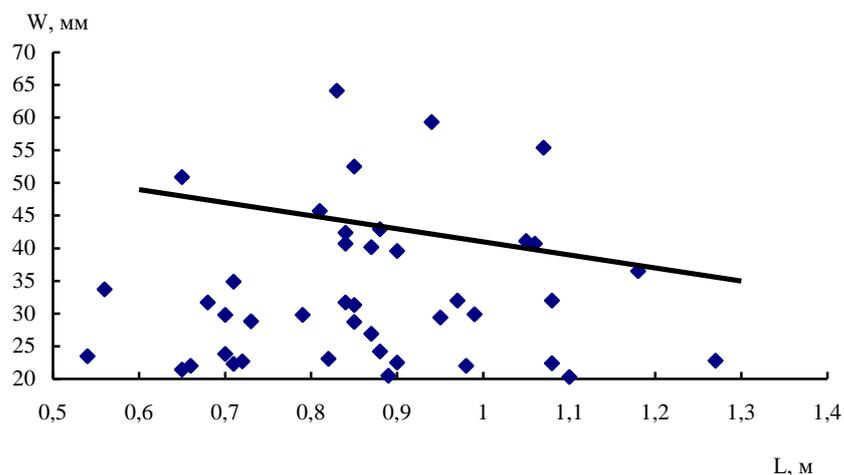


Рис.4. График связи осенних запасов влаги в почве $W, \text{мм}$ и глубины ее промерзания $L, \text{м}$ в бассейне р. Ишим за 1942 - 2001 гг.

При использовании краткосрочных и среднесрочных (на 3...5 суток) прогнозов температуры воздуха и атмосферных осадков по метеорологическим станциям Астана, Аршалы, Акколь и Жалтыр и сопоставлении их результатов с метеорологическими условиями снеготаяния в 1942, 1943, 1948, 1949 и 1993 гг., показанных в качестве примера на рис. 5 и 6, вероятность такого предупреждения может быть повышена примерно до 80 %. Это позволит потребителю своевременно начать или произвести дополнительное опорожнение водохранилища для приема повышенных значений стока весеннего половодья.

Необходимо отметить, что выпуск прогноза осуществляется в любой день после 20 февраля по мере готовности необходимых исходных данных (среднесуточная температура воздуха и суточные суммы осадков по опорным метеостанциям с даты последнего выпуска прогноза и до 20 февраля текущего года).

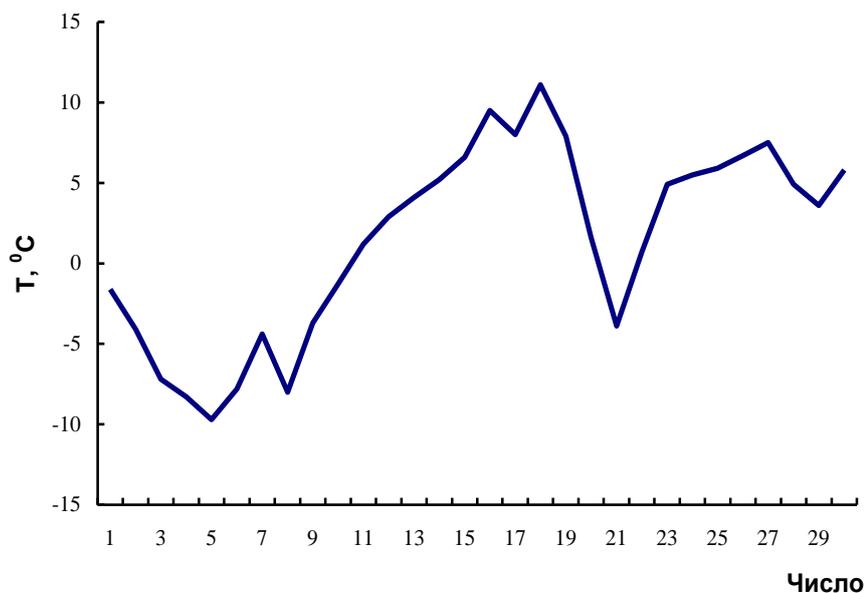


Рис. 5. График хода среднесуточной температуры воздуха в апреле 1993 г. по метеостанции Астана.

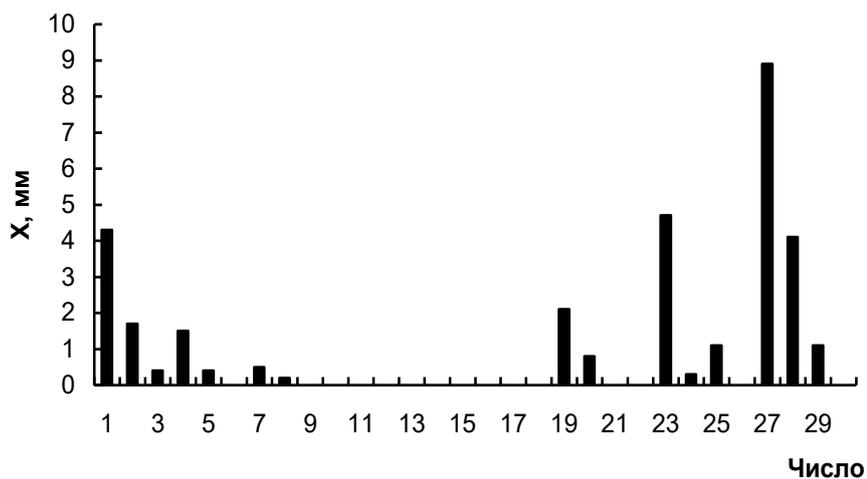


Рис. 6. График хода суточных сумм осадков в апреле 1993 г. по метеостанции Астана.

Результаты проверки методики на зависимом (обучающая выборка 1942...2001 гг.) и независимом материале (экзаменационная выборка 2002...2004 гг.) показали хорошие результаты, обеспеченность прогнозов

составила соответственно 80...82 % и 100 %. Все это дает основание считать, что методика может с успехом использоваться при решении задачи долгосрочного прогнозирования притока воды в Вячеславское водохранилище за весенний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей.- Л.: Гидрометеиздат, 1971.- 364 с.
2. Багров Н.А. Преобразование и отбор предсказателей в корреляционном анализе// Труды ГМЦ СССР.- 1970.- Вып. 64.- С. 3-23.
3. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам.- Л.: Гидрометеиздат, 1983.-389 с.
4. Боровикова Л.Н., Гриневич А.Г., Овчинникова А.М. и др. Статистические методы прогнозов горных рек // Труды САРНИГМИ.- 1977.- Вып. 51 (132).- 86 с.
5. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М., Шенцис И.Д. Некоторые вопросы статистических методов прогноза стока горных рек // Труды САРНИГМИ.- 1975.- Вып. 26 (105).- С. 3-20.
6. Временные рекомендации по составлению месячных водных балансов Вячеславского водохранилища. – АГМО.- Алма-Ата, 1975.– 30 с.
7. Голубцов В.В., Строева Т.П. О совместном использовании дискриминантного и регрессионного анализов при разработке методов прогноза водности рек // Селевые потоки.- М.: Гидрометеиздат, 1985.- № 9.- С. 96-104.
8. Груза Г.В., Казначеева В.Д. Статистическая структура барического поля Северного полушария // Труды САНИГМИ.- 1968.- Вып. 38 (53). - 134 с.
9. Насонов А.П. Пошаговая множественная регрессия // Алгоритмы и программы (Сводный аннотированный указатель по материалам ОФАП Госкомгидромета за 1971-1982 гг.).- Обнинск, 1985.- С.51
10. Наставление по службе прогнозов.- Раздел 3. Служба гидрологических прогнозов.-Ч.1. Прогнозы режима вод суши.- Л.: Гидрометеиздат, 1962.-193 с.
11. Никольская Н.А. Фортран-программа просеивания и отбора эффективных предсказателей в корреляционном анализе// Алгоритмы и программы (Сводный аннотированный указатель по материалам ОФАП Госкомгидромета за 1971-1982 гг.).- Обнинск, 1985.- С.51.
12. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гид-

- рологии.- Л.: Гидрометеиздат, 1974.- 424 с.
13. Сборник научных программ на ФОРТРАНЕ.- Вып.1. Статистика.- М, 1974.- 316 с.
 14. Статистические методы прогноза стока горных рек. /Под редакцией Ю.М. Денисова //Труды САНИГМИ.- 1977.- 364 с.
 15. Тер-Мкрчан М.Г. О применении дискриминантного анализа для улучшения статистических прогнозов по методу множественной регрессии// Труды ГМЦ СССР.- 1970.- Вып. 64.- С. 130-139.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

**КӨКТЕМГІ СУ ТАСҚЫН КЕЗІНДЕГІ ВЯЧЕСЛАВ
БӨГЕНІНЕ СУДЫҢ КЕЛУІН ҰЗАҚ МЕРЗІМІНІҢ
БОЛЖАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ**

Геогр. ғылым. канд.	В.В. Голубцов
Техн. ғылым. канд.	В.И. Ли
Геогр. ғылым. канд.	В.П. Попова
	С.А. Ерисковский

Көктемгі су тасқыны кезіндегі Вячеслав бөгеніне судың келуін ұзақ мерзімге болжау үшін дискриминантты және регрессианды бірге пайдалануды талдау және оны бағалау нәтижелері үшін осы әдіс келтірілген.

УДК 551.46

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА И ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

С.С. Сеитов

Рассматривается проблема влияния неблагоприятных экологических факторов окружающей среды на здоровье населения, проживающего в регионе Приаралья, а также рассмотрены основные принципы методологии выявления связей в системе «среда-здоровье».

Окружающая среда стремительно меняется в результате хозяйственной деятельности человека, что не может не влиять на показатель здоровья народа.

Возрастающие темпы изменения среды обитания приводят к нарушению взаимосвязи между ней и человеком, снижению адаптационных возможностей организма. В связи с этим, оценить состояние здоровья человека, понять характер патологии в отрыве от анализа происходящих изменений в окружающей среде невозможно.

В настоящее время ученые всех стран мира обращают внимание на крайне медленный прогресс в профилактике, диагностике и лечении заболеваний, в этиологии которых присутствует экологический компонент. Это связано не только с отсутствием или недостаточностью знаний о механизмах взаимодействия между организмом человека и факторами окружающей среды на молекулярном уровне или факторах, определяющих генетическую предрасположенность к тем или иным заболеваниям, но и существовавшим длительное время жестким нормативным подходом в практической гигиене, ставящим акцент на изучении факторов окружающей среды, а не здоровья человека и, уж тем более, не на анализе зависимости между здоровьем и качеством среды.

Загрязнение окружающей среды – сложная и многоаспектная проблема. Однако главным в современной её трактовке являются возможные неблагоприятные последствия для здоровья, как настоящего, так и последующих поколений, ибо человек в ряде случаев уже нарушил и продолжает нарушать некоторые важные экологические процессы от которых зависит его существование.

Основанием действия окружающей среды на здоровье служат многочисленные жалобы на головные боли, общее плохое самочувствие и другие дискомфортные состояния. Разные люди по-разному реагируют на одни и также воздействия. Кроме того, индивидуальная чувствительность каждого человека также подвержена значительным колебаниям. Любой фактор внешней среды может стать патогенным, но для этого необходимы соответствующие условия. К ним относятся: интенсивность, мощность фактора, скорость нарастания этой мощности, продолжительность действия, состояния организма, его сопротивляемость. Сопротивляемость организма, в свою очередь, является переменной.

Оценка риска на здоровье человека, которое обуславливается загрязнением окружающей среды, является в настоящее время одной из важнейших медико-экологических проблем. Методологические подходы к анализу состояния здоровья населения с учетом экологического состояния окружающей среды связаны с применением общей теории систем и оценочными экологическими исследованиями в гигиене, эпидемиологии и медицинской географии. При этом в качестве основного системообразующего фактора признается заболеваемость населения, а все остальные условия рассматриваются как параметры, воздействующие на здоровье населения.

Оценка влияния окружающей среды и экологической обстановки в местах проживания населения на его здоровье весьма актуальна, особенно для экологически неблагоприятных регионов, к которому относится и Кызылординская область.

Природно-климатические условия Кызылординской области характеризуются резко континентальным климатом, небольшим годовым количеством осадков и низкой относительной влажностью, процессами опустынивания, высокой жесткостью и минерализацией воды.

На организм жителей Кызылординской области оказывает сильное негативное давление следующие факторы:

Физические – климатообразующие факторы (резко континентальный сухой жаркий климат, ветра, высокая солнечная радиация).

Химические – биохимический состав воды, почвы, атмосферного воздуха, радиационный фон.

Антропогенные - зарегулирование русла р. Сырдарьи - высыхание Аральского моря, деятельность космодрома «Байконур», нефтедобыча, добыча урановых руд и др.

В условиях Кызылординской области неблагоприятные для жизни природные условия отягощены, к сожалению, антропогенной деятельностью человека. Рост автотранспорта на дорогах области, развитие нефтегазового комплекса, эксплуатация космодрома «Байконур», добыча урановых руд, даже в целом, при благоприятных условиях среды обитания приводят к заболеваниям, особенно дыхательных путей, злокачественных новообразований, иммунной недостаточности и т.д.

Человеческий организм постоянно подвергается воздействию тех или иных вредных факторов, комплексное влияние которых (даже в предельно допустимых концентрациях) приводят к возникновению новой ситуации: изменяется внутренняя среда организма, в нем нарушается нормальный ход биологических процессов.

Все это приводит к нарушению защитной функции органов-барьеров, обезвреживающих и выводящих токсические вещества из организма. К таким органам относятся печень, легкие, почки, кожа.

И в ответ на генетически незапрограммированные стимулы, организм начинает искать выход, но за счет эксплуатации всего организма. Отсюда и рост общей заболеваемости населения.

Ситуация по общей заболеваемости населения Кызылординской области по всем возрастным группам за период с 1991...2005 гг. оценивается как неблагополучная.

Так, рассматривая общую заболеваемость населения Кызылординской области в динамике с 1991 г. и сравнивая областные показатели с республиканскими, видно, что, начиная с 1996 г., областной показатель общей заболеваемости имеет динамику роста и превышает республиканские показатели в несколько раз (рис.1).

За 14 лет показатель общей заболеваемости по области вырос в 1,5 раза. Начиная с 1997 г. показатели заболеваемости населения области и районов выше общереспубликанского показателя.

В структуре заболеваемости по нозологическим формам болезни органов дыхания в Кызылординской области находится из года в год на первом месте.

Среди болезней органов дыхания наибольший процент приходится на бронхиты хронические (2,6 %) от общего числа болезней органов дыхания, пневмония – 1,2 % и аллергические риниты – 1,1 %. По заболеваемости бронхитами Кызылординская область занимает первое место среди областей Казахстана (в 2005 г. выше республиканского показателя в

1,8 раз). Неблагоприятные экологические факторы, в частности большая запыленность атмосферного воздуха оказывают непосредственное негативное влияние на развитие заболеваний органов дыхания. Так, частые ветра и пыльные бури, состоящие из пыли, солевых частиц и ядохимикатов, выносимых со дна высохшего Аральского моря и распространяемых ветром на многие десятки и сотни км, попадая в атмосферу, оседают на слизистой оболочке носа, зева, трахеи и бронхов, раздражает ее, вызывая гиперемию и повышенную секрецию, вызывая тем самым заболевания органов дыхания.

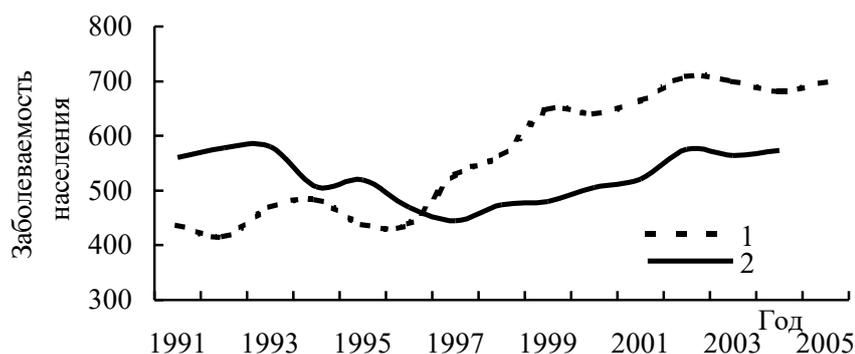


Рис. 1. Общая заболеваемость населения Кызылординской области за период 1991...2005 гг. в сравнении с республиканскими показателями 1- в Кызылординской области, 2- в Республике Казахстан.

По росту болезней органов пищеварения Кызылординская область занимает второе место среди областей Казахстана после Мангистауской области. В 2005 г. областной показатель выше республиканского в 2,4 раза. Среди болезней органов пищеварения по области лидирует гастриты (9,2 % от общего числа болезней органов пищеварения) и желчекаменная болезнь – 3,7 %.

Если в зоне экологической катастрофы (Аральский и Казалинский районы) уровень заболеваемости органов пищеварения за последние 10 лет вырос в 3,8 и 2 раза соответственно, то в Кармакшинском районе, на территории которого находится космодром «Байконур», уровень роста болезней органов пищеварения составил 5,1 раз, в Шиелийском и Жанакорганском районах, где ведется добыча урановой и цинковой руды, уровень заболеваемости органов пищеварения вырос соответственно в 5,6

и 5,7 раз. Возможное влияние данных факторов на рост болезней органов пищеварения требует дальнейшего более глубокого изучения.

Возможно, в Кызылординской области рост болезней органов пищеварения помимо отрицательных экофакторов, таких как употребление высокоминерализованной жесткой питьевой воды, связан также с особенностями питания, например очень горячей и жирной пищей, употреблением полусырой вяленой и копченой рыбы, сушеного соленого мяса, хранящегося месяцами, однообразно белкового – углеводного питания, нерегулярный прием пищи, а также обильный прием пищи в позднее время способствуют поражению органов пищеварения.

В разрезе областей Казахстана Кызылординская область по болезням кожи занимает второе место после Мангистауской области. В 2005 г. областной показатель выше республиканского в 1,4 раза.

Рост болезней кожи и подкожной клетчатки в Кызылординской области связан с комплексным воздействием климатогеографических и отрицательных экологических факторов, что в сочетании с повышенной запыленностью и сухостью воздуха, негативным воздействием ультрафиолетовой радиации, частыми сильными ветрами, способствует повышению сухости кожи и слизистых покровов, нарушению их целостности, и в следствии - возникновению кожных заболеваний.

По заболеваемости населения болезнями мочеполовой системы (МПС) Кызылординская область занимает второе место среди областей Казахстана после Восточно-Казахстанской области. В 2005 г. областной показатель выше республиканского в 1,4 раза.

Из болезней МПС по области лидирующее положение занимают почечные тубулоинтерстициальные заболевания (22,7 % от общего показателя болезней МПС), среди областей Казахстана данные заболевания по Кызылординской области занимают первое место.

Одним из ведущих факторов, определяющих состояние здоровья населения Кызылординской области, являются неблагоприятные гидрологические условия, сложившиеся в бассейне р. Сырдарья.

Сложная санитарно-эпидемиологическая обстановка в Кызылординской области свидетельствует о прямом и косвенном влиянии водного фактора на здоровье и заболеваемость населения. Так, с низким качеством питьевой воды прежде всего связан высокий рост инфекционной заболеваемости населения области (вирусный гепатит «А», острые кишечные инфекции), также высокоминерализованная вода является причиной роста

заболеваний почек, желчного пузыря, язвы желудка, рака органов пищеварения, сердечно – сосудистой патологии.

Одним из основных экологических аспектов, приводящих к повышению частоты заболеваний мочевыводящих путей, является ухудшение физико-химических свойств питьевой воды.

Как было отмечено выше, качество питьевой воды г. Кызылорда отличается высоким уровнем минерализации. Жаркий климат, потеря воды с потом, усиленная ультрафиолетовая радиация способствуют обезвоживанию организма, высокая минерализация и жесткость питьевой воды вкупе с данными неблагоприятными факторами способствуют накоплению в организме витамина Д, что создает условия для формирования камней в органах мочевой системы и нарушения канальцевых функций почек.

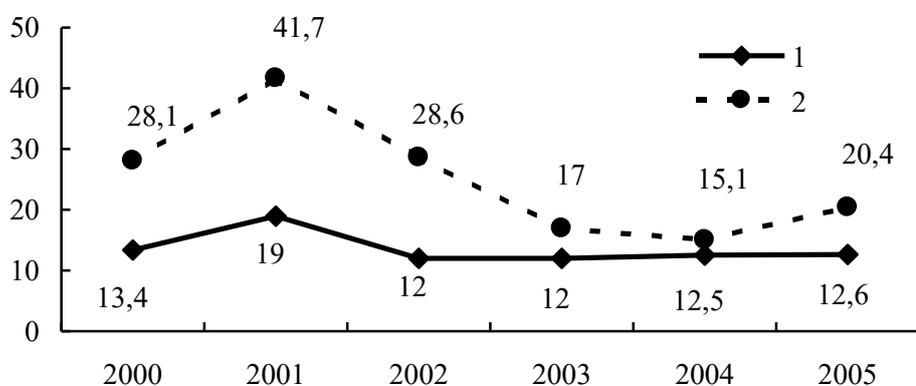


Рис. 2. Возможная зависимость влияния общей жесткости питьевой воды на рост мочекаменной болезни среди населения города за период 2000-2005 года. 1- общая жесткость питьевой воды, 2- город Кызылорда (мочекаменная болезнь).

На рис. 2 представлены две кривые: верхняя – общая жесткость водопроводной воды в г. Кызылорде, и нижняя – показатели мочекаменной болезни среди населения г. Кызылорда за период 2000...2005 гг.

В 2001 г. отмечается увеличение показателя общей жесткости воды, вслед за этим в этом же году отмечен скачок роста показателя мочекаменной болезни населения города. В 2002 г. отмечено снижение показателя общей жесткости воды, также отмечено снижение заболеваемости

мочекаменной болезнью. Начиная с 2004 г., отмечается незначительный рост жесткости питьевой воды, вслед за этим, в 2005 г. наблюдается рост мочекаменной болезни в г. Кызылорде.

Учитывая вышеизложенное, полагаем, что своеобразные природно-климатические условия и высокая жесткость и минерализация питьевой воды способствует развитию болезней мочеполовой системы населения региона.

Показатель болезни крови и кроветворных органов по области в структуре заболеваемости чуть ниже показателя болезней МПС.

Среди областей Казахстана в Кызылординской области болезни крови занимают лидирующее место. За 2005 г. областной показатель выше республиканского в 3 раза.

Среди заболеваний крови и кроветворных органов по области наиболее распространена анемия (99,1 % от общего показателя болезней крови), железодефицитная анемия среди областей Казахстана занимает 1 место (по области 79,4 % из числа анемии различной степени).

В основном анемии подвержены женщины детородного возраста и дети. На возникновение железодефицитной анемии негативно влияют такие факторы, как однообразное белково – углеводное питание, малое потребление овощей и фруктов, традиционные чаепития во время еды или сразу после нее, наследственные и иммунные нарушения и влияние неблагоприятных факторов окружающей среды. Результаты исследовательской группы, в число которой входят японские и казахстанские специалисты медики, возглавляемая доктором Мамоко Чива, указывают на то, что железодефицит является важным составляющим проблемы анемии населения Кызылординской области. Тем не менее, невозможно объяснить все случаи анемии только железодефицитом. Необходимы дальнейшие исследования недостатка железа в организме, наследственных и иммунных нарушений и влияния неблагоприятных факторов окружающей среды.

По заболеваемости населения инфекционно-паразитарными заболеваниями Кызылординская область превышает общие республиканские показатели. Рост инфекционной заболеваемости, прежде всего, обусловлен низким показателем качества воды источников водоснабжения.

Одной из причин возникновения вирусных гепатитов и кишечных инфекций является сброс в реку Сырдарью сточных вод, имеющих низкий уровень очистки по санитарно-химическим показателям и почти в 100 % случаев, не достигающих необходимой степени очистки по микробиоло-

гическим показателям. На сегодняшний день в Кызылординской области сложилась такая ситуация, когда уровень антропогенного загрязнения источников водоснабжения существенно вырос, а функционирующая застарелая технология водоподготовки не в состоянии эффективно очищать воду, т.е. гарантировать ее качество в отношении возбудителей инфекционных заболеваний, в частности острых кишечных инфекций и вирусного гепатита.

По заболеваемости вирусными гепатитами Кызылординская область находится на втором месте после Южно-Казахстанской области. Показатель заболеваемости вирусным гепатитом по области выше республиканских показателей более чем в 2 раза. Среди областей Казахстана Кызылординская область стоит на первом месте по заболеваемости острыми кишечными инфекциями (ОКИ). Показатель заболеваемости острыми кишечными инфекциями по области выше республиканских показателей в 2,3 раза.

В настоящее время предполагается этиопатогенетическая связь между качеством питьевой воды, засоленностью почвогрунтов и распространенностью мочекаменной болезни, сердечно-сосудистых заболеваний, желчекаменной болезни, кариеса зубов и пародонтоза, холецистита, болезней желудка и 12-перстной кишки, онкологических заболеваний, в частности наиболее распространенных в Кызылординской области опухолевых заболеваний органов пищеварения.

Согласно сложившимся представлениям мониторинг «среда-здоровье» (медико-экологический мониторинг) определяется как система организационно-технических и профилактических мероприятий, обеспечивающих наблюдение за состоянием среды обитания, здоровья населения, их оценку и прогнозирование, а также действий, направленных на выявление, предупреждение и устранение влияния вредных факторов обитания (факторов риска) на здоровье населения. Факторы риска – это условия окружающей среды, существенно повышающие риск возникновения заболевания населения. По мнению большинства зарубежных экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), здоровье человека и его заболеваемость определяются, по крайней мере, четырьмя группами факторов, взаимодействующих в следующем соотношении: медико-генетическим (20 %), образом жизни и качеством питания (50 %), состоянием окружающей среды (20 %), уровнем развития здравоохранения (10 %).

Методология выявления связей в системе «среда-здоровье» базируется обычно на следующих принципах:

1. При оценке воздействия окружающей среды на здоровье населения наиболее часто в качестве основного параметра выбирают заболеваемость детского населения. Детский контингент – своеобразная индикаторная группа, отражающая реакцию коренного населения на вредные воздействия факторов среды. Целесообразность учета детской заболеваемости определяется тем, что дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции. Они теснее привязаны к территории, на которой живут и учатся, не испытывают непосредственного влияния профессиональных и вредных привычек. Кроме того, из-за анатомо-физиологических особенностей дети более чувствительны к качеству среды обитания, а сроки проявления неблагоприятных эффектов у них короче. Это повышает достоверность медико-статистических исследований, позволяет делать более объективные выводы об экологической обусловленности заболеваний.

2. В подавляющем большинстве случаев в связи с загрязнением окружающей среды наблюдается однотипная структура изменения показателей здоровья детей. Например, иммунологическая реактивность, острые и аллергические заболевания органов дыхания, отклонение от нормы функциональных и физиологических показателей – нарушение гармонического физического развития, увеличение числа лейкоцитов в крови при снижении гемоглобина, рост хронических заболеваний, увеличение частоты врожденных аномалий, новообразований, болезней крови, системы кровообращения, реагирующих на качество среды обитания.

3. Среди геоэкологических факторов риска здоровью населения обычно выделяют уровень атмосферного загрязнения, качество питьевой воды, почвы, радиационный фон, архитектурно-планировочную структуру пространства, определяющих комфорт жизнеобеспечения и являющихся предметом контроля соответствующих мониторинговых природоохранных и гигиенических ведомств.

Состояние здоровья детей является весьма актуальной экопатологической проблемой, поскольку в последнее десятилетие отмечается тенденция к увеличению частоты и тяжести заболеваний в детском возрасте. Окружающая среда является одним из существенных факторов, оказывающих влияние на здоровье детей. Организм детей находится в процессе роста и развития, поэтому в большей степени подвержен влиянию различ-

ных факторов внешней среды и факторов малой интенсивности, причем влияние внешних факторов на состояние детского организма не ограничивается моментом воздействия, а сказывается на его дальнейшем развитии и формировании.

Состояние здоровья детей вполне закономерно рассматривают как один из важнейших медико-социальных критериев оценки экологической ситуации и условий жизни в целом.

Любое изучение экологически обусловленной заболеваемости детей должно сочетаться с изучением наследственности. Генетические факторы в сочетании с длительным отрицательным воздействием окружающей среды могут играть все возрастающую роль в развитии патологии у детей, что ясно доказывают нижеприведенные данные.

Так, состояние здоровья детей Кызылординской области в настоящее время оценивается как неудовлетворительное, что свидетельствует о повреждении иммунной системы у этих детей.

За 6 лет (с 2000 по 2005 гг. включительно) отмечается рост показателя общей заболеваемости детей до 14 летнего возраста по области в 1,2 раза. До 2003 г. показатель заболеваемости детского населения по области превышал общереспубликанский показатель порядка 1,1 раз.

Анализируя структуру заболеваемости детского населения Кызылординской области за период 2001...2005 гг., рост отмечен по 15-ти нозологиям из рассмотренных 18, или в 84 % от общего числа нозологических форм заболеваемости, т.е. практически по всем формам.

В структуре заболеваемости за 2000...2005 годы детского населения Кызылординской области наиболее распространены болезни органов дыхания (44,5 %), болезни органов пищеварения (9,8 %), заболевания крови (8,3 %). Также остается высокой заболеваемость детей болезнями кожи (7,2 %), инфекционными и паразитарными болезнями (6,6 %), железодефицитная анемия (5,2 %), заболеваниями глаз (3,1 %), заболеваниями мочеполовой системы (3,1 %).

За последние 6 лет по заболеваемости детей Кызылординской области до 14 летнего возраста показатель болезней крови и кровеносных органов вырос в 1,1 раз, из них показатель железодефицитной анемии вырос в 1,6 раза.

Показатель болезней органов дыхания также вырос в 1,1 раза, в том числе рост заболеваемости хроническими бронхитами составил 2,5 раза.

С 2000 г. показатель болезней органов пищеварения вырос в 1,6 раз, в том числе рост язвы желудка составил 1,2 раза, рост желчекаменной болезни составил 2,8 раз.

За рассматриваемый промежуток времени показатель болезней почек и мочевыводящих путей вырос в 1,5 раза.

Рост показателя эндокринных заболеваний составил 1,2 раза, болезней нервной системы – 2 раза, болезней глаз и их придатков – 1,4 раза.

Таким образом, комбинированное воздействие повреждающих экологических факторов, наследственных и иммунных нарушений, а также социально-экономических трудностей стали причиной роста заболеваемости среди населения Кызылординской области.

В настоящее время можно считать доказанным, что вслед за ростом загрязнения окружающей среды в регионе Приаралья в последние годы обозначилась тенденция к возрастанию заболеваемости населения и ухудшению показателей его здоровья.

Данные о состоянии здоровья населения, меняющегося в связи с загрязнением окружающей среды, и о характере этого загрязнения позволяют более обоснованно управлять качеством окружающей среды с целью охраны здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышников И.И., Мусийчук Ю.И. Здоровье человека – системообразующий фактор при разработке проблем экологии современных городов // Сборник «Медико-географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды». – СПб, 1992. – С. 97-102.
2. Белозеров Е.С., Джасыбаева Т.С. Социально-экологические аспекты здоровья человека. – Алматы, 1993. – 64 с.
3. Бочаров В.Л., Спиридонов Е.Г., Жердев В.Н. Некоторые проблемы методологии геоэкологического мониторинга муниципальных образований // Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология. – 2000. – № 9. – С. 223-231.
4. Мажитова З.Х. «Последствия Аральской экологической катастрофы и здоровье детей региона Приаралья». Доклад на заседании Международного круглого стола «Актуальные вопросы здоровья женщин и детей в регионе Приаралья», Кызылорда, 2002 г. – С. 7-9

5. Состояние здоровья и здравоохранения Кызылординской области (ежегодные статистические отчеты областного управления здравоохранения).

Кызылординский Региональный Центр экологии и охраны здоровья населения Приаралья

**ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫ ХАЛҚЫНЫҢ ДЕНСАУЛЫҒЫ
КӨРСЕТКІШІ МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ**

С.С. Сеитов

Қызылорда облысы халқының денсаулығына қолайсыз экологиялық жағдайлардың әсері көрсетілген.

ӘӨК 81373.21 (574.25)

**КОСМОНИМДЕР (АСПАН ДЕНЕЛЕРІ) АРҚЫЛЫ АУА
РАЙЫ ӨЗГЕРІСТЕРІН ЖОРАМАЛДАУ**

Геог. ғылым. канд. Қ.Т. Сапаров

Қазақтың астрономиялық білім тәжірибесі көшпелі өмір салттың барлық жағдайына бағдаршы болып отырған. Түптеп келгенде, Еуразияның Ұлы Даласындағы көшпелі өмір салт астрономиялық және фенологиялық тәжірибенің жинақталуы арқылы орныққан деп тұжырым жасауға әбден болады.

Аспан әлеміндегі жұлдыздар мен планеталар шоғырына топонимика ғылымында жеке атаулар берілген. Мысалы, планетоним (марсионим) – планеталар, астроним – жеке жұлдыз атауы. Ал косминимдер аспан әлеміндегі барлық жұлдыздар мен планета атауларының жиынтығы болып табылады.

Қазақ халқы әр айдың ерекшелігіне, онда туатын жұлдыздарға байланысты ауа райының құбылуына айрықша мән беріп, аспан шырақтарына көшпелі ел өміріне байланысты ат беріп, айдар таққан. Ұлан – байтақ кең далада мал бағып, күндерін кең табиғат құшағында мал өрісінде, түндерін жұлдызды аспан астындағы мал күзетінде өткізген қазақ халқы, табиғат құбылыстарын бақылаудан туған халықтың көп жылдық тәжірибелерін қорытып, жұлдызды аспан туралы астрономиялық түсініктер мен ілімдер жинақтаған [1].

Табиғат құбылыстарының айналып келіп отыруын, күн мен түннің, жыл мен маусымдардың, ай жаңалануының айналып келіп отыруын мұқият бақылап, есептеп ұғынудың қазақ халқының шаруашылық өмірі үшін орасан зор тіршілік тұрмыстық маңызы болды. Қазақтар осы есеп арқылы жайлауға қай уақытта көшу, күзеу мен қыстауға қай уақытта келу, қойды қай уақытта қырқу, қашан күйек салу, қай мезгілде көктеуге барып мал төлдету, соғымды қашан сою, егінді қай мезгілден бастап салу, шөпті қашан шабу сияқты шаруашылық мезгілдерін белгілеп отырды. Бұл есептен жаңылу, яғни оларды ауыр шығынға ұшыратты [2].

Табиғат құбылыстары: айналаны, жұлдызды, аспанды бақылаудан туған, халықтың көп жылдық тәжірибесінде жинақталған астрономиялық түсініктер мен білімдер негізінде байырғы қазақ күнтізбесі жарыққа

шықты. Шексіз – шетсіз кең далада мал бағып, үдере көшу, жоқ қарау және аң аулау, төрт жағын анық айыруды, қараңғы түндерде жұлдызды аспанға қарап бағыт – бағдарды белгілеп, өткел, суат, қоныс, құдықтарды дәл табуға үйретті. Қазақтардың жұлдыздарға қойған аттары да көшпелі шаруашылыққа байланысты қойылған. Түңгі ашық аспанға зейін қойып қарағанда кез – келген адам – Сүмбіле (Үлкен төбет шоқжұлдызы), Таразы – Шідер – Үшарқар (Орион), Үркер (Торпақ шоқжұлдызы), Персей, Андромеда, Аққу, Бүркіт, Жылан, Мерген және Бүйі шоқжұлдыздарының бойымен қоса қабаттаса ұзыннан – ұзақ түйенің ақ шудасындай созылып жатқан тұмандықты байқар еді. Бұл ақ тұмандықты халқымыз ежелден Құс жолы деп атаған. Себебі, көктемде жыл құстары осы ақ тұмандық бойымен жерімізге ұшып келіп, күзде осы жолмен кері қайтады. Ал ақиқатында бұл ақ тұмандық шоғырланған сан миллиард жұлдыздардың алыстан көрінген өте әлсіз сұлбасы болып табылады. Құс жолы аталып кеткен бұл тұмандық (еуропалықтар «сүт жолы» деп атайды) Күн жүйесіндегі 9 нысанның – Галактикасы болып табылады. Біздерге ең жақын орналасқан жұлдыз Центавр шоқжұлдызындағы Проксима жұлдызы. Оның Күнге дейінгі арақашықтығы 4,30 жарық жылына немесе 271932 астрономиялық бірлікке тең. Ал 1 а. б. – 14960000 шақырым бар.

Темірқазық шоқжұлдызы және Жеті қарақшы.

Солтүстік аспан жарты шарының кіндігінде орналасқан шөміш іспеттес кіші 7 шоқжұлдызды және оған жақын орналасқан бірнеше шоқжұлдыздарды жылдың қай мезгілінде болмасын, әрдайым көріп отыруға болады. Жеті жұлдыздың ұшындағы жарық жұлдызды халқымыз – Темірқазық (Полярная звезда) деп атап, «шөміш» түріндегі екі жарық жұлдызды Ақ боз ат және Көк боз ат деп атаған. Егер бір сәт Темірқазық жұлдызынан төмен қарай түзу сызық жүргізсең, ол «үлкен шөміш» сияқты Жетіқарақшының түбіндегі екі жарық жұлдызды қиып өтеді. Жетіқарақшы шоқжұлдызының Темірқазықты айнала қозғалып жүруі аспан әлемінің сағат тіліне қарсы айналуының ең қарапайым белгісі болып табылады. Яғни, ғылыми тілде қазіргі уақытта аспанның солтүстік нүктесі Темірқазық жұлдызына өте дәл келеді. Темірқазық – қазақтардың түнде жол жүргенде бет алысын бағдарлайтын астрономиялық тұсбағдар. Жетіқарақшы оларға сағат қызметін атқарған. Оның қозғалыс үрдісін сағат тілінің қозғалысы ретінде пайдаланған. Түн ортасында Жетіқарақшы қайда, таң ата қайда болатынын білген, күзге таман түндер ұзарады, қой күзетушілер Жетіқарақшының орналасуына байланысты ауысып отырған.

Жалпы алғанда Жетіқарақшыға ұқсас, кішірек, тағы бір «шөміш» бар. Олда жеті жұлдыздан құралады, көбінесе **Кішіқарақшы** деп аталады. Орыс тілінде **Малая Медведица** (мағынасы – Кіші «өлекшін аю») делінеді [3].

Шідер немесе Таразы (Орион) шоқжұлдызы.

Қазақстан жерінде тамыз айынан мамыр айына дейін әлем жарты шарының солтүстік – шығыс жағында «Х» әріпі сияқты немесе «ромба» түрінде 5 жұлдыз үнемі көрініп тұрады. Оны халқымыз Шідер немесе Таразы шоқжұлдызы деп атаған. Бұл шоқжұлдыз төрт түліктің жайымен жиі көшіп – қонып отырған халқымыздың белгілі бір жыл маусымдарын дәл анықтауына және соған қарай қам – қаракет жасауына игі ықпал еткен. Яғни, бұл шоқжұлдыз басқа шоқжұлдыздармен салыстырғанда Қазақ жерінде недәуір көп көрініп тұрады. «Х» немесе «ромба» тәрізді шоқжұлдыздың дәл ортасында үш жұлдыз қатар көрінеді. Мұны халқымыз «*үш арқар*» деп атаған.

Сүмбіле жұлдызы.

Сүмбіле (латынша – Сириус) жұлдызы - Үлкен төбет шоқжұлдызының құрамындағы ең жарық, ақшыл түсті алып жұлдыз. Қазақ жерінде Сүмбіле жұлдызы күзді күні туады. Солтүстік аспан жарты шарынан Сүмбіле жұлдызын табу үшін Таразы шоқжұлдызынан көкжиекке қарай ойша түзу сызық жүргізсек жетіп жатыр. Мамыр айында Қазақ жеріне көрінбей кеткенде, Сүмбіле жұлдызы аспанның оңтүстік жарты шарына ауысады.

Шолпан жұлдызы.

Көшпелілердің өмірінде – Шолпан жұлдызының ролі аз болған жоқ. Шолпан күн шықпай немесе күн батқан соң көрінеді. Әрбір жайлауға және жайлаудан көшу уақыты Шолпанның тууына байланысты болған. Шолпан жұлдызы кешкі күн батарда батыста көрінсе, оны «Тұл қатын» деп атаған. Бұл атау Шолпанға, қыста күн батарда батыста көруіне байланысты қойылған. Өйткені, қыста кешке қарай аяз күшейеді. Шолпан (Зухра, Керуен, Өмірзая) Күнді 0,61521 жылда немесе 224 тәулік 18 сағат 17 минутта айналып шығады.

Кіші Шолпан жұлдызы (Меркурий).

Шолпан жұлдызының таңмен бірге туатыны белгілі болса, Кіші Шолпан күн шығардан бұрын шығады және Шолпаннан кіші болғандықтан солай аталады. Меркурий жұлдызы күнді 0,24085 жылда

немесе 87 тәулік 53 сағат 7 минутта айналып шығады. Кейде оны Болпан деп те атайды.

Қазақтар **Юпитер** жұлдызын **Есекқырған** деп атаған. Юпитер – Күнді 11,86223 жылда немесе 11 жыл 314 тәулік 22 сағат 4 минутта айналып шығады. Он екі жылды хайуанаттар мүшелдерінің пайда болуын осы Есекқырған нысанының Күнді айналып шығу уақытымен байланыстырады.

Марсты қазақтар **Қызыл жұлдыз** деп атайды. Кейде Аңырақай деген ат та кездеседі. Марс – Күнді 1,880089 жылда немесе 686 тәулік 23 сағат 13 минутта айналып шығады.

Қазақ қауымы аспан әлемін бақылау арқылы **метеорларды – аққан жұлдыз** деп, **кометаларды құйрықты жұлдыз** деп атаған.

Үркер жұлдыз шоғыры.

Үркерді білмейтін қазақ жоқ десе болады. Ол Торпақ шоқжұлдызының құрамында, бір – біріне жақын орналасқан ерекше жұлдыз шоғыры. Әсіресе, қысты күндері түнге қарай тас төбеде көзге шағылысып жалт – жұлт етіп тұрады. Адамдардың көпшілігі Үркердің 6 жұлдызын, көзі қарақтылары 7 - 8 жұлдызын көре алады. Телескоппен қарағанда Үркердің алқабынан 180 - 200 жұлдызды көруге болады. Б.з.д. 4000 – 3000 жылдары көктемгі күн мен түн теңелу нүктесі жуық түрде Үркер жұлдыз шоғырына сәйкес келген. Қазіргі уақытта көктемгі күн мен түн теңелу нүктесі прецессия құбылыс салдарынан **Торпақ** шоқжұлдызынан **Тоқты**, одан соң **Балықтар** шоқжұлдызына ауысып кеткенімен, ерте замандарда халқымыз тоғыс есебі деп аталатын күнтізбе жүйесін осы **Үркер** мен Айдың әрбір 27 - 28 күнде бір рет «тоғысуына» негіздеп жасаған. Яғни жыл басын қазіргідей қыс ортасы қаңтардан емес, күн мен теңелген көктемнен бастауға дағдыланған халқымыз үшін Үркер жұлдыз шоғыры өте қолайлы болған. Жер бетіндегі ең кәрі күнтізбелеріне жататын тоғыс есебінің негізіне Үркер мен Айдың Күндік жыл ішінде 13 рет «*тоғысатын*» күн алынған [4].

Осындай аспан денелері арқылы жинақталған тәжірибе біліктері нәтижесінде ауа райын болжаудың қазақи дәстүрлі болжамдары туындады. Олар өздерін қоршаған табиғатқа байланысты алдымен, табиғаттағы өзгерістерге, аспан шырақтары мен жұлдыздарға қатысты болса, қалғаны жануарлар мінез – құлықтары және өсімдік әрекетіне байланысты жіктеді. Осылардың негізінде әртүрлі ауа райы құбылыстарын белгілейтін амалдар қалыптасты [5].

Табиғат құбылыстарының қайталанып келіп отыруын мұқият бақылау, қазақ халқының шаруашылық өмірі үшін орасан зор тіршілік тұрмыстық маңызы болды. Сондықтан қазақ есепшілері жыл ішіндегі күн сәулесінің түсу ұзақтығын бақылап, күннің ұзаруы мен қысқаруын қаңтарда қарға адым, ақпанда ат ұзарады, шілдеде шіл адым қысқарады дейді. Сондай-ақ халқымыз әр айдағы ауа-райының шұғыл өзгеретін күндерін де алдын-ала болжай білген. Баянауыл сыртқы округының аға сұлтаны Мұса Шорманов: «Жергілікті қырғыздар (қазақ) өздерінің метеорологтарын есепші деп атайды. Олар аспан әлеміндегі негізгі жұлдыздарды айыра білген»-деп жазады.

Есепшінің пікірінше, «**Үркер**» көшпелі өмір сүретін қазақ үшін астрономиялық, әрі метеорологиялық мәні бар ерекше жұлдыз. Үркер мамыр айында жоғалып 40 күннен соң шығыс жақтан көрініп, «Құс жолы» жұлдыздарының оңтүстігіне қарай жылжиды. «Үркер» көрінген уақытта жауын - шашын болады. Егер жауын – шашын мол түссе, шөп көгеріп, мал семіреді. «Үркер» күздің басында шығыстан, қыстың басында төбеден, көктемде батыстан көрінсе, жаздың басында мүлде көрінбейді. Бұл кезде Үркер көк жиектен төмен қалады, халық оны «Үркердің жерге түсуі» дейді. Қырық күн шілде осы кезге сәйкес келеді. Сондықтан қазақ «Үркер жерге түспей, жер қызбайды», «Үркерлі айдың бәрі қыс», «Үркер туса, сорпа ас болар» «Үркер көтерілсе, шөп те көтеріледі» дейді. Үркерден кейін 20 күн өткеннен кейін «Таразы» (3 жұлдыз) қатарынан көтерілгенде, жауын-шашын болады. «**Сүмбіле**» - жаздың аяғында туатын жұлдыз. Бұл кезде түн ұзарып, шөп пісіп, мал семіреді. Сондықтан «Сүмбіле туса, су суиды» деген сөз де бар. Егер ашық күндері өрмекшілер төмен түсіп жүрсе, қазақтар қыстың жылы болатынын біледі.

Көбелектер мен ұсақ жәндіктер ерте ұйқыға кетсе, көктемде қар тез ериды, егер қыркүйек айында ұйқыға кеткен жәндіктер қайта оянып жанданса, қыс ұзаққа созылады деп ауа-райын болжайды [6].

Жаңа ай туғаннан кейін 7 күн өткенде Ай Күннен шығысқа қарай 90 градус жылжиды, бұл кезде Жерден Айдың оң жақ жарты шары көрінеді. Мұны халқымыз «*Айдың бірінші ширегі*» деп атайды. Шамамен 180 градустай жылжығанда Ай мен Күн қарама – қарсы тұрып, Айдың бейнесі тұтас көрінеді. Мұны батыс жағынан жақындайтындықтан, енді Айдың оң жағы өшіп, сол жағы жарықтана бастайды. Ай мен Күн арасындағы бұрыштық қашықтық 90 градусқа жеткенде. Айдың сол жақ жарты шары көрінеді. Мұны халқымыз «*Айдың соңғы ширегі*» деп атайды.

Соңғы ширектен кейін Айдың жіңішке орағы таң алдында шығыс жақтан көрініп отырады да, біржолата ғайып болады. Мұны халқымыз «*Айдың өласы*» деп атайды. Айдың соңғы ширегінен кейін шамамен 9 тәуліктей өткенде батыс жақтан қайтадан жаңа Айдың жіңішке орағы көрінеді. Жаңа Айды көргенде халқымыз «*Ескі Айдай есірке, жаңа Айдай жарылқа*» дейді.

Қазақстанның орасан зор Еуразия құрлығының ортасындағы географиялық орны құрылықтық ауа массаларының басымдылығы нәтижесінде қалыптасатын аридтік континентальды климатты анықтап берді. Бұл, өз кезегінде, ұдайы қайталанып тұратын атмосфералық қуаңшылықтарды, су ресурстарының жетіспеушілігін, топырақ жамылғысының ерекшелігін, өсімдік бірлестіктерінің белдемдік және маусымдық өнімділігін негіздеді. Табиғаттағы айналымдық өзгерістер салыстырмалы түрде тұрақты сипат алған көшу маршруттары мен мерзіміне, малдың азықпен қамтамасыз етілу мүмкіндігіне кері әсер етті. Бұл климаттық өзгерістерге байланысты қайталанып тұратын *жұт* құбылысынан айқын байқалады. Бұл құбылыстың мәні азық жетіспеген жағдайда малдың жаппай қырылуымен байланысты анықталады. Жұтқа қарлы, суық, боранды қыстың метеожағдайлары, күрт жылыну әсерінен болатын көктайғақтар, құрғақ жаздан кейінгі жайылым өнімділігінің төмендеуі сияқты жағдайлар себепші болады. Қазақтардың көшпенді тарихындағы аса ірі жұттар әдетте қоян және тауық жылдарына сәйкес келген, яғни 6 – 7 жыл сайын қайталанып отырған. Нақты деректер бойынша, 1879/80 жылдары қазақтар “үлкен қоян” деп атаған жұт кезінде Торғай облысының өзінде ғана 1523679 бас мал немесе барлық малдың 42% - ы қырылған.

Қазақ тарихында болған жұттар ішінде «*көк қоян*», «*қырғын тауық*», «*доңыз*» т.б. жұттарды атап кетуге болады. Жұттардың басым көпшілігі қоян жылдарына сәйкес келеді. М.Ысқақовтың деректеріне сәйкес, 1867 - 68 жылғы жұт «жалпақ қоян», 1915-16 жылғысы «тақыр қоян» немесе «ақ қоян» деп аталған [7]. Жұт жылдары қыстау маңындағы қалың қарды бұздыру үшін алдымен жылқыны түсіріп, оның бұзған жеріне ірі қара, түйе, қой түлігі салынады. Кей уақытта қар соншалықты қалың болса, ауыл адамдары түгел шығып жайылымды күрекпен аршиды. Ал жайылым мұз астында қалса, оның үстінен жылқыны ерсілі - қарсылы желдірте айдау немесе ауыр бөренені атпенен мұз үстінен домалата сүйрету арқылы мұз қабаты қиратылады.

Жылдар бойынша ауа райының көрсеткіштері

р/с	Жыл атау-лары	Ауа райы сипаты	Жыл									
1	Ұлу	Ылғалды	1892	1904	1916	1928	1940	1952	1964	1976	1988	2000
2	Жылан	Құрғақ	1983	1905	1917	1929	1941	1953	1965	1977	1989	2001
3	Жылқы	Орташа	1894	1906	1918	1930	1942	1954	1966	1978	1990	2002
4	Қой	Құрғақ	1895	1907	1919	1931	1943	1955	1967	1979	1991	2003
5	Мешін	Ылғалды	1896	1908	1920	1932	1944	1956	1968	1980	1992	2004
6	Тауық	Құрғақ	1897	1909	1921	1933	1945	1957	1969	1981	1993	2005
7	Ит	Құрғақ	1898	1910	1922	1934	1946	1958	1970	1982	1994	2006
8	Доңыз	Орташа	1899	1911	1923	1935	1947	1959	1971	1983	1995	2007
9	Тышқан	Құрғақ	1900	1912	1924	1936	1948	1960	1972	1984	1996	2008
10	Сиыр	Орташа	1901	1913	1925	1937	1949	1961	1973	1985	1997	2009
11	Барыс	Ылғалды	1902	1914	1926	1938	1950	1962	1974	1986	1998	2010
12	Қоян	Құрғақ	1903	1915	1927	1939	1951	1963	1975	1987	1999	2011

Сонымен қатар қазақта “*көктемгі қара суық атан түйені алып жыққан*” деген сөз ауа райының қолайсыздығынан туындаған [2].

Мал бағу әрекеті көшпенді қазақтардың айнала қоршаған ортаны тереңірек тануына жол ашты. Д.Кішібековтің мәліметтері бойынша, қазақтар жана туған Ай бойынша осы айда қандай ауа райы болатынын болжай білген. Павлодар уезін зерттеген Ф.А.Щербина «батыс желдері» қыс айларында боран мен қоса бұрқасынды ауа-райын қалыптастырады деген тұжырымға келеді. Бұл күндері қойшылар қойларын қыстаудан батысқа қарай айдап, арандап қалмас үшін ауылға қарай бағады. Шығыстан соғатын боранда қар қатып, нығыздалып «*тоқым*» тығыз жамылғы қалыптасады. Бұл жерлерге қыс айларында көктемге дейін қойлардың бара алмайтынын жазады [8]. Мал бағуда жер бетінің жамылғылық факторларына және климат жағдайларына ерекше назар аударылатын. Боран-шашындағы күндері ауылдағы барлық мал түгелдей қорада ұсталады, шөбі үнемдеп беріліп, күн ашылса қардың қалыңдығына қарамай-ақ малдың бәрін арқан бойы көтерілісімен жайылымға шығарады. Жуанның созылып, жіңішкенің үзілетін қара өзек шақта малды қыстан алып шығару күрделі мәселе. В.Я.Бенкевич бірнеше тәулікке созылатын қатты дауылда, түтеген боранда жылы тамақ ішуді ойламай, ат үстінен түспейтін, қандай қиынқыстау жағдайда алдындағы жылқысын оңай меңгеріп, өз еркіне бағындыра алатын асқан шебер және мықты қазақ жылқышысымен теңдесу мүмкін емес деп жазады [9]. Қазақтардың табиғат құбылыстары жөніндегі ақпараттылығы ол - өмір тәжірибесі. Олар ай мен маусымдарға, жұлдыздарға ат қоя білген, осының негізінде өзіндік ұлттық күнтізбесін жасаған. Табиғат құбылыстарының қайталанып келіп отыруын мұқият бақылау қазақ халқының шаруашылық өмірі үшін орасан зор тіршілік тұрмыстық маңызы болды. Халқымыз жыл мезгілдері мен әр жыл мезгіліндегі табиғат құбылыстарын көбінесе аспан денелерімен, жан-жануарлар әрекетіне қарап болжап, аспан әлеміндегі негізгі планеталарды, жұлдыздарды жақсы айыра білген. Қазақтар түнгі аспан шырақтарына қойған аттарына да, өздерінің шаруашылық өмірінен алғанын және табиғаттың сан алуан құбылыстары мен жабайы Жан-жануарлар арасындағы табиғи байланыстың құпия сырларын бақылай отырып өзіндік тұжырым, қорытындылар жасағанын және оларға ерекше мән бергенін көреміз.

Қазақ халқының табиғатты дәстүрлі пайдалану жүйесінде жаратылыстану ғылымындағы дүниетанымдық көзқарастар тұрғысында

жан – жақты талдау жасаудың нәтижесінде мына мәселелер төңірегінде ой қорыттық:

- Ата–бабаларымыздың өзіндік этностық ерекшеліктерімен сипатталатын табиғаттың тылсым уақыттағы санқилы құбылыстарының дәстүрлі болжаулары жинақталып, жүйеленді.
- Қазақ халқының табиғат құбылыстарын пайымдай білуі шаруашылықтың даму мүмкіншіліктеріне қолайлы жағдай туғызғаны анықталды.
- Табиғатпен етене, бірлесе өскен халқымыздың табиғатты пайдалану жүйесінің аумағында қоршаған ортаны танып – білудің нәтижесінде келешек ұрпақ табиғат заңдылықтарын тек қана ұғынып қоймай, дүниетанымдық көзқарастарының қалыптасу құралы болғандығы айқындалды.
- Зерттеу жұмысын жүргізуде аспан денелері арқылы ауа райын болжау тұжырымдамалар мен космонимдер жөнінде мол мәліметтер жинақталды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Арғынбаев Х.А. Қазақтың мал шаруашылығы жайында этнографиялық очерк. – Алматы, 1969. – 172 б.
2. Жүністегі К. Жұлдыз әлемінің қазақы ұғымы. // Егемен Қазақстан 2000, 22 қараша
3. Кішібеков Д. Қазақ менталитеті: кеше, бүгін, ертең. – Алматы: Ғылым, 1999. - 199 б.
4. Қамбаров Қ. Қазақтың ұлттық күнтізбесі. // Парасат 1998, № 6, 7, 8.
5. Қасенов. С.Қ. Қазақтардың табиғат құбылыстары туралы дүниетанымы. // Международная научно – практическая конференция «Современные проблемы геоэкологии и созологии». – Алматы, 2001.- 40 – 41 б.
6. Материалы по Киргизскому землепользованию, собранные и разработанные экспедицией по исследованию степных областей. Семипалатинская область. Павлодарская уезд. Т.IV.- Воронеж, 1903.-386 с.
7. Сапаров Қ. Т. Павлодар облысы топонимдерінің қалыптасуының геоэкологиялық астарлары. Географ. ғылым. канд. дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. - Алматы, 2004. - 206 б.
8. Чорманов М. О киргизах Павлодарского уезда. Записки Сиб. Отд. РГО, кн. XXVII, 1906.- С. 30.

9. Ысқақов М. Халық календары. – Алматы: Қазақ мемлекеттік баспасы, 1963. - 210 б.

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОГОДНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ПО КОСМОНИМАМ (НЕБЕСНЫЕ ТЕЛА)**

Канд.геогр.наук К.Т.Сапаров

Рассматриваются астрономические знания казахов, которые служили ориентиром в кочевой жизни народа и формировались как космонимы в названиях небесных тел.

УДК 551.46+581.5+911.5

**ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ДЛЯ ВЫРАБОТКИ СТРАТЕГИИ
ИХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Канд. геогр. наук

Т.И. Будникова

Г.Б. Мусатаева

В статье рассмотрены возможности использования методов картографирования для устойчивого развития сельских территорий Республики Казахстан. Раскрываются особенности ландшафтного устройства, трансформация ландшафтов под влиянием антропогенного воздействия, дается ландшафтно-экологическое зонирование региона.

В последние десятилетия картографический метод исследования стал ведущим при решении прикладных задач и тесно связан с созданием инвентаризационных и оценочных карт, преемственность и соподчиненность которых играет при картографировании определяющую роль. Под термином «устойчивое развитие» подразумевается создание условий для роста экономического потенциала территории, снижение экологической нагрузки на окружающую среду и выявление направлений рационального использования природно-ресурсного потенциала.

Для территории Восточно-Казахстанской административной области были составлены серии разномасштабных тематических и оценочных карт: ландшафтная, антропогенно-нарушенных ландшафтов, ландшафтно-экологического зонирования и природоохранная. Изучение структурной организации природно-территориальных комплексов (ПТК) осуществлялось поэтапно и заключалось в выявлении закономерностей пространственной организации естественных ландшафтов. Важность и первостепенность инвентаризации ландшафтного разнообразия объясняется специфичностью заложенной в ней информации. Каждый выделенный ландшафт отражает генезис территории; наиболее важные признаки структурной и морфологической организации и их индивидуальные свойства; потенциальные возможности их использования. Генетический принцип

классификации ландшафтов Восточно-Казахстанской области сопряжен со структурным анализом, что обеспечивает классификации основу ее содержания – ландшафт рассматривается как природная целостность со всеми ее элементами и системой их организации. Классификация ландшафтов и построение легенды производились согласно методике, принятой при составлении ландшафтной карты Казахстана и базировалась на последовательном делении их от наиболее общих к частным [1, 2]. Высшей классификационной единицей, нашедшей отражение на карте, является класс ландшафтов. Соответственно двум типам морфоструктур – платформенному и орогенному – выделено два класса ландшафтов: равнинный и горный. Особенности геоморфологического строения, характер вертикальной и горизонтальной расчлененности рельефа отражают принадлежность территории к определенным гипсометрическим ступеням. Ярусные различия в строении поверхности, а также по особенностям морфометрических и морфографических характеристик рельефа, прежде всего относительной высоты, густоты и глубины расчленения, крутизны склонов, экспозиционных различий, ландшафты Восточно-Казахстанской области дифференцируются на подклассы относительно опущенных, относительно приподнятых, мелкосопочных равнин, а в горах – низкогорные, среднегорные, высокогорные и межгорных и внутригорных впадин. Подобного рода деление осуществлено не формально по гипсометрической принадлежности природного объекта картирования, а с учетом генезиса, литологического строения и морфоструктурных особенностей территории. Каждый из перечисленных подклассов отражает определенные этапы формирования территории, интенсивность неотектонических движений и направленность процессов денудации и аккумуляции. Зональные и региональные особенностям биоклиматических показателей, главными из которых является соотношение тепла и влаги, определяющее тип почвообразования и характер растительного покрова, позволили на территории Восточно-Казахстанской области выделить девять типов ландшафтов – пустынный, полупустынный, сухостепной, степной, лесостепной, лесной, лесолуговой, луговой и нивальный. Доминирующая роль принадлежит пустынному (16 видов) и полупустынному (11 видов) типу. В зависимости от местных физико-географических условий и процессов, связанных с характером геологического строения, проявлением новейших тектонических движений, особенностями рельефа, почвенно-растительного покрова, внутри типов (подтипов) выделены виды ландшафтов. Низшей таксономической клас-

сификационной единицей на ландшафтной карте является вид ландшафта. При выделении видов ландшафтов основное внимание уделялось местным особенностям территории с детализацией всех компонентов ландшафтов: горных и осадочных пород, геоморфологическим особенностям, климатическим условиям, почвенно-растительному покрову и пр.

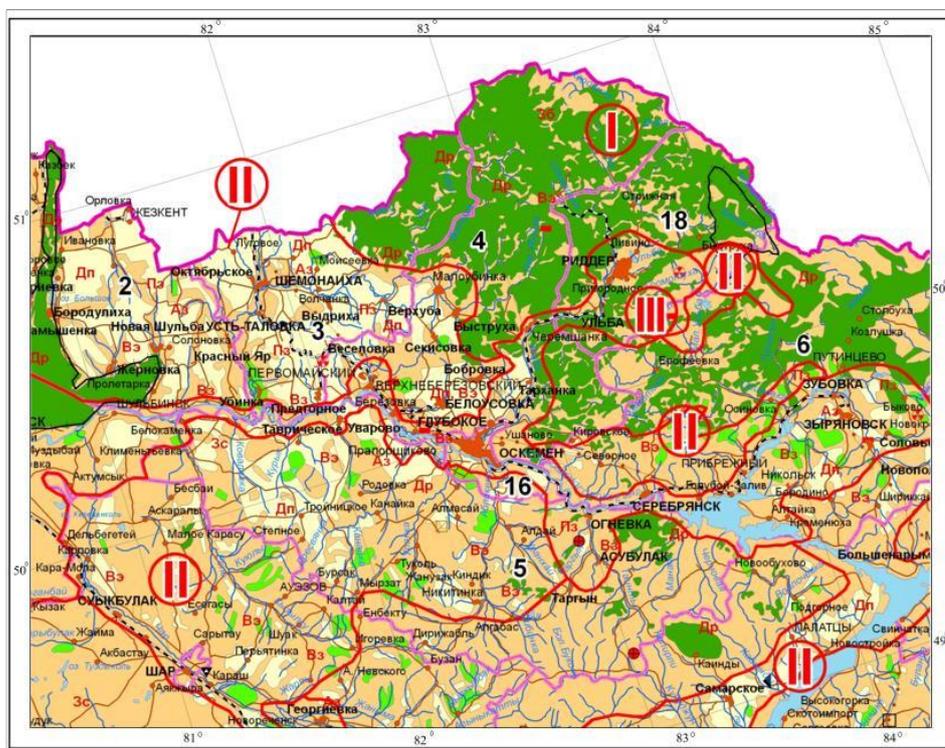
Ландшафтная карта послужила основой для создания серии оценочных картографических моделей. Оценка роли и соотношения зональных и региональных явлений и процессов, оказывающих существенное влияние на функционирование природных комплексов, является важным этапом ландшафтно-экологического картографирования, а сами природные комплексы предопределяются палеогеографическими условиями развития территории, орографическими, литологическими и климатическими факторами, гидрологическим режимом, особенностями почвенно-растительного покрова, направленностью современных физико-географических процессов. Установлено, что происходящие негативные изменения в ландшафтах сельскохозяйственного использования развиваются на фоне природных режимов функционирования, поддерживающих инвариантное состояние ПТК. Интенсивность и характер антропогенного воздействия на природный ландшафт, его ответная реакция на воздействие измеряются характером, направленностью и масштабами нарушения ПТК. Сбалансированное управление процессами рационального природопользования, направленное на предупреждение конфликтных экологических ситуаций должно базироваться на научно-обоснованном ландшафтно-экологическом зонировании с определением ареалов экологической напряженности. Важнейшими показателями ландшафтно-экологического состояния являются индикаторы качества земель сельскохозяйственного назначения, которые служат не только критерием оценки антропогенного воздействия на природные комплексы, но и индикаторами проявления деградационных процессов. Длительное использование земель в сельскохозяйственном обороте приводят к проявлению ряда негативных явлений и процессов, определяющих экологическое состояние земельного фонда Восточно-Казахстанской области. Специфика хозяйственной освоенности территории области выражается в наличии ареалов повышенной производственной активности и заселённости территории, предопределивших границы ландшафтно-экологических зон.

Масштабы, темпы, степень и характер проявления деградационных процессов в естественных ландшафтах, используемых в сельскохозяй-

ственном обороте, весьма различны. Основными и наиболее опасными последствиями их проявления стали:

- ухудшение качества поверхностных и подземных вод;
- развитие процессов деградации земель: ветровой эрозии, засоления, переувлажнения, заболачивания;
- снижение биологического разнообразия зональных ландшафтов;
- нестабильность водного и солевого режима реки Ертис, его притоков, водохранилищ и озерных водоемов;
- уменьшение продуктивности земель сельскохозяйственного назначения.

Анализ современного состояния природных комплексов, развивающихся в условиях антропогенного прессинга, позволил создать карту «Ландшафтно-экологического зонирования Восточно-Казахстанской об-



ласти, масштаб 1:1000 000» (рис.1).

Рис. 1. Фрагмент карты ландшафтно-экологического зонирования территории Восточно-Казахстанской области, масштаб 1:1 000 000.

При этом были использованы серия тематических и специализированных карт, базовыми из которых явились «Ландшафтная карта Восточно-Казахстанской области» и «Карта антропогенно-нарушенных ландшафтов Восточно-Казахстанской области». Перечисленные карты несут информацию о внутренней организации и пространственной структуре природно-территориальных комплексов; типах использования земель; степени и характере антропогенной нарушенности; направленности развития современных физико-географических процессов; загрязнении ландшафтов зонального ряда отходами производства. На карте антропогенно-нарушенных ландшафтов Восточно-Казахстанской области, согласно характеру антропогенного воздействия и степени трансформации естественных ПТК, выделено пять классов антропогенных ландшафтов: сельскохозяйственный (пашня, пастбища, сенокосы), дорожно-техногенный (железные дороги, автомагистрали, дороги с твердым покрытием, грунтовые и проселочные дороги), техногенный (карьеры по добычи полезных ископаемых, нефтепроводы, газопроводы, водопроводы, линии электропередачи), лесной, селитебный (города, рабочие поселки, сельские населенные пункты). Карты антропогенно-нарушенных ландшафтов наглядно показали, что специфика хозяйственной освоенности сельских территорий области выражается наличием многочисленных и разобщенных ареалов повышенной антропогенной активности, размещение которых зависит от комфортности природных условий для проживания населения и развития отраслей экономики. Наиболее простыми и верными индикаторами нарушения зональных ландшафтов являются их эксплуатация по следующим параметрам: 1) земледельческие (богарная и орошаемая пашня, залежь); 2) гидротехнические объекты (водохранилища, каналы, оросительно-дренажная сеть); 3) объекты животноводства (пастбища, стоянки, загоны, сбойные участки, колодцы, сорные пустоши и др.); 4) техногенные формы рельефа (выемки, карьеры, насыпные сооружения); 5) инфраструктура и ее объекты; 6) ареалы проявления хозяйственной деятельности (загрязнение поверхностных и подземных вод, почвенного покрова, вырубки, следы выжигов и пр.). К современным природным и антропогенно-обусловленным процессам деградации ПТК на карте ландшафтно-экологического зонирования территории Восточно-Казахстанской области нами определены: водная и ветровая (дефляция) эрозия, засоление, подтопление и заболачивание, деградация растительности пастбищ и сенокосов, техногенные процессы (загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и под-

земных вод), деградация сельскохозяйственных угодий. От степени, форм и масштабов проявления деградационных процессов напрямую зависит ландшафтно-экологическое состояние территории и, в первую очередь, природно-ресурсный потенциал земель сельскохозяйственного использования, уровень жизнеспособности населения. Ландшафтно-экологическое состояние сельских территорий анализировалось по 15 административным районам на основе учета степени экологической нарушенности природных комплексов и их отдельных компонентов (геолого-геоморфологической основы, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова) под воздействием сельскохозяйственного использования, а также характера и направленности, современных физико-географических процессов. Процессы деградации ландшафтов Восточно-Казахстанской области являются комплексным явлением. В ходе их проявления трансформируются все элементы ландшафта, хотя и в разной степени, при этом практически всегда можно выделить главный процесс, наиболее сильно выраженный на фоне общих негативных изменений. Современные природные и антропогенно-обусловленные процессы деградации ПТК, вовлеченных в сельскохозяйственное использование, на карте ландшафтно-экологического зонирования территории Восточно-Казахстанской области отображены индексами в соответствии с доминирующим видом деградационных процессов. К ним нами отнесены: засоленность почв, водная и ветровая эрозия, подтопление и заболачивание, деградация растительности, деградация пашни и техногенные процессы – загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод. Перечисленные виды деградационных процессов не исчерпывают всего их многообразия, но были отобраны нами, поскольку имеют широкое распространение и наиболее доступны для изучения и анализа. Распространенность деградационных процессов напрямую связана с ландшафтно-экологическим состоянием региона, потерей природной и хозяйственной значимости земель, снижением уровня жизнеспособности населения сельских территорий. Анализ ландшафтно-экологического состояния территории Восточно-Казахстанской области позволил выделить по степени напряженности три ландшафтно-экологические зоны:

Стабильная зона (I). В пределах Восточно-Казахстанской области стабильная зона охватывает около 70 % площади территории и характеризуется слабым проявлением антропогенно-обусловленных экологических изменений в естественных ландшафтах. Проявление и пространственное

распространение негативных процессов имеет преимущественно линейный или локальный, реже диффузный характер. Функционирование природных комплексов с прекращением антропогенного воздействия могут приобрести динамическое равновесие и развиваться в соответствии с зональными закономерностями.

Стабильным ландшафтно-экологическим состоянием характеризуются земли сельскохозяйственного назначения на территориях Абайского (100 %), Курчумского (98 %), Аягозского (95 %), Катон-Карагайского (92 %), Бескарагайского (85 %), Кокпектинского (79 %), Тарбагатайского и Зайсанского (по 78 %), Глубоковского (62 %), Жарминского (61 %), Урджарского (57 %), Зыряновского (52 %), Шемонаихинского (31 %), Уланского (21 %) административных районов.

Удовлетворительная зона (II). Она занимает около 25 % площади области и характеризуется умеренной антропогенной трансформацией естественных ландшафтов на территориях Бородулихинского (93 %), Шемонаихинского (67 %), Уланского (57 %), Урджарского (37 %), Жарминского (29 %), Глубоковского (28 %), Тарбагатайского (22 %), Кокпектинского (21 %), Зыряновского (20 %), Зайсанского (15 %), Катон-Карагайского (8 %), Аягозского (5 %), Курчумского (2 %) административных районов. Проявление и пространственное распространение негативных процессов имеет линейный и площадной характер. Для достижения нарушенными ландшафтами природного равновесия потребуются длительный период их восстановления с обязательным проведением природоохранных мероприятий.

Напряженная зона (III) занимает около 5 % территории области и характерна для полупустынных ландшафтов относительно приподнятых равнин, лесостепных и степных ландшафтов низкогорий, степных ландшафтов внутригорных впадин. Отличается быстрым нарастанием угрозы истощения или полного исчезновения отдельных видов ландшафта. Наступление экологического кризиса носит обратимый характер, что позволяет при своевременном вмешательстве устранить последствия антропогенного стресса и восстановить стабильность нарушенной геосистемы. Районы с данной экологической ситуацией требуют значительных средств для восстановления.

Серия ландшафтно-экологических карт завершается картой природоохранных мероприятий для сельских территорий в масштабе 1:1000000. Для территории области выделены приоритетные направления деятельно-

сти, виды и содержание природоохранных мероприятий: охрана и рациональное использование пастбищ и сенокосов; мероприятия по улучшению состояния орошаемой пашни; охрана лесов (пустынных и тугайных) и травянистой растительности; фитомелиоративные мероприятия; мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов; мероприятия по предупреждению загрязнения приземного атмосферного воздуха; мероприятия по предупреждению и ликвидации загрязнения почвенного покрова; мероприятия по борьбе с засолением; противоэрозионные мероприятия и пр. Предлагаемая система природоохранных мероприятий направлена на: снижение масштабов, темпов и скорости проявления негативных антропогенно-обусловленных процессов; устойчивое развитие природно-хозяйственных систем с сохранением их экологической целостности; учет особенностей региональной ландшафтной структуры; учет интенсивности, характера и тенденций хозяйственного освоения территории. Для природных комплексов, претерпевших глубокую трансформацию, реализация природоохранных мероприятий имеет первостепенную значимость, особенно в ПТК озерно-аллювиальных и денудационных равнин с интенсивным богарным земледелием и развитием горнодобывающего, горноперерабатывающего комплексов, межгорных и внутригорных впадин комплексного сельскохозяйственного использования под пашни, пашни и сенокосы, долинных, мелкосопочных и горных ландшафтов экстенсивного пастбищного животноводства. Для ПТК пластовых, цокольных и мелкосопочных равнин, занятых под пастбищные угодья, частично под богарное земледелие, степень антропогенной нарушенности классифицируется как средняя, способность их к самовосстановлению довольно хорошая. Реализацию природоохранных мероприятий в перечисленных природных комплексах можно осуществлять поэтапно.

Сопоставление и использование разномасштабных тематических карт, данных полевых исследований, материалов дистанционного зондирования и статистической информации позволило избежать взаимоисключающих рекомендаций, подойти к исследуемой территории комплексно с учетом возможных изменений состояния ПТК в связи с ее дальнейшим хозяйственным развитием. Одной из причин нарушения сбалансированного природно-хозяйственного использования сельских территорий области является слабо сбалансированное природопользование и слабое внедрение природоохранных мероприятий. Организационные и правовые основы решения экологических проблем области, представленные в виде перечня

природоохранных мероприятий сельских территорий области, заложены в Законе Республики Казахстан «Об охране окружающей среды», «Водном кодексе», Законе Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях», «Стратегии развития Казахстан-2030», «Областной программе по охране окружающей среды на 2005-2007 годы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Веселова Л.К., Гельдыева Г.В., Чупахин В.П. Ландшафтная карта Казахской ССР масштаба 1:2500000. – М.: ГУГК, М., 1979.
2. Гельдыева Г.В., Веселова Л.К. Ландшафты Казахстана. – Алма-Ата, Гылым, 1992. – С. 13-16.

ДГП «Институт географии» РГП «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения» КН МОН РК, г. Алматы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ АУМАҚТАРЫНЫҢ ТҮРАҚТЫ ДАМУЫНЫҢ СТРАТЕГИЯСЫН ЖАСАУ ҮШІН ОЛАРДЫ ЛАНДШАФТЫҚ-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КАРТАҒА ТҮСІРУ (ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ МЫСАЛЫНДА)

Геогр. ғылым.канд. Т.И Будникова

Г.Б. Мусатаева

Мақалада Қазақстан Республикасының ауыл аумақтарының тұрақты дамуын картаға түсіру әдістерін пайдаланудың мүмкіншіліктері қарастырылады. Антропогендік әсерлердің ықпалымен ландшафт құрылысының ерешеліктері мен ландшафтың өзгерістері анықталады, аймақтың ландшафтық-экологиялық зоналауы беріледі.

КИНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЛЯНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ НЕКОНДИЦИОННЫХ БОКСИТОВ КРАСНООКТЯБРЬСКОГО БОКСИТОВОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ

Доктор техн. наук С.С. Нуркеев
Канд.техн.наук У.Ш. Мусина
 С.М. Нурмакова
 Л.С. Курбанова

В работе исследована кинетика разложения некондиционного боксита Краснооктябрьского бокситового рудоуправления, целью которой является определение лимитирующей стадии данного процесса.

Рационализация технологического процесса водоочистки, его интенсификация может быть достигнута путем ускорения процесса коагуляции, снижения расхода коагулянта в результате изменения его состава. Поэтому работы по получению новых коагулянтов для очистки сточных вод, по их модификации, обладающих заданными физико-химическими свойствами, представляют определенный интерес.

Эффект ускорения коагуляции смешанными коагулянтами наблюдается в широкой области pH и не зависит от знака заряда гидроксидов алюминия и железа, образующихся при гидролизе солей смешанных коагулянтов. Здесь наблюдается своеобразная взаимная сенсбилизация одноименно заряженных частиц. Это позволяет использовать смешанные коагулянты для интенсификации технологического процесса очистки вод, сильно отличающихся друг от друга своим солевым составом.

В группу смешанных коагулянтов, разрабатываемых нами, включены коагулянты: смешанные сульфатные алюможелезистые коагулянты (ССАЖК), смешанные хлоридные алюможелезистые коагулянты (СХАЖК), смешанные сульфатно-хлоридные алюможелезистые коагулянты (ССХАЖК), смешанные сульфатно-хлоридные алюмо-железо-кремнистые коагулянты (ССХАЖКК). Отдельный класс коагулянтов составляют щелочные коагулянты.

При синтезе неорганических смешанных коагулянтов основная задача - *максимальное извлечение алюминия, железа и кремния в нерастворимый остаток.*

Предлагаемая нами технология получения кислотных коагулянтов включает последовательный ряд процессов разложения бокситов Каснооктябрьского рудоуправления (КБРУ) минеральными кислотами: соляной и серной. В данной статье изучалась кинетика процесса разложения боксита соляной кислотой, целью которой является определение лимитирующей стадии, выявление механизма, описание скорости процесса. Все это необходимо для правильного выбора технологических режимов.

Исследования показали, что возможен кинетический анализ обобщенного уравнения, которое было найдено для оптимизации процесса разложения с получением кинетических параметров процесса. По уравнению рассчитывают кривые изотермической кинетики для значений температур по матрице планирования (семейство кинетических кривых), кроме того, возможно задавать различные значения другого изучаемого фактора.

Кинетические кривые описываются экспоненциальным видоизмененным уравнением кинетики Дроздова-Ротиняна для процессов, протекающих с самоторможением [1],

$$\frac{1}{t} \ln \frac{100}{100 - K_p} - \beta \frac{K_p}{t} = K, \quad (1)$$

где: K – константа скорости; β – коэффициент торможения; K_p – коэффициент разложения, t – продолжительность, мин.

Определение кинетических параметров процесса далее производится посредством приведения массивов скоростей и температуры к аррениусовым координатам в линеаризованном виде. Анализируется на линейность зависимость в координатах $\frac{1}{t} \ln \frac{100}{100 - K_p} - \beta \frac{K_p}{t}$ с выявлением механизма процесса и вычислением энергии активации.

Процесс разложения боксита **соляной кислотой** описывается обобщенными уравнениями (2 и 3), адекватно описывающими кинетический процесс кислотного разложения.

$$Y_{об}(Al_2O_3) = \frac{1}{76,12} (-55,25 + 1,3X_1) * [84 - 0,07 * (X_2 - 40)^2] * (64,7 + 3,4X_3) * (72,4 + 0,77X_4), \quad (2)$$

$$Y_{об}(Fe_2O_3) = \frac{1}{71,44^2} [(40 + 0,3X_1) * (60,2 + 0,26X_2) * (63,62 + 1,75X_3) * (65,3 + 1,8X_4)], \quad (3)$$

где: X_1 – температура процесса разложения, $^{\circ}C$; X_2 – продолжительность процесса, мин; X_3 – концентрация соляной кислоты, %; X_4 – массовое соотношение $Ж:Т$.

По этим уравнениям рассчитано семейство кривых изотермической кинетики по извлечению Al_2O_3 и Fe_2O_3 . Семейство кинетических кривых представлено в виде кривых для пяти значений температур: 85, 90, 95, 100, 105 $^{\circ}C$ (рис. 1).

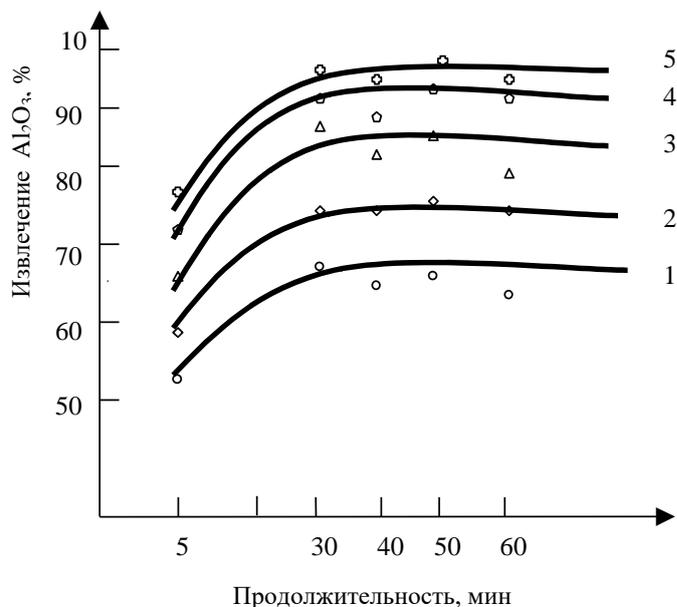


Рис. 1 Кинетические зависимости извлечения (Al_2O_3)_{нсл} от продолжительности процесса разложения боксита при различных температурах. 1 – при 85 $^{\circ}C$; 2 – при 90 $^{\circ}C$; 3 – 95 $^{\circ}C$; 4 – 100 $^{\circ}C$; 5 – 105 $^{\circ}C$.

Расчет кинетических параметров при извлечении в раствор Al_2O_3 , проводился при оптимальных температурах $100\text{ }^{\circ}C$ и $95\text{ }^{\circ}C$. В табл. 1 приведен результат расчета кинетических параметров при температуре $95\text{ }^{\circ}C$, а также были рассчитаны кинетические коэффициенты K и β (4-5).

Таблица 1

Расчет коэффициентов K и β при разложении боксита соляной кислотой (при $95\text{ }^{\circ}C$)

t , мин	$Kp(Al_2O_3)$	$\frac{Kp}{t} (X)$	$\ln \frac{100}{100-Kp}$	$\frac{1}{t} \ln \frac{100}{100-Kp} (Y)$
5	65,2	13,04	1,05	0,21
30	80,7	2,69	1,6	0,048
40	75,6	1,89	1,4	0,035
50	78,5	1,57	1,5	0,03
60	73,7	1,23	1,3	0,02
Σ		20,42		0,34

$$A = \frac{[Y] * [X^2] - [XY] * [X]}{N[X^2] - ([X])^2}, \quad (4)$$

$$A(Al_2O_3) = 0,0046; K = A,$$

где N – число опытов; A – коэффициент уравнения.

$$B = \frac{N[Y] - [X] * [Y]}{N[X^2] - ([X])^2}, \quad (5)$$

где: B – коэффициент самоторможения; $B(Al_2O_3) = 0,015; B = \beta$.

Аналогично были проведены расчеты K и β при $100\text{ }^{\circ}C$ (табл. 2).

Энергия активации процесса солянокислотного разложения боксита (E) была рассчитана по уравнению Аррениуса:

$$E = \frac{R * \ln \frac{K_1}{K_2}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}, \quad (6)$$

где: R – газовая постоянная, Дж/град; K_1, K_2 – константы скорости при абсолютных температурах T_1 и T_2 .

$$t_1 = 95^\circ \text{C}, T_1 = 95 + 273 = 368 \text{ K}; K_1 = 0,0046$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}, T_2 = 100 + 273 = 373 \text{ K}; K_2 = 0,009$$

$$E(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{8,319 * \ln \frac{0,009}{0,0046}}{\frac{1}{368} - \frac{1}{373}} = 55,7 \text{ кДж/моль} = 13,3 \text{ ккал/моль}$$

Таблица 2

Расчет коэффициентов K и β при разложении боксита соляной кислотой (при 100°C)

t , мин	Kp (Fe_2O_3)	$\frac{Kp}{t}$ (X)	$\ln \frac{100}{100 - Kp}$	$\frac{1}{t} \ln \frac{100}{100 - Kp}$ (Y)
5	70,87	14,2	1,2	0,24
30	87,7	2,92	2,07	0,06
40	82,2	2,06	1,7	0,04
50	85,28	1,7	1,9	0,038
60	80,2	1,34	1,6	0,027
Σ		22,22		0,405

Значение энергии активации указывает на то, что процесс соляно-кислотного разложения боксита по извлечению Al_2O_3 находится в диффузионной области, скорость реакции лимитируется диффузионными процессами.

Изучение кинетических параметров процесса разложения боксита соляной кислотой с извлечением железа в твердую фазу проводили в условиях, аналогичных извлечению алюминия: температуры 95 и 100°C . На рис. 2 представлены кинетические кривые для пяти значений температур: $85, 90, 95, 100, 105^\circ \text{C}$.

В таблицах 3 и 4 приведены результаты расчета, а также значения коэффициентов K и β , необходимые для расчета энергии активации.

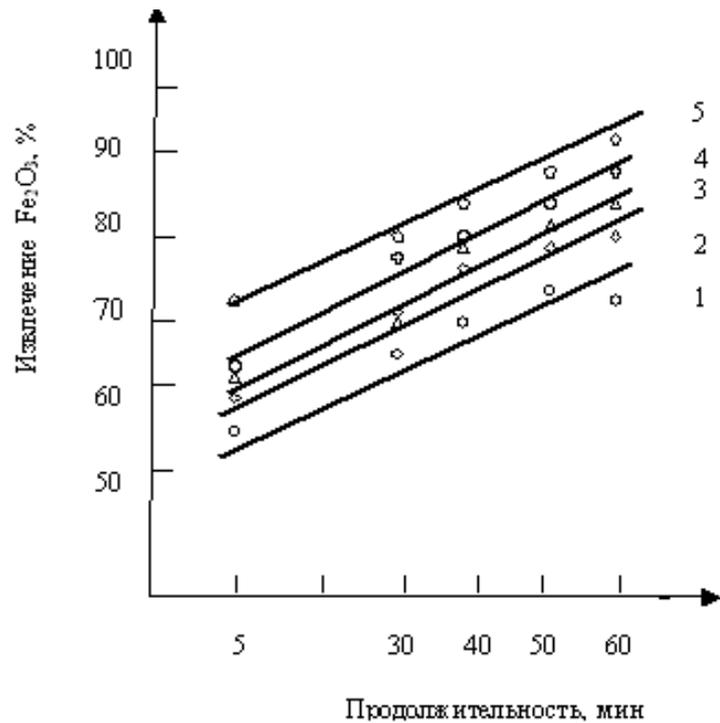


Рис. 2. Кинетические зависимости извлечения $(Fe_2O_3)_{нсл}$ от продолжительности процесса разложения боксита при различных температурах. 1 – при $85^{\circ}C$, 2 – при $90^{\circ}C$, 3 – при $95^{\circ}C$, 4 – при $100^{\circ}C$, 5 – при $105^{\circ}C$.

Таблица 3

Расчет коэффициентов K и β при разложении боксита соляной кислотой (при $95^{\circ}C$)

t , мин	Kp (Fe_2O_3)	$\frac{Kp}{t}$ (X)	$\ln \frac{100}{100 - Kp}$	$\frac{1}{t} \ln \frac{100}{100 - Kp}$ (Y)
5	59,7	11,94	0,9	0,18
30	66,05	2,20	1,08	0,03
40	68,6	1,7	1,2	0,03
50	71	1,4	1,2	0,024
60	73,6	1,2	1,3	0,022
Σ		18,44		0,29

$$A(Fe_2O_3) = 0,005; K = A,$$

$$B(Fe_2O_3) = 0,014; B = \beta.$$

Расчет K и β при 100°C приведен ниже.

Таблица 4

Расчет коэффициентов K и β при разложении боксита
соляной кислотой (при 100°C)

t, мин	K_p (Fe_2O_3)	$\frac{K_p}{t}$ (X)	$\ln \frac{100}{100 - K_p}$	$\frac{1}{t} \ln \frac{100}{100 - K_p}$ (Y)
5	69,7	13,9	1,16	0,24
30	77,1	2,57	1,47	0,04
40	80	2	1,6	0,04
50	83	1,66	1,77	0,035
60	85,9	1,43	1,96	0,03
Σ	21,56			0,39

$$A(\text{Fe}_2\text{O}_3) = K = 0,007; \quad B(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \beta = 0,016$$

$$E(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{8,319 * \ln \frac{0,007}{0,005}}{\frac{1}{368} - \frac{1}{373}} = 28,4 \text{ кДж/моль} = 6,77 \text{ ккал/моль}$$

Процесс кислотного разложения с извлечением железа протекает в диффузионной области, где лимитирующей стадией будет диффузия реагента от периферии к ядру недоразложившейся части исходного сырья.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что при солянокислотном разложении процесс извлечения в раствор алюминия и железа протекает в кинетической области в первые 30 минут и при дальнейшем разложении лимитируется диффузионными процессами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ротинян А.Л., Дроздов Б.В. Кинетика процессов в водных средах // Журнал общей химии. - Т.19.- Вып.10. – 1949. - С.1843-1846.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

**ШАРТҚА СӘЙКЕС ЕМЕС КБКБ БОКСИТІН ТҰЗҚЫШҚЫЛЫМЕН
ЫДЫРАТУДЫ КИНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ**

Техн. ғылым. докт. С.С. Нүркеев
Техн. ғылым. канд. У.Ш. Мусина
С.М.Нұрмақова
Л.С. Құрбанова

Бұл жұмыста берілген процестің шектелген сатысын анықтау мақсатында шартқа сәйкес емес КБКБ бокситінің ыдырау кинетикасын зерттеу.

УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ВО 2 КВАРТАЛЕ 2006 ГОДА**

Канд. геол.-мин. наук

Е.Ж. Муртазин

Н.У. Бултеков

З.С. Абдиева

Информация о состоянии загрязнения окружающей среды подготовлена по результатам работ, выполняемых специализированными подразделениями РГП «Казгидромет» по проведению экологического мониторинга за состоянием окружающей среды на наблюдательной сети национальной гидрометеорологической службы.

1. Состояние загрязнения воздушного бассейна

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха выполняются в наиболее крупных городах и промышленных центрах республики. Перечень подлежащих контролю загрязняющих веществ установлен с учетом объема и состава выбросов в атмосферу и результатов предварительного обследования загрязнения воздушного бассейна в конкретном населенном пункте.

Состояние загрязнения воздуха оценивается по результатам анализа и обработки проб воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдений. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (**ПДК**) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест [1, 2]. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (**ИЗА**), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на **ПДК** значениями с учетом их класса опасности [3].

Во **2-ом квартале 2006 г.** наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха проводились в 20 населенных пунктах республики: Актау, Актобе, Алмате, Астане, Атырау, Балхаше, Жезказгане, Костанае, Караганде, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Темиртау, Уральске, Усть-Каменогорске, Шымкенте, Экибастузе и пос. Глубоком (Восточно-Казахстанская область).

Во 2-ом квартале зарегистрировано 6 случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха. В апреле отмечено 4 случая высокого загряз-

нения атмосферного воздуха: в г. Астане (3 случая) максимальные концентрации взвешенных веществ превышали допустимую норму в 10,8...14,6 раза; в г. Балхаше (1 случай) максимальная концентрация диоксида серы превышала допустимую норму в 10,5 раза. В мае наблюдалось 2 случая высокого загрязнения атмосферного воздуха: в г. Балхаше максимальные концентрации взвешенных веществ превышали допустимую норму в 10,0...13,4 раза.

Наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха отмечался в г. Караганде (ИЗА₅ = 11,1) (Табл. 1.1).

Таблица 1.1

Загрязнение воздушного бассейна городов Казахстана во 2-ом квартале

Пункт	ИЗА ₅	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м ³	кратно ПДК	мг/м ³	кратно ПДК	
Актау	3,7	Пыль	0,30	2,0	0,56	1,1	4
		NO ₂	0,04	1,0	0,12	1,5	10
Актобе	9,6	NO ₂	0,05	1,3	0,10	1,2	1
		Формальдегид	0,013	4,3	0,023		
Алматы	10,1	Пыль	0,22	1,4	0,8	1,6	4
		СО	1,5		10	2,0	2
		NO ₂	0,08	2,0	0,25	2,9	39
		Формальдегид	0,011	3,7	0,042	1,2	0,7
Астана	6,0	Пыль	0,67	4,5	7,3	14,6	31
		NO ₂	0,04	1,0	0,40	4,7	10
		NF	0,002		0,029	1,5	1
Атырау	2,4	Пыль	0,15	1,0	0,5	1,0	
Балхаш	2,4	Пыль	0,13		6,7	13,4	1
		SO ₂	0,066	1,3	5,240	10,5	3
пос. Глубокое	4,8	Пыль	0,05	1,3	0,18	2,1	14
		Фенол	0,003	1,0	0,013	1,3	4
		Формальдегид	0,004	1,3	0,018		
Жезказган	5,7	Пыль	0,38	2,5	1,5	3,0	19
		NO ₂	0,9		5	1,0	
		СО	0,03		0,10	1,2	0,2
		Фенол	0,005	1,7	0,016	1,6	9
Караганда	11,1	Пыль	0,11		1,0	2,0	1
		NO ₂	0,04	1,0	0,18	2,1	3
		Фенол	0,005	1,7	0,012	1,2	0,1
		Формальдегид	0,013	4,3	0,047	1,3	0,9
Костанай	2,8	СО	1,4		6	1,2	0,2
		NO ₂	0,05	1,3	0,18	2,1	3

Пункт	ИЗА ₅	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м ³	кратно ПДК	мг/м ³	кратно ПДК	
Павлодар	1,8	<i>Пыль</i>	0,09		1,6	3,2	1
		<i>СО</i>	0,9		20	4,0	0,7
		<i>NO₂</i>	0,02		0,12	1,4	0,7
		<i>H₂S</i>	0,002		0,016	2,0	2
		<i>Фенол</i>	0,001		0,015	1,5	0,1
		<i>HCl</i>	0,05		0,73	3,7	3
Петропавловск	4,3	<i>СО</i>	1,7		10	2,0	0,4
		<i>NO₂</i>	0,05	1,3	0,11	1,3	3
		<i>Формальдегид</i>	0,004	1,3	0,009		
Риддер	7,5	<i>SO₂</i>	0,087	1,7	0,200		
		<i>NO₂</i>	0,07	1,8	0,20	2,4	19
		<i>Фенол</i>	0,005	1,7	0,012	1,2	0,7
Семипалатинск	4,1	<i>Пыль</i>	0,13		1,0	2,0	0,2
		<i>СО</i>	2,0		8	1,6	7
		<i>NO₂</i>	0,06	1,5	0,24	2,8	24
Тараз	7,1	<i>Пыль</i>	0,13		1,4	2,8	0,4
		<i>СО</i>	1,4		10	2,0	1
		<i>NO₂</i>	0,05	1,3	0,16	1,9	6
		<i>NF</i>	0,003		0,026	1,3	0,4
		<i>NH₃</i>	0,043	1,1	0,23	1,2	0,4
		<i>Формальдегид</i>	0,008	2,7	0,029		
Темиртау	9,1	<i>Пыль</i>	0,19	1,3	1,1	2,2	4
		<i>СО</i>	1,0		7,0	1,4	0,4
		<i>NO₂</i>	0,03		0,12	1,4	3
		<i>Фенол</i>	0,010	3,3	0,043	4,3	33
		<i>NH₃</i>	0,088	2,2	0,440	2,2	5
Уральск	0,8	<i>NO₂</i>	0,02		0,03		
Усть-Каменогорск	6,1	<i>Пыль</i>	0,08		2,10	4,2	2
		<i>SO₂</i>	0,063	1,3	0,623	1,2	0,2
		<i>СО</i>	0,7		6	1,2	0,1
		<i>NO₂</i>	0,05	1,3	0,42	4,9	15
		<i>Фенол</i>	0,003	1,0	0,040	4,0	2
		<i>Формальдегид</i>	0,005	1,7	0,061	1,7	0,1
		<i>NF</i>	0,001		0,034	1,7	0,2
Шымкент	10,6	<i>Пыль</i>	0,24	1,6	0,9	1,8	1
		<i>СО</i>	0,04	1,0	0,21	2,5	5
		<i>NH₃</i>	0,042	1,1	0,320	1,6	0,4
		<i>Формальдегид</i>	0,013	4,3	0,033		
Экибастуз	1,2	<i>Пыль</i>	0,06		0,5	1,0	

Средняя за **2-ой квартал 2006 г.** концентрация **взвешенных веществ** (пыли) по городам республики составила 1,1 ПДК. Средняя концентрация взвешенных веществ в г. Астане составила 4,5 ПДК, в г. Жезказгане – 2,5 ПДК, в г. Актау, г. Алматы, г. Атырау, г. Темиртау и г. Шымкенте - 1,0...2,0 ПДК. В г. Астане максимальная из разовых концентраций взвешенных веществ достигала 14,6 ПДК, в г. Балхаше - 13,4 ПДК, в г. Усть-Каменогорске - 4,2 ПДК, в городах Жезказгане, Караганде, Павлодаре, Семипалатинске, Таразе, Темиртау – 2,0...3,2 ПДК, в городах Актау, Алматы, Атырау, Шымкенте и Экибастузе – 1,0...1,8 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **диоксида серы** по городам республики была ниже ПДК. Средняя концентрация диоксида серы в г. Балхаше, г. Риддере и г. Усть-Каменогорске превышала 1 ПДК. В г. Балхаше отмечена максимальная из разовых концентраций диоксида серы равная 10,5 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – 1,2 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **сульфатов** составила 0,006 мг/м³ (ПДК нет). Сульфаты содержатся как в выбросах промышленных производств, так и образуются вследствие трансформации SO_2 в атмосфере. Наибольшие разовые концентрации сульфатов отмечены в г. Таразе (0,08 мг/м³).

Средняя за квартал концентрация **оксида углерода** в городах республики не превышала допустимой нормы и в среднем составила 0,4 ПДК. Наибольший средний уровень загрязнения воздуха оксидом углерода наблюдался в г. Семипалатинске (0,7 ПДК). Максимальная из разовых концентраций оксида углерода в г. Павлодаре составила 4,0 ПДК, в городах Алматы, Жезказгане, Костаная, Петропавловске, Семипалатинске, Таразе, Темиртау и Усть-Каменогорске - 1,0...2,0 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **диоксида азота** по городам республики составила 1,0 ПДК. Средняя концентрация диоксида азота в городах Актау, Алматы, Актобе, Астане, Караганде, Костаная, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Усть-Каменогорске, Шымкенте и пос. Глубоком находилась в пределах 1...2 ПДК. В г. Усть-Каменогорске зарегистрирована максимальная из разовых концентраций диоксида азота равная 4,9 ПДК, в г. Астане - 4,7 ПДК, в г. Алматы, г. Караганде, г. Костаная, г. Риддере, г. Семипалатинске, г. Шымкенте и пос. Глубоком 2,1...2,9, в городах Актау, Актобе, Жезказгане, Павлодаре, Петропавловске, Таразе и Темиртау - выше 1 ПДК.

Средние за квартал и максимальные из разовых концентраций **оксида азота** не превышали ПДК. Наибольшая максимальная концентрации оксида азота наблюдалась в г. Темиртау (0,3 ПДК).

Средняя за квартал концентрация **фенола** составила 1,2 ПДК. Средняя концентрация фенола в г. Темиртау составила 3,3 ПДК, в г. Жезказгане, г. Караганде, г. Риддере, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубоком – 1,0...1,7 ПДК. В г. Темиртау наблюдалась максимальная концентрация фенола равная 4,3 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – 4,0 ПДК, в городах Жезказгане, Караганде, Павлодаре, Риддере и пос. Глубоком – 1,2...1,6 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **формальдегида** по городам республики составила 2,7 ПДК. Средняя концентрация формальдегида в г. Актобе, г. Караганде и г. Шымкенте составила 4,3 ПДК, в г. Алматы – 3,7 ПДК, в г. Таразе - 2,7 ПДК, в г. Усть-Каменогорске - 1,7 ПДК, в г. Петропавловске и пос. Глубоком - 1,3 ПДК. В г. Алматы, г. Караганде и г. Усть-Каменогорске зарегистрирована максимальная из разовых концентраций формальдегида выше 1 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **сероводорода** составила 0,002 мг/м³ (ПДК отсутствует). В г. Актобе и г. Павлодаре отмечены максимальные из разовых концентраций сероводорода в пределах 1...2 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **аммиака** составила 1,0 ПДК. Средняя концентрация аммиака в г. Темиртау достигала 2,2 ПДК, в г. Шымкенте и г. Таразе – 1,1 ПДК. Максимальная из разовых концентраций аммиака в г. Темиртау превышала 2 ПДК, в г. Таразе и г. Шымкенте – 1 ПДК.

В г. Астане, г. Таразе и г. Усть-Каменогорске среднее содержание **фтористого водорода** находилось в пределах нормы, а максимальные концентрации превышали 1 ПДК.

В г. Павлодаре средняя концентрация **хлористого водорода** находилась в пределах допустимой нормы, максимальная из разовых концентраций достигала 3,7 ПДК.

В г. Риддере, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубоком средний уровень загрязнения воздуха **мышьяком** находился в пределах допустимой нормы.

Среднее содержание **хрома** в г. Астане, **хлора** - в г. Павлодаре и г. Усть-Каменогорске, **серной кислоты** - в г. Актау и г. Усть-Каменогорске не превышало ПДК (табл.1.1).

В сравнении со 2 кварталом 2005 г. в городах Актау, Атырау, Жезказгане, Костанайе, Петропавловске, Павлодаре, Семипалатинске, Уральске, Усть-Каменогорске и Экибастузе уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в г. Астане, г. Темиртау и пос. Глубоком - возрос, в г. Актобе, г. Алматы, г. Балхаше, г. Караганде, г. Риддере, г. Таразе и г. Шымкенте – снизился (рис.1.1., табл.1.2).

Таблица 1.2

Приоритетный список городов Казахстана по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Город	ИЗА ₅			Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха
	2 кв. 2005 г.	1 кв. 2006 г.	2 кв. 2006 г.	
Алматы	16,6	12,4	10,1	автотранспорт, энергетика
Караганда	13,8	10,5	11,1	энергетика, угледобывающая, автотранспорт
Актобе	10,9	9,9	9,6	черная металлургия, химическая
Шымкент	12,9	9,8	10,6	цветная металлургия химическая.
Усть-Каменогорск	6,3	9,0	6,1	нефтеперерабатывающая цветная металлургия, энергетика
Темиртау	8,3	8,9	9,1	черная металлургия. химическая
Риддер	8,2	8,0	7,5	цветная металлургия, энергетика
Тараз	8,3	7,3	7,1	химическая
пос.Глубокое	2,9	6,5	4,8	цветная металлургия,
Жезказган	6,2	5,2	5,7	цветная металлургия, энергетика
Астана	3,9	4,8	6,0	энергетика, автотранспорт
Петропавловск	4,1	4,4	4,3	энергетика, приборостроение
Семипалатинск	4,6	4,1	4,1	энергетика, строительных материалов
Актау	4,1	3,4	3,7	химическая
Костанай	3,1	3,1	2,8	энергетика
Балхаш	4,1	2,6	2,4	цветная металлургия, энергетика
Атырау	2,6	1,7	2,4	нефтеперерабатывающая
Павлодар	1,8	1,5	1,8	нефтеперерабатывающая, энергетика
Экибастуз	1,3	1,4	1,2	энергетика, угледобывающая
Уральск	0,7	0,9	0,8	энергетика,
Средний ИЗА	6,24	5,77	5,56	

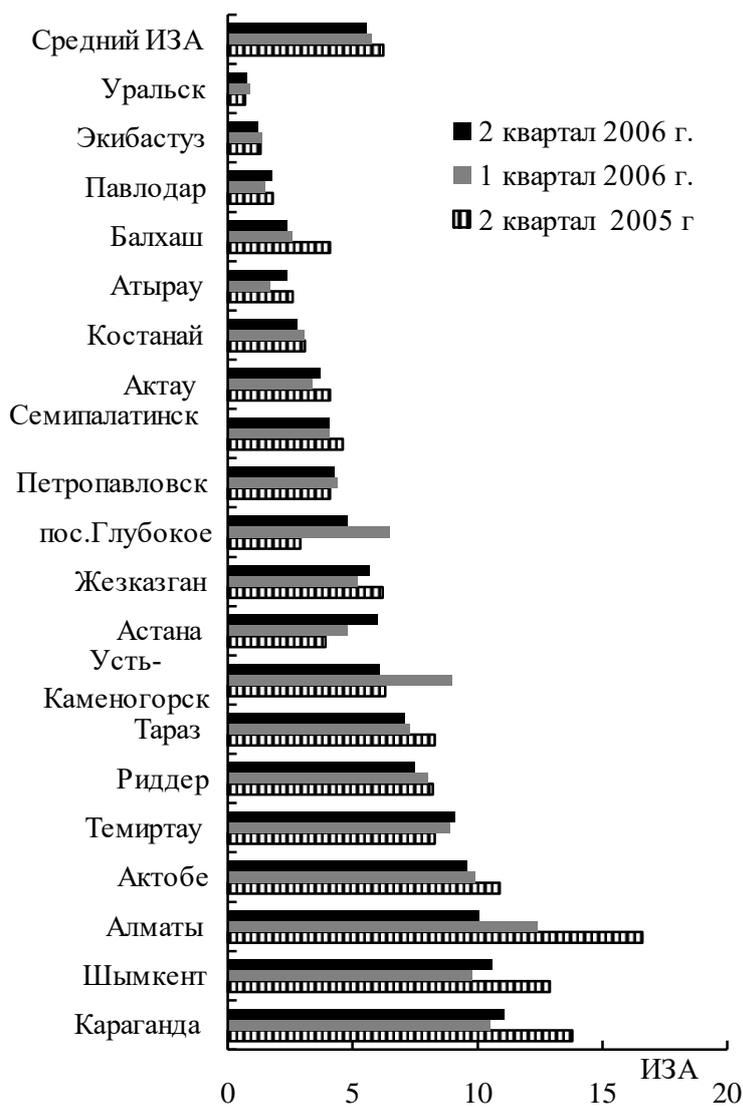


Рис. 1.1. Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) по городам Республики Казахстан

По сравнению с 1 кварталом 2006 г. в городах Актау, Актобе, Балхаше, Жезказгане, Караганде, Костаное, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Темиртау, Уральске и Экибастузе состояние загрязнения атмосферного воздуха существенно не изменилось, в г. Астане г. Атырау и г. Шымкенте отмечено увеличение уровня загрязнения, в г. Алматы, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубоком – снижение (рис.1.1., табл.1.2).

2. Качество поверхностных вод

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбо-хозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования [4, 5].

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод [6].

По результатам наблюдений, выполненных подразделениями Казгидромета во **2-ом квартале 2006 г.**, наиболее загрязненным является бассейн реки Иртыш (табл. 2.1).

В бассейне Иртыша в Восточно-Казахстанской области максимально загрязнены поверхностные воды рек **Брексы, Глубочанки и Красноярки**, ИЗВ – 4,08...4,45, 5 класс - «грязные». Отмечались превышения ПДК по азоту аммонийному (до 3,2 ПДК), азоту нитритному (р. Глубочанка – 3,5 ПДК), меди (до 7,5 ПДК), цинку (до 15,1 ПДК) и марганцу (до 4,4 ПДК).

Содержания загрязняющих веществ в рр. **Тихой и Ульбе** определялись по азоту аммонийному (р. Ульба – 2,4 ПДК), меди (до 6,8 ПДК), цинку (до 9,1 ПДК) и марганцу (до 2,7 ПДК). Индекс загрязненности воды этих рек равен 3,13...3,85 (4 класс - «загрязненные»).

Качество воды в реках **Бухтарме, Убе, Эмеле и Аягузе** относятся к 3 классу - «умеренно загрязненные», ИЗВ – 1,51...1,91. Наблюдались превышения ПДК по меди (до 5,7 ПДК).

На участке г. Усть-Каменогорск - г. Семипалатинск - г. Павлодар индекс загрязненности воды реки **Иртыша** составляет 1,06...1,95, что соответствует 3 классу - «умеренно загрязненные». Повышенные содержания загрязняющих веществ наблюдались по азоту аммонийному (2,3 ПДК), меди (до 2,3 ПДК) и цинку (2,2 ПДК).

Качество поверхностных вод в вдхр. **Бухтарминском и Усть-Каменогорском** относится ко 2 классу - «чистые» (ИЗВ – 0,79...0,88). Превышения ПДК не наблюдались.

Реки **Урал, Деркул, Утва, Большой и Малый Узень, Чиж-1, Чиж-2** (Западно-Казахстанская область) по качеству воды относятся к 2

классу, «чистые», ИЗВ 0,57...0,80. Превышения ПДК наблюдались по фенолам – до 1,7 ПДК.

Река **Чаган** (Западно-Казахстанская область) по качеству воды относится к 3 классу - «умеренно загрязненная», ИЗВ – 1,01. Превышения ПДК наблюдались по фенолам (1,7 ПДК).

Река **Илек** в Актюбинской области относится к «загрязненным» водным источникам. Превышение концентрации бора составляет – 11,9 ПДК и шестивалентного хрома –5,1 ПДК. Среднее значение ИЗВ- 3,09, по качеству вода реки 4 класса.

Река **Тобол** (Костанайская область) по качеству воды относится к 2 классу «чистая», ИЗВ=0,51. Превышения ПДК не наблюдались.

Река **Ишим** и вдхр. **Сергеевское** (Северо-Казахстанская область) характеризуются по качеству воды как «умеренно загрязненные» (3 класс, ИЗВ – 1,16 (р. Ишим) и 1,65 (вдхр. Сергеевское). Отмечались превышения ПДК по железу общему (до 2,1 ПДК) и цинку (вдхр. Сергеевское - 2,9 ПДК).

Реки **Ишим, Ак-Булак** (г. Астана), вдхр. **Вячеславское** и озёра **Боровое, Большое Чебачье и Щучье** (Акмолинская область) по качеству воды относятся ко 2 классу - «чистые», (ИЗВ – 0,49...0,83). Отмечены превышения ПДК по сульфатам (до 1,6 ПДК) и нефтепродуктам (оз. Щучье – 1,6 ПДК). В р. Ак-Булаке, вдхр. Вячеславском и озере Боровом предельно-допустимых концентраций не наблюдалось.

Реки **Жабай, Нура, Сары-Булак** (г. Астана), и оз. **Кона** (Акмолинская область) характеризуются по качеству воды как «умеренно загрязненные» (3 класс, ИЗВ –1,04...1,40), при повышенном содержании сульфатов (до 2,9 ПДК) и нефтепродуктов (до 3 ПДК).

Река **Нура** и вдхр. **Самаркандское** (Карагандинская область) характеризуются как «умеренно загрязненные» (3 класс, ИЗВ- 1,49...1,89). Превышения ПДК наблюдались: в р. Нуре по азоту нитритному (1,8 ПДК), нефтепродуктам (2,4 ПДК) и ртути (2,3 ПДК); в вдхр. Самаркандском по меди (2 ПДК), нефтепродуктам (2 ПДК) и ртути (2,5 ПДК).

Содержания загрязняющих веществ в р. **Шерубай-Нуре** и вдхр. **Кенгирском** (Карагандинская область) определялись: в р. Шерубай-Нуре по азоту аммонийному (6,4 ПДК), азоту нитритному (9,1 ПДК) и ртути (2 ПДК); в вдхр. Кенгирском по меди (3,7 ПДК) и нефтепродуктам (10,8 ПДК). Индекс загрязненности воды составил 3,05...3,39, соответственно поверхностные воды реки относятся к 4 классу - «загрязненные».

Таблица 2.1

Состояние качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям во 2-ом квартале 2006 г.

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	2 кв. 2005 г.	1 кв. 2006 г.	2 кв. 2006 г.				
р. Иртыш (Восточно-Казахстанская)	1,87	1,70	1,95	Азот аммонийный	0,90	2,3	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,0023	2,3	
				Цинк	0,022	2,2	
р. Иртыш (Павлодарская)	1,53	1,20	1,06	Медь	0,0022	2,2	3 класс, умеренно загрязненная
р. Бухтарма (Восточно-Казахстанская)	2,47	1,30	1,91	Медь	0,0037	3,7	3 класс, умеренно загрязненная
р. Брекса (Восточно-Казахстанская)	5,92	5,40	4,45	Цинк	0,106	10,6	5 класс, грязная
				Медь	0,0075	7,5	
				Марганец	0,028	2,8	
р. Тихая (Восточно-Казахстанская)	5,99	7,70	3,85	Цинк	0,091	9,1	4 класс, загрязненная
				Медь	0,0068	6,8	
				Марганец	0,027	2,7	
р. Ульба (Восточно-Казахстанская)	5,46	7,40	3,13	Азот аммонийный	0,94	2,4	4 класс, загрязненная
				Медь	0,0042	4,2	
				Цинк	0,062	6,2	
				Марганец	0,019	1,9	
р. Глубочанка (Восточно-Казахстанская)	5,57	6,40	4,08	Азот аммонийный	1,09	2,8	5 класс, грязная
				Азот нитритный	0,07	3,5	
				Медь	0,0065	6,5	
				Цинк	0,086	8,6	
				Марганец	0,040	4,0	
р. Красноярка (Восточно-Казахстанская)	6,33	15,40	4,38	Азот аммонийный	1,25	3,2	5 класс, грязная
				Медь	0,0025	2,5	
				Цинк	0,151	15,1	
				Марганец	0,044	4,4	
р. Уба (Восточно-Казахстанская)	2,10	0,72	1,93	Медь	0,0035	3,5	3 класс, умеренно загрязненная

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	2 кв. 2005 г.	1 кв. 2006 г.	2 кв. 2006 г.				
р. Эмель (Восточно-Казахстанская)			1,88	Медь	0,0057	5,7	3 класс, умеренно загрязненная
р. Аягоз (Восточно-Казахстанская)			1,51	Медь	0,0027	2,7	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Бухтарминское (Восточно-Казахстанская)	1,39	0,55	0,79				2 класс, чистая
вдхр. Усть-Каменогорское (Восточно-Казахстанская)	0,79	0,46	0,88				2 класс, чистая
р. Урал (Западно-Казахстанская)	1,14	0,92	0,79	Фенолы	0,0017	1,7	2 класс, чистая
р. Чаган (Западно-Казахстанская)	1,01	0,93	1,01	Фенолы	0,0017	1,7	3 класс, умеренно загрязненная
р. Деркул (Западно-Казахстанская)	1,25	1,02	0,80	Фенолы	0,0015	1,5	2 класс, чистая
р. Утва (Западно-Казахстанская)	1,09		0,71				2 класс, чистая
р. Большой Узень (Западно-Казахстанская)	1,59		0,65				2 класс, чистая
р. Малый Узень (Западно-Казахстанская)	1,29		0,60				2 класс, чистая
р. Чиж-1 (Западно-Казахстанская)	0,84		0,70				2 класс, чистая
р. Чиж-2 (Западно-Казахстанская)			0,57				2 класс, чистая
р. Илек (Западно-Казахстанская)	1,39		0,65				2 класс, чистая
р. Илек (Актюбинская)	3,39	6,67	3,09	Бор Хром (6+)	0,20 0,102	11,9 5,1	4 класс, загрязненная
р. Тобол (Костанайская)	0,48	0,50	0,51				2 класс, чистая
р. Ишим (Северо-Казахстанская)	1,69	1,27	1,16	Железо общее	0,21	2,1	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Сергеевское (Северо-Казахстанская)	1,47	1,10	1,65	Железо общее Цинк	0,20 0,029	2,0 2,9	3 класс, умеренно загрязненная
р. Ишим (Акмолинская)	0,73	0,91	0,83	Сульфаты	180	1,8	2 класс, чистая

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	2 кв. 2005 г.	1 кв. 2006 г.	2 кв. 2006 г.				
вдхр. Вячеславское (р.Ишим)	0,60	0,62	0,65				2 класс, чистая
р. Ак-Булак (г. Астана)	0,93	0,90	0,78				2 класс, чистая
р. Сары-Булак (г. Астана)	1,80	1,53	1,40	Сульфаты	280	2,8	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,13	2,6	
р. Жабай (Акмолинская)	1,10	0,99	1,06	Нефтепродукты	0,15	3,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Нура (Акмолинская)	0,90	1,81	1,23	Сульфаты	288	2,9	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,10	2,0	
оз. Копа (Акмолинская)	1,23	1,17	1,04	Сульфаты	279	2,8	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,10	2,0	
оз. Боровое (Акмолинская)	0,54	0,41	0,49	Сульфаты	163	1,6	2 класс, чистая
оз. Б. Чебачье (Акмолинская)	0,60	0,64	0,68				2 класс, чистая
оз. Щучье (Акмолинская)	0,56	0,40	0,54	Нефтепродукты	0,08	1,6	2 класс, чистая
р. Нура (Карагандинская)	1,87	3,38	1,89	Азот нитритный	0,036	1,8	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,12	2,4	
				Ртуть	0,00023	2,3	
р. Кара-Кенгир (Карагандинская)	6,92	4,75	5,44	Азот нитритный	0,066	3,3	5 класс, грязная
				Медь	0,0069	6,9	
				Нефтепродукты	0,85	16,9	
р. Шерубай-Нура (Карагандинская)	3,15	3,47	3,39	Азот аммонийный	2,48	6,4	4 класс, загрязненная
				Азот нитритный	0,181	9,1	
				Ртуть	0,0002	2,0	
вдхр. Самаркандское (Карагандинская)	1,40	2,85	1,49	Нефтепродукты	0,10	2,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Ртуть	0,00025	2,5	
				Медь	0,002	2,0	
вдхр. Кенгирское (Карагандинская)	3,14	2,88	3,05	Медь	0,0037	3,7	4 класс, загрязненная
				Нефтепродукты	0,54	10,8	
оз. Балхаш (Карагандинская)	2,62		2,06	Медь	0,008	8,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Или (Алматинская)	1,62	3,40	1,72	Медь	0,0039	3,9	3 класс, умеренно загрязненная

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	2 кв. 2005 г.	1 кв. 2006 г.	2 кв. 2006 г.				
р. Шарын (Алматинская)	1,19	3,64	2,49	Медь Хром (3+)	0,005 0,003	5,0 3,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шилик (Алматинская)	1,14	2,94	1,65	Медь Хром (3+)	0,005 0,002	5,0 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Тургень (Алматинская)	1,26	3,60	1,49	Медь	0,004	4,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Текес (Алматинская)	1,15	2,99	2,11	Медь Хром(3+)	0,004 0,003	4,0 3,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Хоргос (Алматинская)	0,89	2,90	2,03	Медь Хром(3+)	0,004 0,002	4,0 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Каркара (Алматинская)	0,96	2,26	2,60	Медь Хром(3+)	0,005 0,005	5,0 5,0	4 класс, загрязненная
р. Баянкол (Алматинская)	1,10	2,67	1,70	Медь	0,005	5,0	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Капчагайское (Алматинская)	1,06	3,11	1,50	Медь	0,0035	3,5	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Куртинское (Алматинская)	1,34	2,17	1,40	Медь	0,004	4,0	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Бартогай (Алматинская)		2,03	1,42	Медь Хром(3+)	0,004 0,002	4,0 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
оз. Большое Алматинское (Алматинская)	1,52		0,78				2 класс, чистая
р. М. Алматинка (г. Алматы)	2,24	3,32	0,78				2 класс, чистая
р. Есентай (г. Алматы)	1,92	4,05	1,22	Медь Хром(3+)	0,002 0,002	2,0 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Б. Алматинка (г. Алматы)	1,39	3,95	1,07	Медь	0,002	2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Талас (Жамбылская)	1,10	1,57	1,46	Медь	0,0045	4,5	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шу (Жамбылская)	1,90	2,12	2,44	Медь Фенолы	0,0075 0,002	7,5 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Асса (Жамбылская)	1,24	1,54	1,73	Медь	0,0062	6,2	3 класс, умеренно загрязненная

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	2 кв. 2005 г.	1 кв. 2006 г.	2 кв. 2006 г.				
р. Аксу (Жамбылская)			2,38	Медь	0,0024	2,4	3 класс, умеренно загрязненная
				Фенолы	0,002	2,0	
р. Сырдарья (Южно-Казахстанская)	1,78	1,77	1,95	Сульфаты	428	4,3	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,004	4,0	
р. Келес (Южно-Казахстанская)	2,59	2,67	2,53	Сульфаты	682	6,8	4 класс, загрязненная
				Медь	0,005	5,0	
р. Бадам (Южно-Казахстанская)	1,47	1,78	1,69	Сульфаты	204	2,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,005	5,0	
р. Бугунь (Южно-Казахстанская)	0,37	0,61	0,34				2 класс, чистая
р. Катта-Бугунь (Южно-Казахстанская)	0,27	0,36	0,29				2 класс, чистая
вдхр. Шардаринское (Южно-Казахстанская)	1,62	1,88	2,22	Сульфаты	486	4,9	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,004	4,0	
р. Сырдарья (Кызылординская)	2,25	1,78	1,95	Сульфаты	428	4,3	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,004	4,0	

Содержания загрязняющих веществ в реке **Кара-Кенгир** (Карагандинская область) определялись по азоту нитритному (3,3 ПДК), меди (6,9 ПДК) и нефтепродуктам (16,9 ПДК). Индекс загрязненности воды составил 5,44, соответственно поверхностные воды реки относятся к 5 классу - «грязные».

Качество воды оз. **Балхаш** (Карагандинская обл.) относится к 3 классу «умеренно загрязненное», ИЗВ –2,06. В поверхностных водах этого водного источника содержание загрязняющих веществ составило по меди (8 ПДК).

Качество воды рр. **Или, Шарына, Шилика, Тургеня, Текеса, Хоргоса, Каркары, Баянкола**, вдхр. **Капшагайского, Куртинского и Бартогая** (Алматинская область) соответствует 3 классу, «умеренно загрязненные» (ИЗВ – 1,40...2,49), при повышенном содержании загрязняющих концентраций по меди (до 5 ПДК) и хрому (3+) – до 4 ПДК.

ПДК загрязняющих веществ в р. **Каркаре** (Алматинская область) наблюдались по меди и хрому (3+) - до 5 ПДК. Индекс загрязненности воды составил –2,60, 4 класс - «загрязненные».

Содержания загрязняющих веществ в оз. **Большом Алматинском** (Алматинская область) не определялись. Индекс загрязненности воды составил 0,78, соответственно поверхностные воды озера относятся к 2 классу - «чистые».

Содержания загрязняющих веществ в р. **Малой Алматинки** (г. Алматы) не наблюдались. Индекс загрязненности воды составил 0,78, соответственно ИЗВ - 2 класс – «чистые».

Реки **Есентай** и **Большая Алматинка** (г. Алматы) характеризуются по качеству воды как - «умеренно загрязненные» – 3 класс, ИЗВ-1,07-1,22. Предельно-допустимые концентрации отмечались по меди и хрому (3+) - до 2 ПДК.

В соответствии с ИЗВ, реки **Талас, Шу, Асса** и **Аксу** (Жамбылская область) определены как «умеренно загрязненные» (3 класс, ИЗВ 1,46...2,44). Превышения ПДК отмечались по меди (до 7,5 ПДК) и фенолам (рр.Шу и Аксу - до 2 ПДК).

Река **Келес** (Южно-Казахстанская область) характеризуется по качеству воды как «загрязнённая» – 4 класс, ИЗВ - 2,53. Предельно-допустимые концентрации наблюдались по сульфатам (6,8 ПДК) и меди (5 ПДК).

Индекс загрязненности воды рр. **Сырдарьи, Бадама** и вдхр. **Шардаринского** (Южно-Казахстанская область) составил 1,1,69...2,22 (3 класс - «умеренно загрязненные»). Превышения ПДК наблюдались по сульфатам (до 4,9 ПДК) и меди (до 5 ПДК).

Качество поверхностных вод в рр. **Бугуни** и **Катта-Бугуни** (Южно-Казахстанская область) относится ко 2 классу – «чистые», ИЗВ до 0,34. Повышенные содержания ПДК не наблюдались.

Содержания загрязняющих веществ в р. **Сырдарье** (Кызылординская область) определялись по сульфатам (4,3 ПДК) и меди (4 ПДК). Индекс загрязненности воды составил 1,95, поверхностные воды реки относятся к 3 классу - «умеренно загрязненные» (табл. 2.1).

По сравнению с 1 кварталом 2006 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (рис. 2.1., табл. 2.2)

По рекам Восточного Казахстана качество воды не изменилось в реках Иртыше, Бухтарме, Брексе и вдхр. Бухтарминском и Усть-Каменогорском. В реках Тихой, Ульбе, Глубочанке и Красноярке наблюдается улучшение качества воды. В р. Убе отмечается ухудшение качества воды на один класс.

В Западном Казахстане в реке Чагане отмечено ухудшение качества воды на один класс. В р. Деркуле и Илеке наблюдается улучшение состояния воды. В других водных объектах характеристика осталась прежней. На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды ухудшилось в р. Жабая; улучшилось в р. Нуре (Карагандинская), вдхр. Самаркандском, оз. Балхаше и не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено улучшение качества воды в рр. Или, Шарыне, Шилике, Тургене, Текесе, Хоргосе, Баянколе, Малой и Большой Алматинке, Есентае и вдхр. Капшагайском. Ухудшение наблюдалось в р. Каркаре. Для остальных наблюдаемых водных объектов качество воды осталось на прежнем уровне.

За этот же период отмечается ухудшение качества воды, в находящихся под влиянием населенных пунктов, реках Убе (г. Шемонаиха), Ишиме (г. Петропавловск). По другим наблюдаемым водным объектам, находящихся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось: Ульба (рудн. Тишинский и г. Усть-Каменогорск), Тихая (г. Риддер), Глубочанка (с. с. Белоусовка и Глубокое), Красноярка (с. Предгорное), Илек (гг. Алга и Актобе), Талас

(г. Тараз), Малая и Большая Алматинки (г. Алматы) и Есентай (г. Алматы).

В сравнении со 2 кварталом 2005 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (рис. 2.1., табл. 2.2).

По рекам Восточного Казахстана качество воды не изменилось в рр. Иртыше, Бухтарме, Брексе, Глубочанке, Убе и вдхр. Усть-Каменогорском. В реках Тихой, Ульбе, Красноярке и вдхр. Бухтарминском наблюдается улучшение качества воды.

В Западном Казахстане качество воды улучшилось в рр. Урале, Деркуле, Утве, Большом и Малом Узене и Илеке (ЗКО). В остальных водных объектах осталось на прежнем уровне.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды ухудшилось в р. Нуре (Акмолинская). Наблюдается улучшение в р. Кара-Кенгире и оз. Балхаше, и не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено ухудшение – в рр. Хоргосе и Каркаре. По остальным наблюдаемым водным объектам качество воды осталось на прежнем уровне. В р. Малой Алматинке отмечается улучшение качества воды.

За этот же период отмечается ухудшение качества воды в находящихся под влиянием населенных пунктов реках: Ульбе (г. Усть-Каменогорск), Брексе (г. Риддер), Глубочанке (с. Глубокое), Убе (г. Шемонаиха). По другим наблюдаемым водным объектам, находящихся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось в реках: Бухтарме (г. Зыряновск), Ульбе (рудн. Тишинский), Тихой (г. Риддер), Глубочанке (с. Белоусовка), Красноярке (с. Предгорное), Илеке (г. Актобе), Ишиме (г. Петропавловск), Жабаяе (г. Атбасар), Кара-Кенгире (г. Жезказган) (рис. 2.1., табл. 2.2).

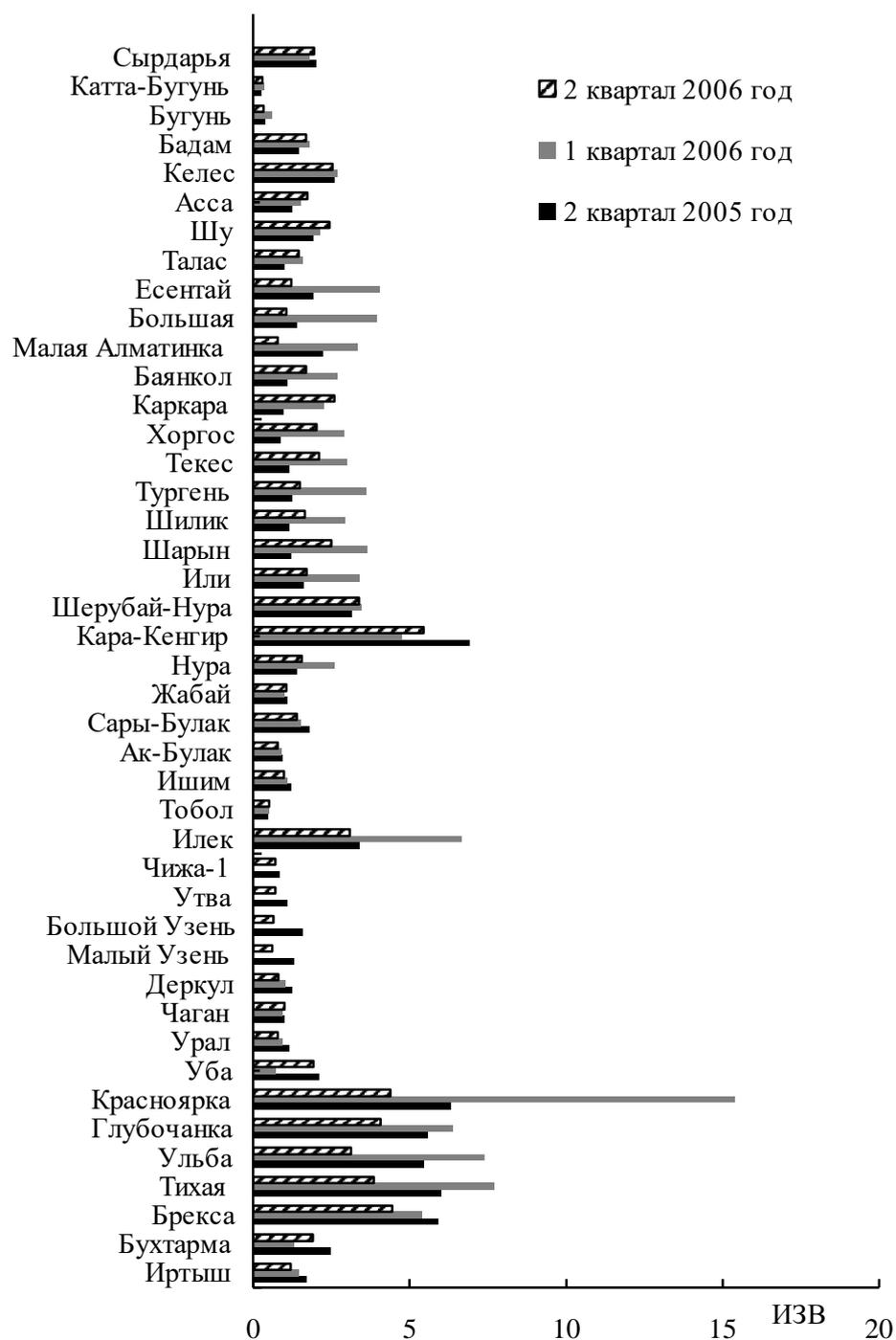


Рис. 2.1. Динамика индекса загрязненности воды Казахстана за 2 квартал 2006 г.

Таблица 2.2

Влияние населенных пунктов на уровень загрязненности поверхностных вод

Пункт контроля	ИЗВ			Характеристика качества воды
	2 кв. 2006 г.	1 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	
р. Иртыш, г. Усть-Каменогорск	1,17	1,90	1,62	3 кл., ум. загрязн.
р. Иртыш, г. Семипалатинск	1,22	1,03	1,71	3 кл., ум. загрязн.
р. Иртыш, г. Павлодар	1,26	1,46	1,02	3 кл., ум. загрязн.
р. Бухтарма, г. Зыряновск	2,79	1,24	1,91	3 кл., ум. загрязн.
р. Ульба, рудн. Тишинский	6,84	11,93	3,50	4 кл, загрязненная
р. Ульба, г. Усть-Каменогорск	2,28	4,36	2,88	4 кл, загрязненная
р. Тихая, г. Риддер	4,82	7,80	3,85	4 кл, загрязненная
р. Брекса, г. Риддер	3,92	5,39	4,26	5 кл, грязная
р. Глубочанка, с. Белоусовка	4,67	5,35	3,71	4 кл, загрязненная
р. Глубочанка, с. Глубокое	3,82	8,27	4,70	5 кл, грязная
р. Красноярка, с. Предгорное	6,03	15,36	4,39	5 кл, грязная
р. Уба, г. Шемонаиха	0,68	0,72	1,86	3 кл., ум. загрязн.
р. Урал, г. Уральск	1,05	0,92	0,75	2 класс, чистая
р. Чаган, г. Уральск	1,08	0,93	1,07	3 кл., ум. загрязн.
р. Деркул, п. Ростоши	1,25	1,02	0,80	3 кл., ум. загрязн.
р. Илек, г. Алга	3,68	11,60	3,77	7 кл, чрезвычайно грязная
р. Илек, г. Актюбинск	3,15	3,75	2,36	4 кл, загрязненная
р. Ишим, г. Петропавловск	1,59	1,12	0,94	3 кл., ум. загрязн.
р. Ишим, с. Долматово	1,59	1,54	1,45	3 кл., ум. загрязн.
р. Ишим, г. Астана	0,75	0,87	0,89	2 кл, чистая
р. Ак-Булак, г. Астана	0,93	0,90	0,78	2 класс, чистая
р. Сары-Булак, г. Астана	1,80	1,53	1,40	3 кл., ум. загрязн.
р. Жабай, г. Атбасар	1,23	0,99	0,99	2 кл, чистая
р. Нура, г. Темиртау	2,63	3,83	2,70	4 кл, загрязненная
р. Кара-Кенгир, г. Жезказган	8,47	5,06	5,90	5 кл, грязная
оз. Балхаш, бухта Бертыс	3,33		3,24	4 класс, загрязненная
оз. Балхаш, залив Тарангалык	2,51		2,46	3 кл., ум. загрязн.

Пункт контроля	ИЗВ			Характеристика качества воды
	2 кв. 2006 г.	1 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	
оз. Балхаш, залив Малый Сары-Шаган	2,61		2,04	3 кл., ум. загрязн.
р. Талас, г. Тараз	1,47	2,73	1,92	3 кл., ум. загрязн.
р. Тобол, г. Костанай	0,48	0,50	0,51	2 класс, чистая
р. Мал.Алматинка, г. Алматы	2,24	3,73	1,09	3 кл., ум. загрязн.
р. Есентай, г. Алматы	1,92	3,87	1,22	3 кл., ум. загрязн.
р. Бол.Алматинка, г. Алматы	1,39	3,99	1,07	3 кл., ум. загрязн.
р. Бадам, г. Шымкент	1,49	1,66	1,78	3 кл., ум. загрязн.
Шардаринское вдхр.	1,62	1,88	2,22	3 кл., ум. загрязн.
р. Сырдарья, г. Кызыл-Орда	2,21	1,78	1,95	3 кл., ум. загрязн.

3. Радиационный гамма-фон за 2 квартал 2006 г.

Наблюдения за мощностью дозы гамма-излучения на местности осуществлялись ежедневно на метеорологических станциях РГП «Каз-гидромет».

Среднеквартальные значения мощности дозы гамма-излучения, усредненные по областям, а также максимальные и минимальные значения представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Мощность дозы гамма-излучения за 2 квартал 2006 г.

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Акмолинская	0,14	0,18	0,08
Актюбинская	0,14	0,22	0,08
Алматинская	0,15	0,26	0,08
Атырауская	0,13	0,18	0,10
Восточно-Казахстанская	0,15	0,24	0,06
Западно-Казахстанская	0,12	0,16	0,07
Жамбылская	0,16	0,22	0,10
Карагандинская	0,16	0,24	0,11
Костанайская	0,11	0,35	0,07
Павлодарская	0,13	0,22	0,07

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Северо-Казахстанская	0,10	0,14	0,07
Южно-Казахстанская	0,15	0,34	0,11
Мангистауская	0,10	0,13	0,07

Средние значения мощности дозы гамма-излучения за 2 квартал 2006 г. по областям находятся в пределах 0,10...0,16 мкЗв/ч. В среднем радиационный гамма-фон составил 0,13 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах [7].

4. Плотность радиоактивных выпадений за 2 квартал 2006 г.

Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы за 2 квартал 2006 г. осуществлялся в 14 областях Казахстана на метеорологических станциях путем отбора проб воздуха горизонтальными планшетами. На всех станциях проводился пятисуточный отбор проб. Эффективность отбора проб планшетом составляет 0,7. Суммарная бетта-активность определялась на установках малого фона ПСО-2-4. Результаты лабораторных анализов приведены в табл. 4.1.

Среднесуточная плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан колебалась в пределах 0,8...1,4 Бк/м². Средняя величина плотности выпадений за 2 квартал 2006 г. составила 1,1 Бк/м².

Таблица 4.1

Плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан за 2 квартал 2006 г., Бк/м²

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений									среднее	
	месяц										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Акмолинская											
Астана				1,1	1,1	1,2					1,1
Атбасар						1,2					1,2
Боровое				1,1	1,1	1,0					1,1
Кокшетау				1,2	1,2	0,8					1,1
Степногорск				1,3	1,2	1,2					1,2
По области											1,1

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений										
	месяц									среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Актюбинская											
Актобе				1,0	1,1	1,1					1,1
Караул-Кельды				1,2	1,1	1,0					1,1
Шалкар				1,0	1,0	1,0					1,0
По области											1,1
Алматинская											
Алматы				1,4	1,3	1,2					1,3
Жаркент				1,0	1,1	1,2					1,1
Лепсинск				1,4	1,3	1,1					1,3
Нарынкол				1,2	1,1	1,1					1,1
Талды-Корган				1,3	1,2	1,1					1,2
По области											1,2
Атырауская											
Атырау				1,0	1,0	0,9					1,0
Восточно-Казахстанская											
Аягуз				1,0	1,1	1,1					1,1
Баршатас				1,3	1,2	1,2					1,2
Бахты				1,1	1,1	0,9					1,0
Зайсан				1,3	1,2	1,2					1,2
Кокпекты				1,2	1,2	1,2					1,2
Семипалатинск				1,0	1,0	1,0					1,0
Усть-Каменогорск				1,3	1,3	1,1					1,2
По области											1,1
Жамбылская											
Тараз				1,2	1,2	1,3					1,2
Толеби				1,2	1,1	1,1					1,1
Чиганак				1,3	1,2	1,1					1,2
По области											1,2
Кызылординская											
Кызылорда				1,1	1,1	1,1					1,1
Аральск				1,1	1,1	0,9					1,0
По области											1,1
Карагандинская											
Балхаш				1,2	1,2	1,1					1,2
Жезказган				1,1	1,2	1,3					1,2
Караганда				1,2	1,2	1,0					1,1
По области											1,2
Костанайская											
Костанай				1,1	1,3	1,0					1,1
Мангистауская											
Актау				1,3	1,2	1,1					1,2

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений										
	месяц									среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Форт Шевченко				1,0	1,1	1,3					1,1
По области											1,2
	Павлодарская										
Иртышск				1,0	1,1	1,0					1,0
Павлодар				1,1	1,1	1,0					1,1
Экибастуз				1,1	1,1	1,0					1,1
По области											1,1
	Северо-Казахстанская										
Петропавловск				1,2	1,2	1,3					1,2
	Южно-Казахстанская										
Шымкент				1,2	1,2	1,0					1,1
Туркестан				1,0	1,1	1,0					1,0
По области											1,1
	Западно-Казахстанская										
Тайпак				1,0	1,1	1,0					1,0
Уральск				1,2	1,1	1,3					1,2
По области											1,1

5. Химический состав атмосферных осадков за 2 квартал 2006 г.

Данные мониторинга химического состава атмосферных осадков приведены за 2 квартал 2006 г., по метеостанциям РГП «Казгидромет» (табл.5.1).

Наблюдения за химическим составом атмосферных осадков заключались в отборе проб дождевой воды на 41-х метеостанциях (МС).

По программе Всемирной метеорологической организации в пробах осадках определялись: анионы - сульфаты, хлориды, нитраты; катионы - аммоний, натрий, калий, кальций, магний; микроэлементы - свинец, медь, кадмий, мышьяк, кислотность и удельная электропроводность.

Все определяемые примеси в осадках не превышают предельно допустимые концентрации (ПДК), из тяжелых металлов превышение ПДК выявлено по кадмию в Атырауской области на МС Атырау 4,79 мг/л, (3,0 ПДК).

Анионы

Наибольшее содержание сульфатов (190,66 мг/л) и хлоридов наблюдалось (132,41 мг/л) на МС Пешной (Атырауская область). На остальных метеостанциях содержание сульфатов находилось в пределах 0,95...125,99 мг/л, хлоридов - в пределах 1,40...58,17 мг/л.

Таблица 5.1

Химический состав атмосферных осадков (по данным наблюдений за 2 квартал 2006 г.)

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм ³	pH	Концентрация ионов, мг/дм ³										Концентрация микро-элементов, мкг/дм ³				Электропроводность, мкСм/см ³
				Анионы				Катионы						Pb ²⁺	Cu ²⁺	As ³⁺	Cd ²⁺	
				SO ₄ ²⁻	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH ₄	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺						
Акмолинская область																		
Астана	109,6	74,42	5,90	21,65	9,01	2,52	20,64	1,30	4,53	1,81	5,25	7,66	5,22	29,86	0,78	2,63	138	
Боровое	174,7	8,30	5,43	1,94	1,86	0,76	1,30	0,64	0,45	0,16	0,22	0,97	0,49	9,21	0,33	0,19	17	
Щучинск	153,8	54,07	6,00	7,80	4,58	0,40	24,21	2,66	5,05	4,22	1,02	4,12	2,22	12,11	0,34	0,34	84	
Актюбинская область																		
Актобе	81,4	50,22	6,547	11,29	5,91	0,83	19,01	0,76	3,86	1,22	2,65	4,68	3,55	19,59	0,08	1,10	86	
Аяккум	21,6	210,00	6,75	67,33	20,49	4,70	51,55	1,13	17,04	10,40	8,72	28,59	0,00	24,60	2,85	1,30	385	
Мугоджарская	61,1	100,91	6,09	32,94	16,62	2,43	17,32	2,39	8,05	3,49	5,78	11,87	4,51	13,32	0,00	0,57	201	
Новороссийск	64,7	75,37	6,61	18,76	8,07	2,42	26,22	1,52	5,39	3,04	4,32	5,61	4,80	17,10	0,20	0,34	135	
Шалкар	53,3	96,29	6,64	39,97	18,85	2,11	12,99	1,77	6,23	0,27	5,93	8,15	2,23	5,71	0,05	0,15	165	
Алматинская область																		
Алматы	286,0	17,47	5,52	4,25	2,27	1,48	4,51	0,79	0,82	0,62	0,66	2,05	4,67	20,18	0,38	0,70	32	
Аул-4	30,5	129,55	6,78	29,79	16,92	2,10	39,15	1,83	13,06	7,55	4,47	14,65	7,36	21,34	0,04	0,38	231	
Есик	254,5	8,88	5,72	1,95	1,95	0,89	1,54	0,49	0,61	0,19	0,41	0,82	3,09	19,43	0,00	0,47	17	
Капчагай	103,0	14,86	6,52	2,31	2,09	0,84	5,92	0,24	0,60	0,31	0,75	1,79	4,90	15,44	0,05	0,33	24	
Мынжилки	473,3	8,04	5,85	0,95	1,40	1,02	2,32	0,68	0,47	0,16	0,26	0,80	1,15	8,60	0,00	0,11	15	
Текели	236,8	44,36	6,61	12,25	4,30	1,90	13,63	0,12	1,98	1,13	3,61	5,42	5,03	9,17	0,00	0,47	77	
Атырауская область																		
Атырау	45,2	265,90	6,95	71,27	45,17	3,23	65,30	2,70	24,41	7,45	12,31	34,03	2,30	26,28	0,38	4,79	500	
Пешной	32,1	608,21	7,18	190,66	132,41	1,95	104,88	1,08	55,49	19,76	32,13	69,81	2,14	25,38	0,12	0,84	1194	

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм ³	pH	Концентрация ионов, мг/дм ³									Концентрация микро-элементов, мкг/дм ³				Электропроводность, мкСм/см ³
				Анионы				Катионы					Pb ²⁺	Cu ²⁺	As ³⁺	Cd ²⁺	
				SO ₄ ²⁻	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH ₄	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺					
Восточно-Казахстанская область																	
Больше-нарымское	89,8	12,01	5,44	3,73	1,87	1,34	1,53	0,63	0,53	0,19	0,29	1,89	0,45	16,81	0,33	0,17	24
Лениногорск	183,9	49,59	6,573	12,86	6,27	1,50	15,45	0,35	2,84	1,22	3,59	5,48	4,39	13,51	0,16	0,57	90
Семипалатинск	57,2	55,14	6,24	9,98	5,68	1,08	23,98	0,31	0,99	0,64	4,51	7,96	2,7	22,4	0,6	0,1	96
Усть-Каменогорск	99,1	61,23	6,24	17,11	6,59	2,51	18,60	1,42	3,89	1,64	4,80	4,65	5,5	22,3	0,2	0,5	126
Жамбылская область																	
Бурно-Октябрьское	54,7	75,95	6,6	13,56	7,12	3,07	31,16	0,47	5,53	1,73	4,79	8,49	3,2	23,1	1,9	1,1	125
Жамбыл	62,8	30,62	6,28	8,64	3,85	0,80	8,62	1,62	1,18	0,77	1,23	3,90	1,8	14,8	0,1	0,1	58
Толеби	60,9	43,38	6,53	11,81	4,49	2,00	13,10	0,89	2,82	1,18	3,62	3,46	2,4	2,5	0,2	1,1	80
Западно-Казахстанская область																	
Аксай	80,6	86,20	6,61	19,05	8,75	2,17	33,62	0,87	7,95	2,07	5,95	5,76	3,3	21,7	0,0	1,6	157
Каменка	90,2	71,05	6,85	16,15	4,90	1,84	31,10	2,69	3,39	1,88	3,93	5,15	2,7	9,5	0,7	0,8	117
Уральск	78,2	63,38	6,64	20,17	7,09	0,78	18,48	0,83	3,60	1,14	4,29	6,98	8,1	4,7	0,0	0,8	116
Карагандинская область																	
Балхаш	34,6	99,75	6,17	47,18	16,20	1,29	11,07	0,57	9,08	3,14	4,64	6,55	4,8	13,3	8,1	1,0	153
Жезказган	57,3	18,82	6,03	4,91	3,53	1,31	3,75	0,55	1,18	0,29	0,67	2,61	8,3	11,0	1,3	1,4	35
Караганда	113,5	22,63	6,01	6,50	4,29	1,91	3,02	0,99	2,00	0,98	1,23	1,71	3,7	7,5	0,1	0,3	46
Караг. СХОЗ	92,6	94,20	6,69	20,03	7,37	3,24	40,80	0,45	3,41	2,23	10,10	6,58	1,9	2,6	0,0	0,3	160
Кызылординская область																	
Аральское море	12,6	209,78	6,71	78,41	25,33	1,91	38,25	0,53	16,09	9,78	11,56	27,89	0,0	22,6	1,5	1,6	395

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм ³	pH	Концентрация ионов, мг/дм ³										Концентрация микро-элементов, мкг/дм ³				Электропроводность, мкСм/см ³
				Анионы				Катионы						Pb ²⁺	Cu ²⁺	As ³⁺	Cd ²⁺	
				SO ₄ ²⁻	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH ₄	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺						
Жусалы	15,0	472,14	6,10	125,99	76,45	3,45	98,35	4,81	51,52	6,11	8,11	97,31	3,2	31,4	0,0	0,7	875	
Костанайская область																		
Костанай	99,7	68,93	6,39	17,03	11,22	1,47	21,04	2,64	3,35	1,32	3,79	7,04	1,8	25,1	0,0	1,2	128	
Мангистауская область																		
Актау	25,0	112,16	6,36	19,23	12,02	2,81	46,93	1,08	6,72	1,72	7,13	14,48	1,96	19,55	1,3	0,64	194	
Форт-Шевченко	21,9	295,15	6,95	49,67	58,17	1,25	98,46	0,17	47,48	3,00	8,95	28,00	2,07	18,02	0,0	0,69	513	
Павлодарская область																		
Иртышск	165,4	9,11	5,71	3,32	1,28	0,53	1,06	0,20	0,74	0,61	0,14	1,21	4,0	8,2	0,1	0,1	17	
Павлодар	67,8	61,05	6,19	18,38	7,70	1,11	16,09	1,80	5,49	0,92	3,69	5,84	5,0	19,9	0,2	0,8	115	
Экибастуз	76,6	70,38	6,50	26,22	8,05	1,96	14,46	1,15	5,41	1,87	6,96	4,28	4,8	18,6	0,7	0,8	136	
Северо-Казахстанская область																		
Петропавловск	122,2	22,98	6,22	6,54	4,26	1,18	4,59	1,49	1,68	1,07	0,84	1,32	8,4	14,4	0,2	0,32	44	
Южно-Казахстанская область																		
Казыгурт	76,8	58,67	6,00	11,15	6,40	0,35	22,86	0,97	6,64	2,81	2,17	5,29	6,5	27,6	0,1	0,7	100	
Шымкент	100,6	41,67	6,29	5,24	3,27	1,98	21,65	1,40	0,98	0,52	3,28	3,32	2,2	16,2	2,2	0,2	65	

Наибольшие выпадения нитратов и гидрокарбонатов наблюдались на метеостанциях Аяккум (Актюбинская область) и Джусалы (Кызылординская область), где концентрации нитратов составили 4,70 мг/л и 3,45 мг/л, соответственно, гидрокарбонатов – 104,88 мг/л Пешной (Атырауская область) и 98,46 мг/л Форт-Шевченко (Мангистауская область) соответственно. На остальных метеостанциях содержание нитратов находилось в пределах 0,35...3,24 мг/л, гидрокарбонатов - в пределах 1,30...98,35 мг/л.

Катионы

Наибольшие концентрации аммония наблюдались на метеостанциях Джусалы (Кызылординская область) – 4,81 мг/л и Атырау (Атырауская область) - 2,70 мг/л. На остальных метеостанциях содержание аммония находилось в пределах 0,12...2,69 мг/л.

Наибольшие концентрации натрия наблюдались на метеостанции Пешной (55,49 мг/л), максимальные концентрации калия в атмосферных осадках на территории Казахстана зафиксированы на метеостанции Пешной (Атырауская область) - 19,76 мг/л. На метеостанции Джусалы (Кызылординская область) выявлены максимальные концентрации кальция – 97,31 мг/л.

На остальных метеостанциях содержание натрия составило 0,45...51,52 мг/л, калия 0,16...10,40 мг/л, кальция - 0,80...69,81 мг/л.

Максимальные концентрации магния зафиксированы на метеостанциях Пешной – 32,13 мг/л и Аральское море (Кызылординская область) – 11,56 мг/л. На остальных метеостанциях содержание магния находилось в пределах 0,14...10,10 мг/л.

Сумма ионов

За 2 квартал 2006 г. суммы ионов в атмосферных осадках на территории оставались в пределах нормы. Максимальные значения суммы ионов в атмосферных осадках на метеостанции Пешной составило 608,21 мг/л.

Тяжелые металлы

Наибольшие концентрации свинца наблюдались на метеостанциях: Петропавловск (Северо-Казахстанская область) – 8,4 мкг/л, Жезказган (Карагандинская область) – 8,3 мкг/л, Уральск (Западно-Казахстанская область) – 8,1 мкг/л, Аул-4 (Алматинская область) – 7,36 мкг/л.

Наибольшее содержание меди отмечено на метеостанциях: Джусалы (Кызылординская область) – 31,4 мкг/л, Астана (Акмолинская область) - 29,86

мкг/л, Казыгурт (Южно-Казахстанская область) -27,6 мкг/л, Атырау – 26,28 мкг/л, Костанай (Костанайская область)-25,1 мкг/л, Бурно-Октябрьское (Жамбылская область) – 23,1 мкг/л.

Высокие наибольшие концентрации мышьяка наблюдались на МС Балхаш (Карагандинская область) – 8,1 мкг/л, Аяккум (Актюбинская область) - 2,85 мкг/л, и Шымкент (Южно-Казахстанская область) – 2,2 мкг/л.

Наибольшие концентрации кадмия наблюдались на метеостанции Атырау (Атырауская область)- 4,79 мкг/л, МС Астана- 2,63 мкг/л, и МС Аксай (Западно-Казахстанская область) -1,6 мкг/л, Аральское море -1,6 мкг/л, МС Жезказган (Карагандинская область) – 1,4 мкг/л.

Удельная электропроводность

Удельная электропроводимость снежного покрова на территории РК колеблется от 15 до 1194 мкСим/см. Максимальные значения электропроводимости наблюдались на МС Пешной (Атырауская область) – 1194 мкСим/см.

Среднемесячные величины *pH* осадков на территории Казахстана стабильны. Диапазон изменения величины *pH* составил от 5,43 (МС Боровое Акмолинской области) до 7,183 (МС Пешной).

В осадках преобладали сульфаты 27 %, гидрокарбонаты 26 %, хлориды 15 %, ионы кальция 12 % и ионы натрия до 9 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.6.695-98. РК 3.02.036.99. Гигиенические нормативы. Предельно - допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. – С. 2-69.
2. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. – С. 70-201.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. М.: 1991. С.383-425.
4. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Роскомрыболовство, 1993 г.
5. РК 3.01.067.97. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96. Госкомсанэпиднадзор России. М.: 1996. – 111 с.

**К ЮБИЛЕЮ УЧЕНОГО-ГИДРОЛОГА
МИНГАША ХАРИСОВИЧА САРСЕНБАЕВА**



24 января 2007 г. исполняется 60 лет Мингашу Харисовичу Сарсенбаеву - известному ученому, педагогу, одному из организаторов высшего образования в Республике Казахстан по географическим специальностям.

После окончания в 1970 г. географического факультета Казахского Государственного университета им. С.М. Кирова по специальности «Гидрология суши» он активно приступил к экспедиционным работам на орошаемых землях Южного Прибалхашья. Те годы отличались бурным развитием гидромелиорации на всей территории бывшего СССР. В этой сфере были задействованы все научные, проектные и строительные организации водохозяйственного профиля с привлечением лучших научных и исследовательских кадров страны. Богатый опыт воднобалансовых исследований М.Х. Сарсенбаев получил в ведущих научных учреждениях республики и страны: Институте гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, Институте водного хозяйства Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, Государственном гидрологическом институте (ГГИ), где он плодотворно сотрудничал с такими учеными, как академик АН КазССР Ахмедсафин У.М., доктор

географических наук Соседов И.С, доктор технических наук Харченко С.И и многими другими.

Большое внимание М.Х. Сарсенбаевым уделялось развитию экологически чистых технологий. Совместно со старшим научным сотрудником И.И. Ивкиным и старшим преподавателем В.В. Беляниной им в течение ряда лет проводились исследования и внедрение в сельскохозяйственное производство экологически чистых нетрадиционных актауских агроруд, гипсов и ойкарагайских гумусовых углей. В результате повышения урожайности был достигнут миллионный экономический эффект.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований были использованы производственными организациями, многие из них были опубликованы в печати в виде научных статей и монографий. Успешная защита кандидатской и докторской диссертаций является убедительным подтверждением значимости результатов исследовательской работы Мингаша Харисовича Сарсенбаева.

Успеху педагогической работы М.Х. Сарсенбаева способствовали солидный научный опыт, приобретенный в научно-исследовательских учреждениях, творческие контакты с выдающимися учеными. Поступив в аспирантуру кафедры гидрологии суши КазГУ в 1976 г., он последовательно прошел все этапы педагогической работы и заслуженно получил звание профессора.

В университете Мингаш Харисович показал себя хорошим организатором учебного процесса. Будучи в течение ряда лет деканом географического факультета, он был членом Президиума УМО Вузов СССР по географическим и гидрометеорологическим специальностям, что позволило осуществить ряд организационных преобразований на факультете: открыто казахское отделение, введены в учебный процесс новые специальности, открыта кафедра «Геоэкологии и мониторинга природной среды» и другие мероприятия. В результате набор студентов на географический факультет увеличился более чем в 2 раза, повысилось качество обучения, укрепилась материальная база учебного процесса.

В настоящее время М.Х. Сарсенбаев проводит большую работу в деле подготовки кадров самой высокой квалификации, возглавляя Диссертационный совет ОД.14.А.О137 по защите докторских диссертаций по двум специальностям: 25.00.24. - «Экономическая, социальная и политическая география» и 25.00.36 - «Геоэкология».

М.Х. Сарсенбаевым опубликовано около 100 научных и учебно-методических работ. Он руководит научной работой аспирантов, молодых преподавателей, консультирует специалистов проектных институтов и водохозяйственных подразделений по широкому кругу вопросов мелиоративной гидрологии. Имея обширные знания и большой опыт, профессор М.Х. Сарсенбаев щедро делится ими со студентами и специалистами и устремлен к новым достижениям в науке и педагогике.

Желаем Мингашу Харисовичу крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности.

*Коллектив РГП «Казгидромет»,
Коллектив РГП «КазНИИЭК»,
ученики профессора и редколлегия журнала*