

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Кудеков Т.К., канд. геол.-мин. наук (председатель); Медеу А.Р., доктор геогр. наук (зам. председателя); Ахмеджанов Т.К., доктор техн. наук; Ахметов А.С., доктор техн. наук; Бейсенова А. С., чл.-корр. НАН РК, доктор геогр. наук; Бишимбаев В.К., доктор техн. наук; Госсен Э.Ф., академик НАН РК, доктор с.-х. наук; Искаков Н.А., доктор экон. наук; Чередниченко В.С., доктор геогр. наук; Чигаркин А. В., доктор геогр. наук.

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Бурлибаев М.Ж., канд. геогр. наук (председатель); Семенов О.Е., канд. физ.-мат. наук (зам. председателя); Ивкина Н.И., канд. геогр. наук (ответственный секретарь); Бельгибаев М.Е., доктор геогр. наук; Степанов Б. С., доктор геогр. наук; Акбасова А.Д., доктор техн. наук; Турсунов А.А., доктор техн. наук; Достай Ж.Д., доктор геогр. наук; Амиргалиев Н.А., доктор геогр. наук; Уманец В.Н., доктор техн. наук; Подольный О.В., доктор геол.-мин. наук; Садыков Д.Ш., доктор геол.-мин. наук; Муртазин Е.Ж., канд. геол.-мин. наук; Галаева О.С., компьютерная сборка.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 3 (34)

© Журнал издается с 1995 года.
Регистрационное свидетельство № 1538
Министерства печати РК.
Подписной индекс 75855.

| | |
|-----------------|---|
| Адрес редакции: | 480072, Алматы, пр. Сейфуллина, д. 597, к. 512 |
| Телефон: | 54-22-63 |
| E-mail: | general@kniimosk.almaty.kz |

Подписано в печать
Формат бумаги 70 × 100/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ
Цена договорная.

Типография КазгосИНТИ.
480096, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

| | |
|--|-----|
| У.М. Султангазин, А.Х. Ахмеджанов К вопросу атмосферной коррекции космических изображений. | 7 |
| А.В. Чередниченко Карты грозовой активности на территории алматинской области с выделением аномальных зон. | 17 |
| О.С. Галаева, М.Т. Ибрагимов, О.Е. Семенов, Т.В. Худякова, А.П. Шапов Метод количественного прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша диоксидом серы и пылью. | 29 |
| О.С. Галаева, А.П. Шапов Роль метеорологических параметров в загрязнении атмосферы города выбросами Балхашского горнометаллургического комбината. | 47 |
| Т.В. Дедова, О.Е. Семенов, Н.Б. Тусеева, Т.В. Худякова О масштабах сильных пыльных бурь в апреле 2003 года на западе Казахстана по снимкам с искусственных спутников Земли серии NOAA. | 59 |
| М.Т. Нарбаев, Ж.К. Касымбеков Определение сезонной составляющей полезной емкости водохранилища многолетнего регулирования комплексного назначения. | 68 |
| К.Г. Макаревич Баланс и кинематика массы ледников Тянь-Шаня на примере ледника Туюксу. | 74 |
| Е.Н. Вилесов, В.И. Морозова Дегляциация и изменение ледникового стока в бассейне р. Усек в Джунгарском Алатау. | 89 |
| И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева Антропогенная нарушенность речного стока в бассейновых природно-хозяйственных системах Казахстана. | 96 |
| Марс Т. Нарбаев, Марат Т. Нарбаев, Ж.К. Касымбеков, Т.И. Нарбаев Определение природоохранного расхода малых рек Шу–Талас–Ассинского водохозяйственного района. | 103 |
| Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова Разработка и реализация современной стратегии защиты от селей – актуальная проблема обеспечения устойчивого развития Казахстана. | 112 |

| | |
|--|-----|
| П.А. Плеханов | |
| Закономерности чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Казахстане | 120 |
| В.П. Крюкова | |
| О выполнении обязательств Республики Казахстан по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой. | 134 |
| Л.К. Махмудова, К.А. Степанов | |
| Оценка современного экологического состояния р. Нуры. | 142 |
| Е.Т. Жанбуршин | |
| Проблемы загрязнения поверхностных и подземных вод Мангистауской области в результате деятельности нефтяной промышленности. | 146 |
| К.Ш. Фаизов, Л.К. Ахметова, А.С. Топалова | |
| Оценка влияния нефтехимического загрязнения на почвенный покров Прикаспия. | 151 |
| Р.Х. Тургумбаева, С.С. Омаров | |
| Изучение загрязнения окружающей среды промышленным предприятием методом математического моделирования. | 162 |
| Л.К. Ахметова | |
| О реабилитации нефтезагрязненных почв с использованием бурых углей. | 168 |
| Б.Н. Насиев | |
| Повышение качественных показателей почвы и растительной продукции путем применения экологически безопасных технологий. | 176 |
| М.А. Алькеев | |
| Гидроминеральные рекреационные ресурсы Павлодарской области. | 186 |
| З.Д. Саттыбаева | |
| Изменение плодородия почв при сельскохозяйственном использовании. | 198 |
| Ê.Ò. Ĭıáàòàëëää | |
| Арал теңізі маңындағы экологиялық қолайсыз жағдайлардың топонимдердегі көрінісі. | 203 |
| ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ | |
| М.Ж. Бурлибаев, Е.Ж. Муртазин, Р.У. Бултеков | |
| О состоянии загрязнения окружающей среды Республики Казахстан во 2-ом квартале 2004 года. | 211 |
| ХРОНИКА | |
| К 50-летию Т.К. Кудекова | 235 |
| К 70-летию Р.И. Гальперина | 237 |

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

| | |
|---|-----|
| U.M. Sultangazin, A.KH. Akhmedzhanov To a question of an atmospheric correction of the space images. | 7 |
| A.V. Cherednichenko The isoceraunic maps with marking of the abnormal zones at the Almaty oblast. | 17 |
| O.S. Galayeva, M.T. Ibragimov, O.E. Semenov, T.V. Khudyakova, A.P. Shapov Quantitative forecast method of the Balkhash city atmospheric pollution by the dioxide sulfur and dust. | 29 |
| O.S. Galayeva, A.P. Shapov Role of the meteorological parameters in the Balkhash city atmospheric pollution by the emissions of mining industrial complex. | 47 |
| T.V. Dedova, O.E. Semenov, N.B. Tuseyeva, T.V. Khudyakova About scales of the strong dusty storms in 2003, April in the West Ka- zakhstan's area by images from the NOAA space satellites. | 59 |
| M.T. Narbayev, ZH.K. Kasiymbekov Determination of seasonal component of operating storage of a multi- purpose long-term reservoir. | 68 |
| K.G. Makarevich Balance and mass kinematics of the Tyan'-Shan' glaciers by the Tuyuk- su glacier example. | 74 |
| E.N. Vilesov, V.I. Morozova Deglaciation and glacial flow change in the Usek river basin in the Dzungarian Ala -Tau. | 89 |
| I.M. Mal'kovsky, L.S. Toleubayeva Runoff anthropogenic disturbance of the Kazakhstan's basins natural- economic systems. | 96 |
| Mars T. Narbayev, Marat T. Narbayev, Zh.K. Kasiymbekov, T.I. Narbayev Determination of the environmental discharge of the small rivers of the Shu-Talas-Assinsky water-economic region. | 103 |
| B.S. Stepanov, R.K. Yafyazova Development and realization of modern protection strategy from mudflow - an actual problem of securing of the Kazakhstan's sustainable development. | 112 |

| | |
|---|-----|
| P.A. Plekhanov | |
| Conformities of Natural and Man-Made Disasters in Kazakhstan. | 120 |
| V.P. Kryukova | |
| About performance of the Kazakhstan's liability under the Montreal Protocol about substances destroying an ozone layer. | 134 |
| L.K. Makhmudova, K.A. Stepanov | |
| Estimation of the Hura river modern ecological condition. | 142 |
| E.T. Zhanburshin | |
| Problems of surface and underground waters' pollution of the Mangistau region as a result of a petroleum industry activity. | 146 |
| K.SH. Faizov, L.K. Akhmetova, A.S. Topalova | |
| Estimation of the petrochemical pollution influence to the Caspian region top-soil. | 151 |
| R.KH. Turgumbayeva, S.S. Omarov | |
| Environmental pollution by the industrial enterprise analysis by the mathematical modeling method. | 162 |
| L.K. Akhmetova | |
| About rehabilitation of the oily soils with brown coal usage. | 168 |
| B.N. Nasiyev | |
| Increase of the soil quality indicators and vegetative production by application of the ecologically safe technologies. | 176 |
| M.A. Al'keyev | |
| Hydromineral recreational resources of the Pavlodar region. | 186 |
| Z.D. Sattiybayeva | |
| Soil fertility change during agricultural using. | 198 |
| K.T. Mambetaliyev | |
| Aral Region ecologically adverse situations' influence on toponimy. . . | 203 |
| REVIEWS AND CONSULTATIONS | |
| M.ZH. Burlibayev, E.ZH. Murtazin, N.U. Bultekov | |
| About septic condition of the Republic of Kazakhstan environment pollution in the second quarter 2004. | 211 |
| CHRONICLE | |
| To T.K. Kudekov's 50-anniversary | 235 |
| To R.I. Gal'perin's 70-anniversary | 237 |

УДК 528.825:551.521

**К ВОПРОСУ АТМОСФЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ КОСМИЧЕСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Академик НАН РК У.М. Султангазин
Канд. геогр. наук А.Х. Ахмеджанов

Представлен метод атмосферной коррекции спутниковых изображений земной поверхности, основанный на использовании контрольных участков космоснимка для определения оптических параметров атмосферы и геометрических условий сканирования. Эффективность работы метода продемонстрирована на примере обработки данных многозонального сканера "Modis", установленного на платформе американского спутника "Терра". Отмечено увеличение контрастности на построенных изображениях по сравнению с самими космическими снимками, что подтверждается на графиках распределений спектральной яркости и изменение гистограмм яркости изображений.

Для восстановления различных характеристик зондируемой земной поверхности на основе спутниковых наблюдений видимого диапазона спектра требуется проведение атмосферной коррекции космических изображений с целью исключения искажений, вносимых атмосферой. Для решения этих задач необходимо определить значения параметров, обуславливающих изучаемый процесс. Для этого могут быть использованы данные спутниковой информации, прием которых осуществляется в Институте космических исследований. Для решения этих задач необходимо определить значения параметров, обуславливающих изучаемый процесс.

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 каждые 2 дня в **36 спектральных зонах** (в диапазоне 0,405...14,385 мкм) с разрешением 250...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 ска-

нирующих 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.

При прохождении через земную атмосферу сигнал, фиксируемый на спутнике, претерпевает изменения из-за поглощения и рассеяния электромагнитного излучения атмосферными газами и аэрозольными частицами. На сканер спутника попадает также и собственное рассеянное излучение атмосферы. Вследствие этого происходит изменение спектральной, угловой и пространственной структуры отраженного излучения от изучаемого объекта, в результате чего ослабляется отраженное излучение объектов земной поверхности.

При математическом решении указанной проблемы были получены значительные теоретические результаты [1, 2]. Разные подходы отличаются разной степенью упрощения состава и строения атмосферы [4...7]. В настоящее время разрабатываются различные подходы и методы атмосферной коррекции космических изображений с учетом высокой изменчивости параметров атмосферы и многообразия подстилающей поверхности [8...15].

Измеряемая на спутнике интенсивность солнечной радиации J_{λ}^{\uparrow} и коэффициент яркости R_{λ} земной поверхности, соответствующие длине волны λ , связаны следующим соотношением:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(\tau, \mu, \varphi) = R_{\lambda}(E_{\lambda} \exp\left(\frac{-\tau_{\lambda}}{\mu_0}\right) + F_{\lambda}^{\downarrow}(\tau, \mu, \varphi)) \exp\left(\frac{-\tau_{\lambda}}{\mu}\right) + I_{\lambda}^{(0)}(\tau, \mu, \varphi), \quad (1)$$

где $R_{\lambda} = \frac{q}{\pi}$, q – альбеда земной поверхности, E_{λ} – солнечная постоянная, $\mu_0 = \cos \zeta_0$, ζ_0 – зенитное расстояние Солнца, ζ – угол визирования, φ – азимут, τ_{λ} – оптическая толщина атмосферы, $F_{\lambda}^{\downarrow}(\tau, \mu, \varphi)$ – падающий на земную поверхность поток солнечной радиации, рассеянный атмосферой в нижнюю полусферу, $I_{\lambda}^{(0)}(\tau, \mu, \varphi)$ – интенсивность рассеянной радиации в атмосфере.

Задача атмосферной коррекции заключается в восстановлении функции $P(\tau, \mu, \varphi)$, коэффициента яркости R_{λ} и значения альбеда для каждого пикселя. По распределению этих параметров можно судить о со-

стоянии объектов земной поверхности. В соотношении (1) значения величины $J_{\lambda}^{\uparrow}(\tau, \mu, \varphi)$, углов визирования, зенитного угла и азимута можно определить по данным станции приема спутниковой информации.

Неизвестными величинами являются оптическая толщина атмосферы τ_{λ} , рассеянное собственное излучение атмосферы $I_{\lambda}^{(0)}(\tau, \mu, \varphi)$, падающий на земную поверхность поток рассеянной солнечной радиации $F_{\lambda}^{\downarrow}(\tau, \mu, \varphi)$ и альbedo земной поверхности q . Эти величины определены в результате решения задачи переноса излучения в атмосфере, как это было показано в работе [3], в которой были использованы средние значения оптических параметров атмосферы. При распознавании космического изображения по конкретному космическому снимку требуются значения оптических параметров атмосферы в момент съемки. Получение таких данных практически невозможно. Поэтому в нашей работе предлагается максимально использовать спутниковую информацию, поступающую на приемную станцию. Космический снимок представляется в виде двух блоков численных матриц, соответствующих величине интенсивности фиксируемого излучения, называемой radians ($\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{мкм}^{-1} \text{ ср}^{-1}$), и безразмерному параметру (reflections), равному отношению уходящего излучения к поступающему излучению на верхнюю границу атмосферы. Угол визирования изменяется -55° до 55° от надира. Распределение зенитного угла по всему космическому снимку определяется по выдаваемым приемной станцией спутниковой информации значениям зенитных углов, соответствующих четырем углам космоснимка.

Оптическая толщина атмосферы, показывающая степень ослабления солнечной радиации при прохождении атмосферы, является одной из важных оптических характеристик. В практических расчетах ослабления потоков солнечной радиации, обусловленное поглощением и рассеянием, учитывают суммарно, путем введения общего коэффициента ослабления. Для определения этого коэффициента наиболее характерным является величина оптической толщины атмосферы при определенной длине волны. Этот параметр определяется следующим интегралом:

$$\tau_{\lambda}(z) = \int_0^z \rho \sigma dt, \quad (2)$$

где $\rho = \rho(z)$ – плотность атмосферы, σ – массовый коэффициент ослабления.

Для практического определения собственного излучения атмосферы $I_{\lambda}^{(0)}(\tau, \mu, \varphi)$ можно выбрать на космическом снимке (рис. 1) участок на наиболее глубоком месте акватории Каспийского моря (рис. 2), где не просматривается дно. Известно, что альbedo воды близко к нулю, а черный цвет на снимке может означать, что падающее излучение полностью поглощается. Поэтому можем предположить, что значение интенсивности фиксируемого излучения с этого участка равно значению собственного излучения атмосферы. Схема распределения угловых координат представлена на рис. 3. На рис. 4 показано распределение интенсивности излучения с этого выбранного участка вдоль горизонтали, проведенной через центр участка. Как видно на графике значение интенсивности излучения близко к нулю. На рис. 5 представлено распределение плотности значений интенсивности излучения по всему участку, где явно видно, что значения этой величины в основном близки к нулю.



Рис. 1. Космический снимок («Modis»).

Интенсивность нисходящего солнечного излучения $F_{\lambda}^{\downarrow}(\tau, \mu, \varphi)$ и альbedo q , характеризующим отражательную способность земной поверхности, были определены и в работе [3].

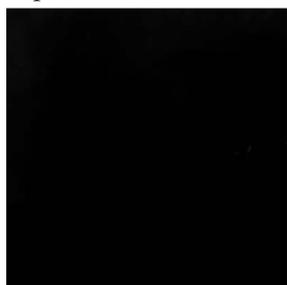


Рис. 2. Участок № 1, соответствующий наиболее глубокой части Каспийского моря

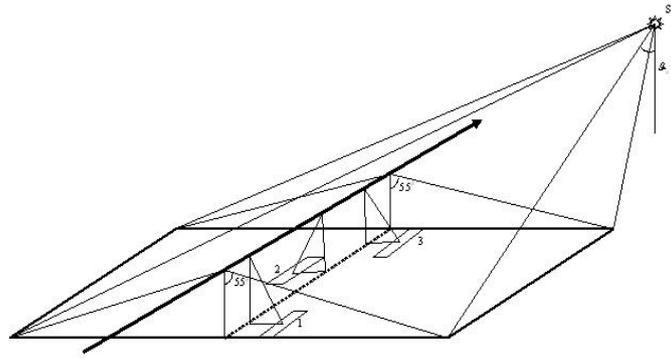


Рис. 3. Схема распределения угловых координат.

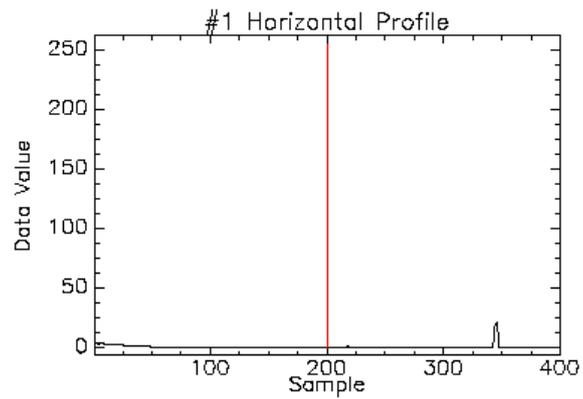


Рис. 4. Распределение спектральной яркости по горизонтали, проходящей через центр участка № 1.

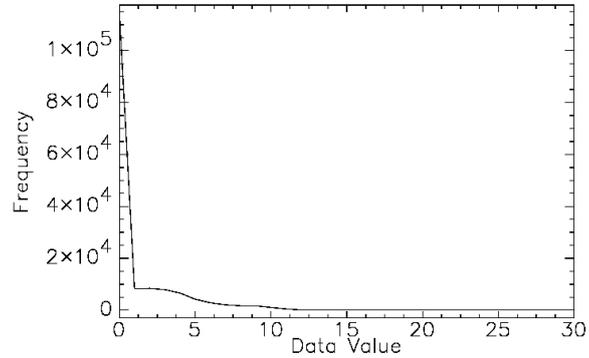


Рис. 5. Распределение плотности значений спектральной яркости по участку № 1.

Для восстановления поля распределения альбедо необходимо знание нисходящей солнечной радиации $F_{\lambda}^{\downarrow}(\tau)$ и оптической толщины ат-

мосферы τ_λ . Если известно значение оптической толщины атмосферы τ_λ , то для определения нисходящей солнечной радиации $F_\lambda^\downarrow(\tau, \xi)$ достаточно выбрать один участок с известным значением альбедо.

Для примера был выбран участок пустыни с альбедо q_{II} , значение которого было выбрано из справочников (в среднем $q_{II} = 0,3$). Этот участок на космическом снимке показан на рис. 6а и его изображение, построенное по рассчитанной матрице на рис. 6б. На последнем изображении стала отчетливо видна грядово-бугристая структура поверхности песков. На рис. 7а, 7б для двух этих изображений построены графики распределения спектральной яркости по горизонтали, проходящей через центр участка. График на рис. 7а близок к прямой линии, что действительно соответствует однородному изображению космоснимка этого участка. Значительное увеличение контрастности изображения отражено на рис. 7б, что значительно улучшает качество снимка по распознаванию объектов земной поверхности. Идентичность двух изображений подтверждает рис. 8, на котором представлены распределения плотности спектральной яркости.

В качестве второго участка была выбрана территория с зеленой растительностью рис. 9а, альбедо такой поверхности может соответствовать значению порядка 15...20%. На рис. 9б представлено изображение этого участка, построенное на основе пересчитанной матрицы. Второе изображение отличается от первого большей контрастностью. На рис. 10...11 представлены функции распределения спектральной яркости по горизонтали, проходящей через центр участка и распределение плотности спектральной яркости, соответствующие космическому снимку и изображению, построенному по числовой матрице значений интенсивности, отраженной от этого участка.

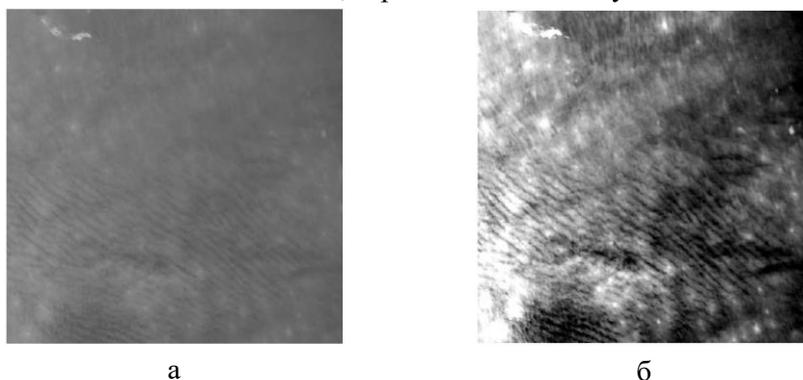
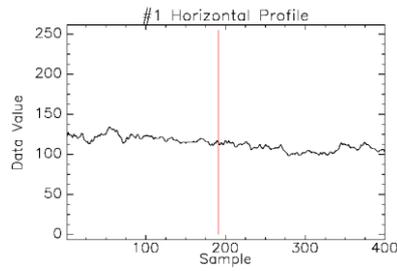
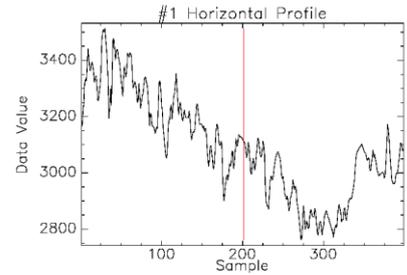


Рис. 6. Космический снимок участка пустыни с барханами (а) и изображение этого же участка по рассчитанной матрице (б).

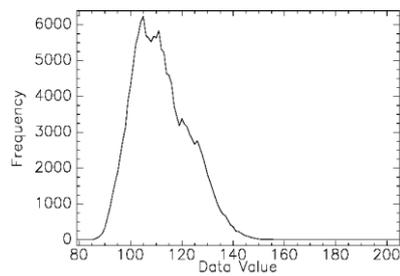


а

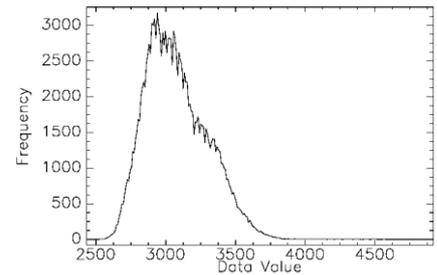


б

Рис. 7. Графики распределения спектральной яркости по горизонтали, проходящей через центр участка пустыни, соответствующие изображениям рис. ба и рис. бб.

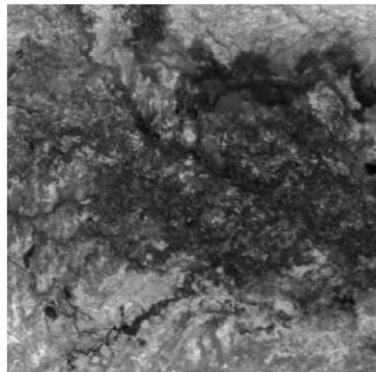


а

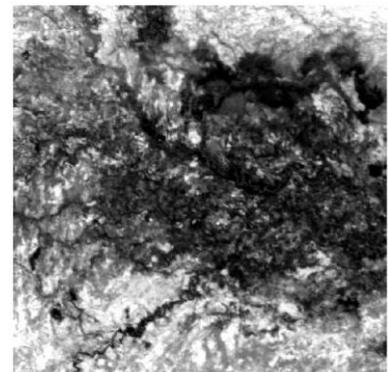


б

Рис. 8. Графики распределения плотности спектральной яркости участка пустыни, соответствующие изображениям рис. ба и рис. бб.

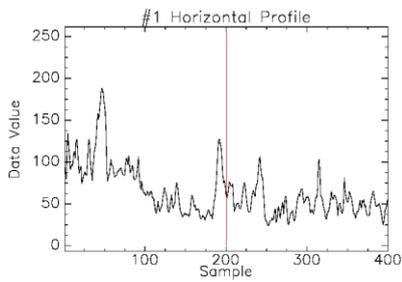


а

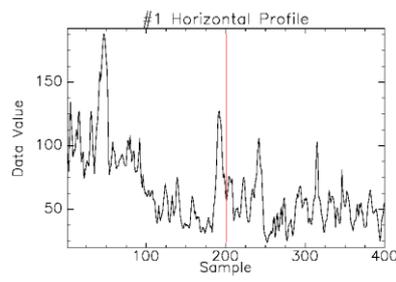


б

Рис. 9. Космический снимок участка с зеленой растительностью (а) и изображение этого же участка по рассчитанной матрице (б).

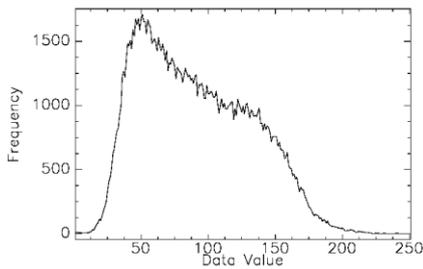


а

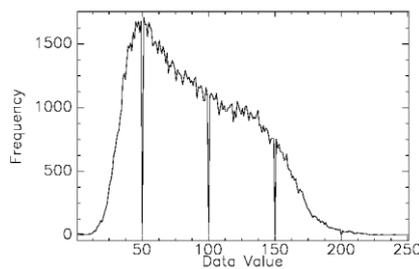


б

Рис. 10 Графики распределения спектральной яркости по горизонтали, проходящей через центр участка с зеленой растительностью, соответствующие изображениям рис. 9а и рис. 9б.



а



б

Рис. 11. Распределение спектральной плотности значений спектральной яркости участка пустыни с барханами, соответствующие изображениям рис. 9а и рис. 9б.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков Ю.А., Плахина И.Н., Репина И.А. Радиационные потоки у поверхности Земли по данным измерений и численного моделирования. // Метеорология и гидрология. – 1999. – №7. – С. 14-21.
2. Кондратьев К.Я. Лучистая энергия Солнца – Л.: Гидрометиздат, 1954. – 600 с.
3. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии. – М.: Мир. – 1988. – 343 с.
4. Султангазин У.М. Математические проблемы построения алгоритмов атмосферной коррекции в дистанционном зондировании // Вестник Кыр. Гос. ун-та, сер.3, 2001. – Вып.5. – С. 15-26.

5. Султангазин У.М., Ахмеджанов А.Х. Об одном методе восстановления альбедо земной поверхности по данным космического зондирования // Гидрометеорология и экология, 2003. – №3, С. 9-17.
6. Сушкевич Т.А. О теории оптического передаточного оператора системы: «атмосфера – земная поверхность», Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, РАН, препринт. – М.: 1999. – 20 с.
7. Шалина Е.В. Блок атмосферной коррекции спутниковых изображений в рамках ГИС // Исследования Земли из космоса. – 1995. – №4. – С. 59-65.
8. Dozier J., Frew J. Atmospheric corrections to satellite radiometric data over rugged terrain. *Remote Sens. Environ.*, 11, 1981. – P. 191-205
9. Fraser R.S., Ferrare R.A., Kaufman Y.J. and Mattoo S., Algorithm for atmospheric corrections of aircraft and satellite imagery. // *NASA Technical Memorandum 100751*, 1989. – 98 p.
10. Fraser R.S., Ferrare R.A., Kaufman Y.J. and Mattoo S., Algorithm for atmospheric corrections of aircraft and satellite imagery. *Int. J. Remote Sensing*, 13, 1992. – P. 541-557.
11. Kaufman Y.J., Sendra C., Algorithm for automatic atmospheric corrections to visible and near-IR satellite imagery. *Int. J. of Remote Sensing*, 9, 1988. – P. 1357-1381.
12. Putsay M. A simple atmospheric correction method for the short wave satellite image. // *Int. J. Remote Sensing* 1992. – 13(8), P. 1549-1558.
13. Roger J.C., Vermote Eric and Nazmi El Saleous "Atmospheric Correction of MAS data during SCAR-A experiment" // *Atmospheric Sensing and Modeling*, Rome, Italy, September 29-30, SPIE proceedings, Vol. 2311, 1994. – P. 83-89.
14. Sultangazin U.M. Mathematical problems connected with construction of algorithms for atmosphere correction in remote sensing. *Journal of Inverse and Ill-Posed Problems*. The Netherlands, Vol. 9. – № 6. – 2001. – P. 655-668.
15. Tanr D., Holben B.N. and Kaufman Y.J. Atmospheric Correction algorithm for NOAA-AVHRR Products: Theory and Application. // *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing* 30. – 1992. – P. 231-248.

Институт космических исследований

КОСМОСТЫҚ КЕСКІНДЕРДІ АТМОСФЕРАЛЫҚ ТҮЗЕТУ МӘСЕЛЕСІ

ҚР ҰҒА академигі У.М. Сұлтанғазин
Геогр. ғылымд. канд. А.Х. Ахмеджанов

Атмосфераның оптикалық параметрлері және сканерлеудің геометриялық жағдайын анықтау үшін космөкіністердің бақылау бөліктерін пайдалануға негізделген жер беті спутнигі кескіндерін атмосфералық түзету әдісі ұсынылған. Ұсынылған әдістің тиімділігі «Терра» американдық спутнигі платформасында қондырылған «Modis» көпзональды сканерінің мәліметтерді өңдеуін мысалға келтіріп көрсетілген. Космостық көріністермен салыстырғанда тұрғызылған кескіндерде қарама-қайшы түстерінің ұлғаюы байқалған. Бұл спектральды жарықтығының таралуы мен кескіндер жарықтығы гистограммасының өзгерісі графигімен дәлелденеді.

УДК 551.509.3+551.510.42

**МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПРОГНОЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРЫ Г. БАЛХАША ДИОКСИДОМ СЕРЫ И ПЫЛЬЮ**

О.С. Галаева
М.Т. Ибрагимов
Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов
Т.В. Худякова
А.П. Шапов

Предложен метод количественного прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша, основанный на прогностическом поле давления, расчете геострофического ветра и типовых полей загрязнения диоксидом серы и пылью, полученных с помощью модели рассеивания примеси ОНД-86 и программных средствах ПК ЭРА.

Для принятия административных мер по снижению воздействия выбросов вредных примесей загрязняющих воздух на население г. Балхаша необходимо разработать краткосрочный прогноз уровня его загрязнения диоксидом серы и пылью с заблаговременностью одни сутки. Количественных методов прогноза загрязнения атмосферы для городов Казахстана нет. Большинство имеющихся методов по другим городам и регионам сводятся к прогнозу неблагоприятных метеорологических условий (НМУ).

Разработанный прогноз загрязнения атмосферы построен на базе синоптического прогноза скорости и направления ветра и расчетов типовых карт полей концентрации сернистого ангидрида и пыли. В качестве расчетных моделей были использованы модели рассеивания примеси от высотных и площадных источников загрязняющих веществ, разработанные в Главной геофизической обсерватории, (ОНД-86) [6]. Для практических расчетов был использован программный комплекс ЭРА (версия 1.6) Новосибирской фирмы «Логос плюс», реализующий эту модель. Для расчета потоков пыли с хвостохранилища на территорию города были привлечены работы американских ученых из НОАА Д. Жилетта и Р. Паси по исследованию вертикального потока частиц с поверхности почв, подвергшихся дефляции. Это позволило создать достаточно простой количественный метод прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша. Прогноз делается на персональном компьютере, который выдает прогнозируемые поля кон-

центраций примеси после ввода направления ветра и градиента давления прогностического поля давления.

Для построения полей концентрации загрязняющих веществ в графическом редакторе PhotoShop была разработана электронная версия карты города, на которую были нанесены промышленный район, районы жилой застройки и основные улицы города (см. рис. 1 статьи «Роль метеорологических параметров в загрязнении атмосферы города выбросами Балхашского горнометаллургического комбината» в настоящем журнале). Эта карта в последующем была использована в качестве подложки в программе ЭРА–Лорд. В этой программе сделана привязка постов ПНЗ и основных источников загрязнения на территории БГМК в заводской системе координат.

Модель ветрового потока пылевого аэрозоля от хвостохранилища БГМК. В 2001 году экспедицией КазНИИМОСК проводились экспедиционные исследования выноса пыли с хвостохранилища БГМК [2]. Эта работа послужила основой для расчета полей концентрации пыли при выносе ее на город.

Как и в случае построения полей концентрации диоксида серы в г. Балхаше от выбросов БГМК, при определении полей концентрации пыли, приходится решать некорректную задачу, так как для создания модели выноса аэрозоля с хвостохранилища комбината мы не располагаем точной информацией о самом источнике пыления. Поверхность хвостохранилища постоянно претерпевает изменения, связанные как с производственной деятельностью комбината, так и меняющимися погодными условиями в течение года. Летом, во время осадков, и зимой, когда поверхность покрывается снегом, пыление прекращается. После схода снега и быстрого подсыхания незаливаемая водой часть хвостохранилища начинает пылить под воздействием ветра и работающей на ней техники. Площадь хранилища, заливаемая водой, так же неизвестна и меняется во времени. Сухие площади, не подвергающиеся ветровой эрозии, находятся в восточной его части и составляли в 2001 г., по нашей оценке, 10...12 км². Средний геометрический размер частиц на сухой части хвостохранилища изменялся в интервале 140...180 мкм, такой размер имеют и пески пустынь. Стандартное геометрическое отклонение логарифмов размеров частиц σ_{lgx} достигает значений 0,21...0,41, тогда как у закрепленных песков оно чаще всего близко к 0,2, а у незакрепленных песков – к 0,1...0,15. Такая большая дисперсия обусловлена значительным содержанием в ней алевритовых частиц размером от 10 до 50 мкм ($\geq 10\%$) и небольшого количества еще более

мелких частиц. Это приближает породу хвостохранилища к супесчаным почвам, но при полном отсутствии гумуса и глинистых частиц, вследствие чего размельченная порода хвостохранилища лишена связности и представляет раздельно-зернистую массу рыхлых и сыпучих частиц, лишь местами слабо цементированную, что характерно для песков. Наличие мелких алевритовых частиц приводит к интенсивному пылению поверхности, так же как у легких по механическому составу почв. Горная порода в сухом состоянии легко поддается дефляции и интенсивно пылит летом даже в условиях вынужденной конвекции в приземном слое атмосферы.

Для определения вертикального потока массы мелкодисперсных частиц q_w , которые участвуют в турбулентной диффузии и переносятся на значительные расстояния от источника, мы использовали экспериментальную зависимость q_w от динамической скорости потока, полученную американскими исследователями Д. Жиллетом и Р. Паси [16]. Поскольку прогноз динамической скорости ветра не делается, возникла необходимость пересчета этой зависимости для скорости ветра на высоте 10 м. Для этого использовался логарифмический профиль ветра в приземном слое

$$u_{10} = \frac{u_*}{\chi} \ln \frac{z_{10}}{z_0}, \quad (1)$$

где u_{10} – скорость ветра на высоте 10 м, u_* – динамическая скорость, $\chi = 0,4$ – постоянная Кармана, z_{10} – высота измерения скорости ветра на М Балхаш, равная 10 м, z_0 – параметр шероховатости.

Как известно, z_0 над дефлируемой поверхностью является функцией среднего геометрического размера частиц x_0 и динамической скорости потока u_* [10].

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

где g – ускорение свободного падения.

Используя (1) и (2) был выполнен пересчет зависимости вертикального потока массы частиц q_w от поверхности хвостохранилища для скорости ветра измеряемой на М Балхаш. Зависимость представлена на рис. 1.

В дальнейшем эта зависимость использовалась для вычисления потока аэрозолей с сухой площади хвостохранилища F в программном комплексе (ПК) ЭРА.

ПК ЭРА оперирует с плоскостными источниками прямоугольной формы, кроме того, в программе есть ограничение по площади источника, поэтому хвостохранилище представлено нами в виде семи источников прямоугольной формы с одинаковой площадью и суммарной площадью, равной площади пылящей части хвостохранилища. При расчетах выбросы от этих источников аддитивно складываются, образуя на карте поле, как от единого источника.

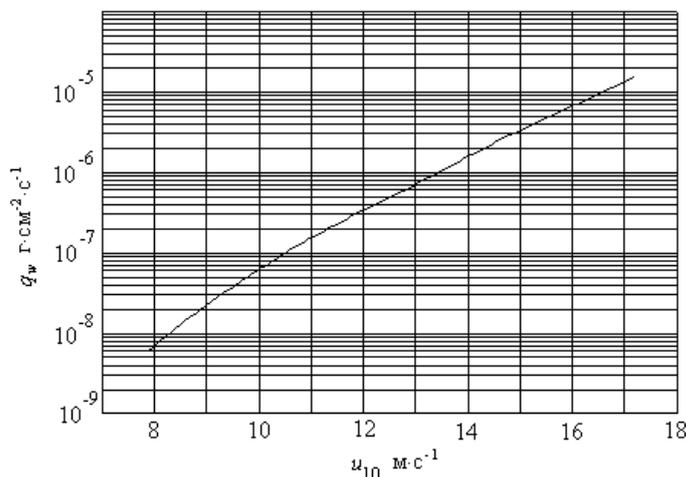


Рис. 1. Зависимость вертикального потока массы аэрозоля (вертикального твердого расхода q_w) от скорости ветра на высоте 10 м.

Расчеты полей концентрации пыли были выполнены для скоростей ветра 6, 10 и 15 м/с. Скорость ветра 6 м/с является начальной для процесса выветривания частиц и до скорости ветра 10 м/с явление переноса идет в виде песчаного поземка. Концентрация пыли при этой скорости ветра за счет ее выноса с хвостохранилища на большей части территории города составляет 1...3 ПДК. При скорости ветра 10 м/с начинается пыльная буря и увеличивается вынос аэрозоля, концентрация его в городе возрастает до 3...5 ПДК. При особо опасных пыльных бурях (скорость ветра ≥ 15 м/с) концентрация пыли над большей частью города равна или больше 5 ПДК.

Моделирование полей концентрации диоксида серы и пыли в г. Балхаше от выбросов БГМК. Существует два способа получения полей концентраций загрязняющих веществ в атмосфере населенных пунктов. Первый – эмпирический, когда поля строятся на основе одновременных измерений концентрации в различных частях города. Для г. Балхаша такой метод неприменим, так как на его территории работает всего три ПНЗ.

Второй способ получения полей загрязнения заключается в математическом моделировании диффузионного рассеивания примесей от высотных или наземных источников. Он наиболее пригоден для использования в условиях г. Балхаша, где загрязнение воздуха, в основном, определяется работой БГМК – одним, хотя и рассредоточенным, источником выбросов. Это упрощает процесс математического моделирования, и мы остановились на этом варианте получения типовых полей загрязнения для заданных метеорологических параметров атмосферы.

Были определены требования к математической модели расчета. Это должна быть мезомасштабная детерминированная модель, основанная на теории турбулентной диффузии, имеющая достаточно хорошее приближение к опытным результатам измерений. Из четырех основных типов детерминированных моделей («клубка», «факела», «ящика» и конечно-разностного типа) для наших целей оперативного количественного прогноза загрязнения воздуха наиболее подходящей является модель «факела», которая к настоящему времени наиболее изучена и широко используется в проектной практике для расчетов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) предприятий.

Имеется достаточно большое число модификаций моделей этого типа, реализованных для расчетов на персональных компьютерах. Был сделан выбор программного комплекса ЭРА (версия 1.6) Новосибирской фирмы «Логос плюс», сертифицированного Главной геофизической обсерваторией им. Воейкова. Программный комплекс ЭРА создан на базе Общесоюзного нормативного документа ОНД-86 Госкомгидромета СССР, принятого и на территории СНГ в качестве РД. Методы расчетов, заложенные в ОНД-86, прошли длительную проверку и находят широкое применение [1, 5].

В качестве входных параметров модели расчетов используются характеристики источников выбросов: высота трубы H , диаметр устья трубы d , вертикальная скорость истечения газа из трубы u , объем выбрасываемых газов V и их температура T , количество загрязняющих веществ выбрасываемых в атмосферу в секунду. Указанные параметры основных источников выбросов БГМК представлены в [4]. Из метеорологических параметров используется скорость и направление ветра на высоте 10 м и температура воздуха.

При освоении программного комплекса ЭРА был выполнен большой объем численного моделирования. Выяснялось влияние температуры воздуха на изменение конфигурации полей концентрации. Для этого были построены карты полей загрязнения атмосферы г. Балхаша диоксидом серы

для скоростей ветра 0,5 и 5 м/с юго-западного направления при температуре воздуха -25°C и 25°C , а так же аналогичные карты для средней годовой температуры. Анализ полученных полей показал, что влияние температуры приземного слоя воздуха незначительно. Различия в температурах приводит к некоторому смещению зоны с повышенной концентрацией по потоку. При низкой температуре воздуха (-25°C) и скорости ветра 0,5 м/с (т.е. практически при штиле) зона с повышенным загрязнением ≥ 5 ПДК смещена по потоку примерно на 800 м дальше, чем при температуре $+25^{\circ}\text{C}$. Конфигурация зон, ограниченных изолиниями 0,5 ПДК и 1 ПДК, в обоих случаях одинаковы. Сдвиг зоны и точки с максимальной концентрацией объясняется увеличением высоты подъема струи при увеличении разности ее температуры с температурой окружающего воздуха. При скорости ветра 5 м/с влияние температуры воздуха на поля приземной концентрации диоксида серы еще менее заметно – произошло увеличение максимальной концентрации при высокой температуре с 25,1 ПДК до 25,9 ПДК.

Незначительное влияние температуры воздуха на формирование полей приземной концентрации диоксида серы позволило нам при разработке метода количественного прогноза отказаться от прогнозируемой температуры и использовать в дальнейшем среднюю годовую температуру воздуха в г. Балхаше. Это может приводить при выдаче прогноза в условиях слабого ветра ≤ 2 м/с к пространственной ошибке местоположения зоны повышенного загрязнения (> 5 ПДК) на несколько сот метров, что не должно влиять на принятие административных решений о сокращении выбросов в атмосферу при неблагоприятных метеорологических условиях.

Моделирование рассеивания выбросов позволило выявить угловой сектор, при котором дымовой шлейф проходит над территорией города Балхаша. Это происходит при направлении ветра в секторе Ю...СЗ (180° ... 315°). Для ветров этого сектора направления в дальнейшем строились прогностические карты полей загрязнения города – Ю (180°), ЮЮЗ ($202,5^{\circ}$), ЮЗ (225°), ЗЮЗ ($247,5^{\circ}$), З (270°), ЗСЗ ($292,5^{\circ}$) и ССЗ (315°).

При получении поля загрязнения каждого румба d_i расчет проводился в угловом секторе $d_i \pm 10^{\circ}$. Это сделано с учетом флуктуации направления ветра и точности его прогноза. Получаемые более широкие зоны загрязнения города позволяют получать их размеры ближе к наблюдаемым, так как мы не учитывали вращение вектора ветра с высотой, что приводит к размыванию геометрических размеров шлейфа при опускании

его на другие высоты переноса, а так же, в какой-то степени, учитывать изменение направления ветра в течение суток.

Для проверки точности полученных расчетных значений концентраций примеси было проведено их сравнение с наблюдаемыми на ПНЗ. Для нахождения коэффициента связи измеренных и расчетных концентраций SO_2 и пыли, существующие в базе данных значения концентрации SO_2 и пыли из мг/м^3 были переведены в значения ПДК. Затем была сделана выборка измеренных значений концентраций для направления ветров $220...270^\circ$. Следующим этапом этой работы был расчет полей концентраций в ПК ЭРА для ветров этих же направлений. Снятые с карты рассчитанные данные в единицах ПДК в районе ПНЗ так же вносились в базу данных. Далее отбирались случаи с концентрацией ≥ 1 ПДК и строились корреляционные связи расчетных и измеренных величин.

Полученные статистические зависимости показывают, что масштабы рассчитанных средних значений концентраций примерно вдвое выше измеренных. Это позволило ввести нам этот уточняющий коэффициент для приближения рассчитываемых значений к измеряемым на ПНЗ. Следует заметить, что экспериментальных проверок согласования рассчитанных средних концентраций примесей от высотных источников выбросов с реальными измеренными приземными концентрациями не проводилось.

Берлянд [1] приводит данные проверок для максимальных значений приземных концентраций. Он пишет, что Мартин и Барбер при сравнении измеренных максимальных концентраций SO_2 вблизи тепловой электростанции с расчетными данными по схеме Пэксвилла получили качественное согласование и отметили количественное расхождение примерно в два раза. Проверка по схеме расчета ГГО (ОНД-86) максимальных концентраций так же показала наличие значительных расхождений. Чем можно объяснить такие расхождения? Самой некорректной постановкой задачи, когда выброс предприятия считается постоянной величиной, хотя он может изменяться как в течение года, так и в суточном масштабе времени при изменении технологических процессов.

Учитывая довольно низкую согласованность расчетов и измерений, мы приняли градации изолиний на расчетных прогностических картах полей концентрации примесей (пыль, SO_2), равными одному, трем и пяти ПДК и отказались от прогноза максимальных значений загрязнения воздуха. Это позволило получить на картах зоны загрязнения воздуха в городе с концентрациями: < 1 ПДК, $1...3$ ПДК, $3...5$ ПДК и >5 ПДК. Типо-

вые поля концентрации примесей строились для следующих значений скорости ветра: 0,5; 1; 2; 6; 10; 15 м/с.

Сделав необходимые коррективы к входным параметрам моделей мы приступили к созданию типовых полей загрязнения атмосферы г. Балхаша для семи названных выше румбов ветра и выбранных значений скорости потока. Всего было построено 94 карты типовых полей загрязнения. Из них – 37 карт полей концентрации сернистого ангидрида в приземном слое. Для условий, когда работают только высотные источники БГМК построено 36 карт. Они используются далее в прогнозе полей концентрации пыли, когда хвостохранилище мокрое, влажное, закрыто снегом или замерзшее. Для условий, когда скорость ветра равна или превышает 6 м/с (критическая скорость) и поверхность хвостохранилища суха (в это время пыль в атмосферу города поступает как от высотных источников, так и от хвостохранилища), построена 21 карта. Расчеты полей концентрации и их графическое построение на карте-подложке выполнялось в ПК ЭРА.

Методика количественного прогноза загрязнения атмосферы в г. Балхаше. В ранее выполненных исследованиях [9] показано, что резкое увеличение загрязнения воздуха часто наблюдается в передней части ложбины циклона, при прохождении холодного фронта. В этом случае уровень загрязнения воздуха увеличивается, независимо от выпадения осадков и скорости ветра, так как при этом направление ветра западных румбов сохраняется. Это направление само по себе является достаточным, чтобы прогнозировать высокое загрязнение, так как основной источник загрязнения – БГМК находится на ЮЗ города.

Блок-схема алгоритма количественного прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша приведен на рис. 2.

Прогноз загрязнения воздушного бассейна г. Балхаша составляется в четыре этапа. Вначале анализируются синоптические условия, ожидаемые на период прогноза. Как показали исследования казахстанских синоптиков [9] высокий уровень загрязнения в г. Балхаше наблюдается зимой при следующих типах синоптических ситуаций, представленных в табл. 1. Как видно, наиболее частые случаи высокого загрязнения бывают в городе, когда он находится на периферии антициклона (34 %) или в ложбине циклона (39 %).

Летом число синоптических ситуаций, при которых наблюдаются неблагоприятные метеорологические условия для рассеивания выбросов и увеличения концентрации загрязняющих веществ в приземном слое города увеличивается. Эти типы синоптических ситуаций даны в табл. 2.

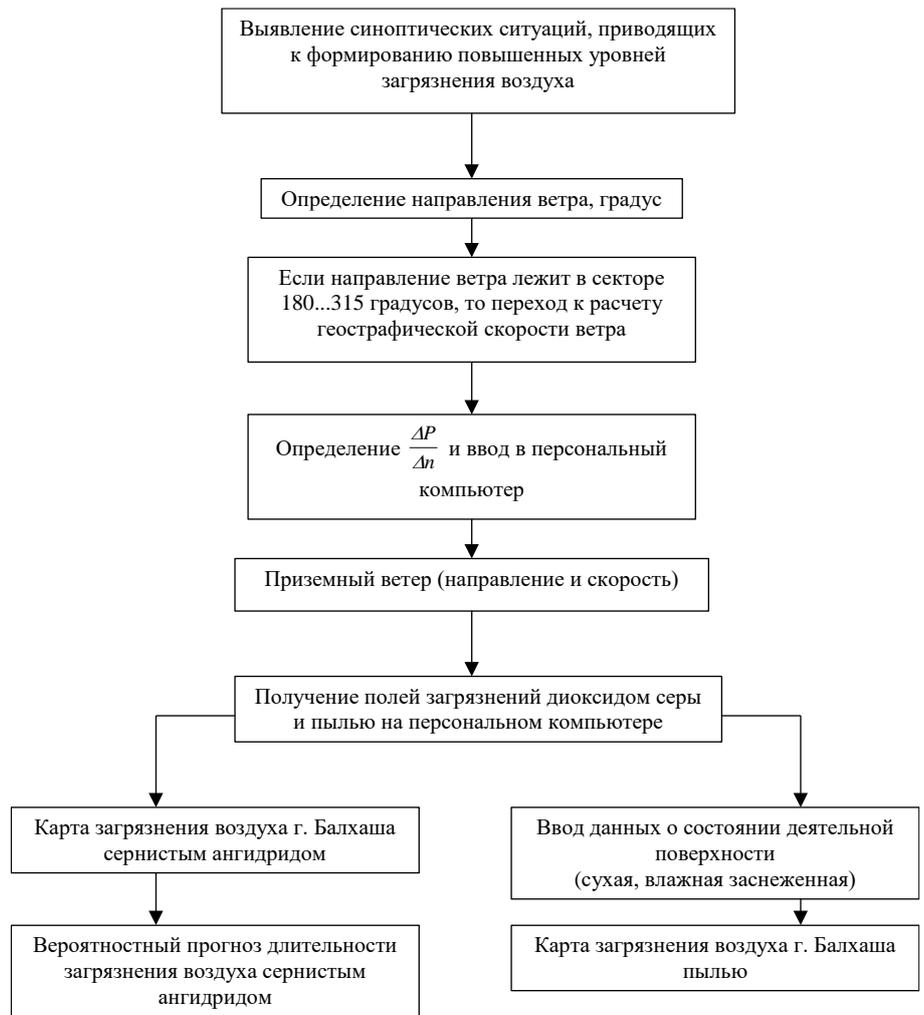


Рис. 2. Блок-схема количественного метода прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша диоксидом серы и пылью.

Таблица 1
Типы синоптических ситуаций, определяющие высокий уровень загрязнения воздуха (зима) в г. Балхаше

| Типы синоптических ситуаций | % |
|---|----|
| Ложбина циклона с прохождением холодного фронта | 28 |
| Малоградиентное поле низкого давления | 4 |
| Ложбина циклона | 11 |
| Широтная фронтальная зона | 12 |
| Периферия антициклона | 34 |
| Стационарный антициклон | 5 |
| Малоградиентное поле высокого давления | 6 |

Таблица 2

Типы синоптических ситуаций, определяющие высокий уровень загрязнения воздуха (лето) в г. Балхаше

| Типы синоптических ситуаций | % |
|---|----|
| Ложбина циклона с прохождением холодного фронта | 31 |
| Малоградиентное поле низкого давления | 2 |
| Ложбина циклона | 18 |
| Широтная фронтальная зона | 5 |
| Циклон | 4 |
| Антициклон | 11 |
| Отрог антициклона | 25 |
| Малоградиентное поле высокого давления | 5 |

Летом, так же как и зимой, наиболее часто наблюдается загрязнение атмосферы города, когда он находится в ложбине циклона (49 %) в антициклоне или его отроге (36 %). Указанные типы синоптических ситуаций согласуются с классификацией, предложенной Сонькиным. По его исследованиям высокие и экстремально высокие уровни загрязнения воздуха формируются в антициклонах, на перифериях антициклонов, а так же в зонах безградиентных барических полей [11, 12, 13].

В случае определения одного из указанных в таблицах типов синоптических ситуаций, переходят ко второму этапу составления прогноза – определяется направление ветра. В первом приближении ветер предсказывается в соответствии с прогнозом барического поля. Затем учитывается отклонение ветра от направления изобар (т.е. градиентного ветра) в сторону низкого давления на 30° . Если полученное направление ветра оказывается в угловом секторе $180...315$ градусов, то это указывает, что факел от высотных источников выбросов комбината будет находиться над городом или какой-либо его частью. После этого переходят к третьему этапу – вычислению значений приземной скорости ветра.

Определение геострофического ветра и геострофического коэффициента. Численный прогноз барического поля позволяет определять ветер в приземном слое атмосферы, если знать отношение u_{10}/u_g , где u_{10} скорость ветра на высоте 10 м, u_g – геострофический ветер. Большая изменчивость параметра шероховатости z_0 подстилающей поверхности суши требует знания отношения u_{10}/u_g для различных видов ландшафтов и его достаточно строгого учета при расчетах приземного ветра по прогнозируемому барическому полю [5, 7, 14]. Эта задача может решаться как теоретически в рамках различных моделей планетарного пограничного слоя атмосферы, так и эмпирически путем обобщения материалов измерений.

Оба подхода имеют свои недостатки. Теоретические модели не всегда обеспечивают необходимую точность определения $K_g = u_{10}/u_g$ и для их использования не всегда есть необходимый комплекс параметров. При эмпирическом подходе к определению K_g так же недостаточно строго учитываются все внешние параметры потока. Учитывая специфику развития метеорологии в Казахстане, где никогда не развивались теоретические исследования пограничного слоя атмосферы, и поэтому нет его моделей, мы остановились на эмпирическом подходе к определению $K_g = u_{10}/u_g$.

Как известно, геострофический ветер достаточно просто определяется по полю давления

$$u_g = \frac{l}{2\omega\rho \sin\phi} \frac{\partial P}{\partial n} \approx \frac{l}{l\rho} \frac{\Delta P}{\Delta n},$$

где $l = 2\omega \sin\phi$ – параметр Кориолиса, ω – угловая скорость вращения Земли, ϕ – широта местности, ρ – плотность воздуха. Для $\rho = 1,276 \text{ кг/м}^3$ и $\omega = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ и $\frac{\Delta P}{\Delta n}$ в гПа/100 км

$$u_g = \frac{5,4}{\sin\phi} \frac{\Delta P}{\Delta n}.$$

Город Балхаш расположен на широте $\phi = 47^\circ$ и $\sin \phi$ для него равен 0,73, поэтому окончательный вариант формулы для вычисления u_g здесь будет $u_g = 7,4 \frac{\Delta P}{\Delta n}$ при $\frac{\Delta P}{\Delta n}$ в гПа на 100 км. На практике градиент давления у нас определялся на расстоянии 300 км. Поэтому, так как $\frac{\Delta P}{\Delta n}$ изме-

рен для гПа/300 км, u_g рассчитывался по формуле $u_g = 2,46 \frac{\Delta P}{\Delta n}$.

Был проанализирован архив полей давления за 1986...1990 гг. для всех дат, когда наблюдалось превышающее ПДК загрязнение воздуха в городе хотя бы на одном из ПНЗ и по одному или обоим рассматриваемым нами ингредиентам. В таблице 4 приведены результаты вычисления u_g и отношения u_{10}/u_g .

Анализ полученных отношений $K_g = u_{10}/u_g$ показал, что он изменяется в зависимости от направления потока воздуха: для ЮЗ – $K_g = 0,50$, для З – $K_g = 0,53$, СЗ – $K_g = 0,53$, С – $K_g = 0,56$, СВ – $K_g = 0,46$. Для расчетов было принято среднее значение $K_g = 0,53$.

Для расчета скорости ветра используется метод прогноза Е.П. Веселова [3, 8], уточненный для г. Балхаша. Для этого определяется барический градиент давления ΔP , выраженный в ГПа/300 км. Он измеряется с помощью линейки, соответствующей 300 км в масштабе данной карты приземного давления, по нормали к изобарам. С карты снимаются значения приземного давления на концах линейки, и определяется разность ΔP для расстояния 300 км. Далее переходят к расчетам, выполняемым на персональном компьютере в диалоговом режиме. После включения компьютера и входа в программу «Pollution Балхаш», полученное значение ΔP вводится в компьютер.

Затем прогноз скорости приземного ветра рассчитывается по формуле

$$U = K_g (2,46 \Delta P + \Delta U_r) + \Delta U_{откл} + \Delta U_{фр.},$$

где K_g – коэффициент, учитывающий в неявной форме влияние сил трения и других физико-географических особенностей региона.

При вычислении приземного ветра вводятся поправки ΔU_r (м/с) на кривизну изобар (табл. 3); $\Delta U_{откл}$ – поправка на усиление ветра при его больших отклонениях от изобар, близких к 90° (табл.4) и $\Delta U_{фр.} = 2$ м/с на усиление ветра при прохождении фронта.

Таблица 3

Поправка ΔU_r к скорости ветра (м/с) на кривизну изобар (по Е.П. Веселову), [3]

| $\frac{\Delta P}{\Delta n}$, гПа/300км | Для φ в интервале 35...55° при циклонической кривизне изобар | Для φ в интервале 35...55° при антициклонической кривизне изобар |
|--|--|--|
| 0...5 | 0,0...0,6 | 0,0...1,9 |
| 5...10 | 0,6...1,2 | 1,9...3,8 |
| 10...15 | 1,2...1,8 | 3,8...5,7 |
| 15...20 | 1,8...2,4 | 5,7...7,6 |
| 20...25 | 2,4...3,0 | 7,6...9,5 |
| 25...30 | 3,0...3,6 | 9,5...11,4 |

Таблица 4

Поправка $\Delta U_{откл}$ на усиление ветра при его больших отклонениях от изобар (близких к 90°)

| | ΔP , (гПа/300 км) | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-----|---------|---------|-----|--|
| | 1...10 | 11...12 | 13...14 | 16...17 | 18...19 | 20 | 21...22 | 23...24 | 25 | |
| $\Delta U_{откл}$, м/с | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | |

При небольших градиентах давления и циклонической кривизне изобар используется формула

$$U = 2,46K_g \Delta P.$$

После получения значений скорости и направления ветра и их ввода в компьютер переходят к последнему четвертому этапу – получение прогностических карт полей загрязнения г. Балхаша сернистым ангидридом и пылью. Для получения прогностической карты загрязнения города пылью дополнительно в компьютер вводятся данные о состоянии деятельной поверхности. После получения прогностических карт полей концентрации пыли и сернистого ангидрида дается вероятностный прогноз длительности в часах загрязнения воздуха сернистым ангидридом.

В районе ПНЗ №1 вероятность, что загрязнение продлится один час, равна 75 %, 2 часа – 40 %, 3 часа – 20 %. Вероятность, что этот период будет длиться более 9 часов очень мала и не превышает 1 %. В районе ПНЗ №3 вероятность указанных периодов времени несколько выше и составляет соответственно 80, 50, 30 и 5 %.

Поскольку наиболее важным параметром прогноза загрязнения атмосферы является направление ветра, в 2004 году было проведено его авторское испытание. Прогноз давался на каждый день для четырех центральных месяцев сезонов года. Оправдываемость прогноза оказалась следующей: для января – 79 %, апреля – 88 %, июля – 84 %, и октября – 97 %.

Программа прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша. Программа прогноза загрязнения атмосферы «Pollution Балхаш» для персонального компьютера разработана в IDE (интегрированной среде разработчика) Delphi 4.0. Блок схема программы «Pollution Балхаш» представлена на рис. 3.

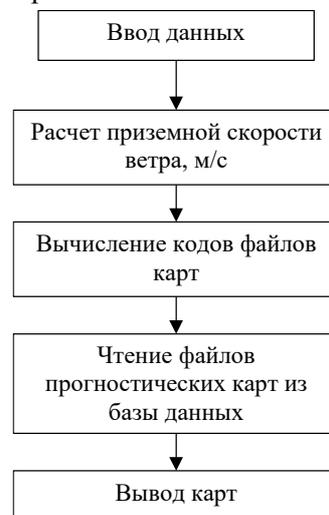


Рис. 3. Блок схема программы «Pollution Балхаш».

Общий вид главного окна программы показан на рис. 4.

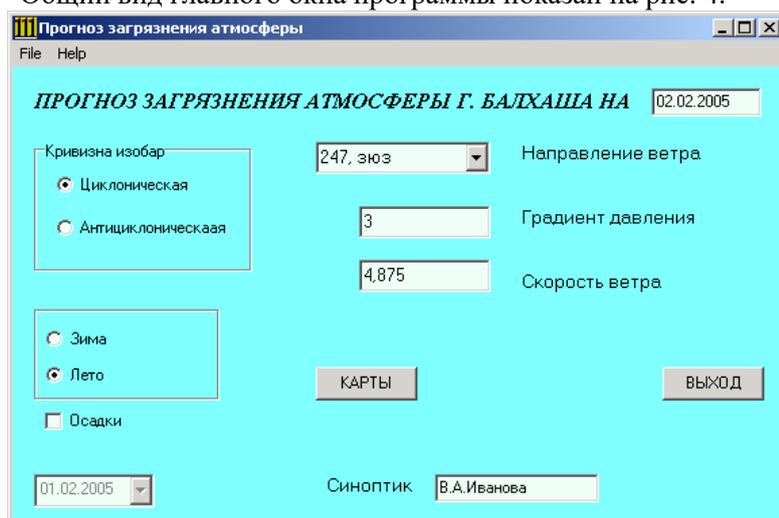


Рис. 4. Общий вид главного окна программы.

Для выполнения необходимых расчетов и последующего вывода прогностических карт следует ввести исходные данные. Дата, на которую составлен прогноз, равная текущей дате плюс один день вычисляется автоматически. При необходимости ее можно изменить, набрав необходимую дату в ячейке даты прогноза в правом верхнем углу. Для ввода спрогнозированного направления ветра нужно открыть список «направление ветра» и выбрать нужное.

Для вычисления скорости ветра следует ввести тип кривизны изобар, отметив курсором нужную, и градиент давления в гПа на 300 км, измеренный на приземной прогностической карте давления по нормали к изобарам, и нажать клавишу «Enter». В ячейке «скорость ветра» появится величина вычисленной скорости ветра. Если скорость ветра вычисляется вручную или по другой методике, ее величину можно ввести вручную.

Для оценки генерации пыли с хвостохранилища БГМК необходимы сведения об осадках. Осенью, при образовании устойчивого снежного покрова, включается кнопка «Зима» и остается включенной до таяния снежного покрова и высыхания поверхности весной. После этого включается кнопка «Лето». Летом, если в предыдущий прогнозируемому или в прогнозируемый день ожидаются умеренные или сильные осадки, включается кнопка «Осадки».

Если включена кнопка «Зима», кнопка «Осадки» становится неактивной. В конце вводится фамилия синоптика составившего прогноз.

В именах файлов типовых прогностических карт базы данных содержится информация о загрязняющем веществе, направлении и скорости ветра. Два первых символьных элемента содержат информацию о загрязняющем веществе: СА – сернистый ангидрид; ПЛ – пыль, источник БГМК + хвостохранилище; ПЗ – пыль, источник БГМК (при мокрой подстилающей поверхности). На докритических скоростях (< 6 м/с), когда хвостохранилище не пылит, карты групп ПЛ дублируют карты группы ПЗ. Три следующих цифры содержат информацию о направлении ветра. Две последних цифры показывают значение скорости ветра.

В соответствии с введенными данными программно формируется два имени файлов для SO_2 и пыли, например: СА21500 – SO_2 , направление ветра 215° , штиль; ПЛ27002 – пыль, подстилающая поверхность сухая, направление ветра 270° , скорость ветра 2 м/с.; ПЗ24710 – пыль, подстилающая поверхность влажная, направление ветра 247° , скорость ветра 10 м/с.

После включения кнопки «Карты» на экран выводятся две карты, расположенные одна за другой. Одна для сернистого ангидрида, другая для пыли. Эти карты можно распечатать и сохранить в файл. Для пересылки прогноза по электронной почте, карты необходимо сохранить в отдельный файл. Для этого в меню File нужно вызвать диалоговое окно «Save As...» ввести имя файла и указать директорию (портфель), где будет сохранен файл (по умолчанию C:\ПрогнозПДК\Пыль.bmp, C:\ПрогнозПДК\SO₂.bmp).

Для примера на рис. 5, 6 приведены карты прогноза загрязнения атмосферы для SO_2 и пыли.

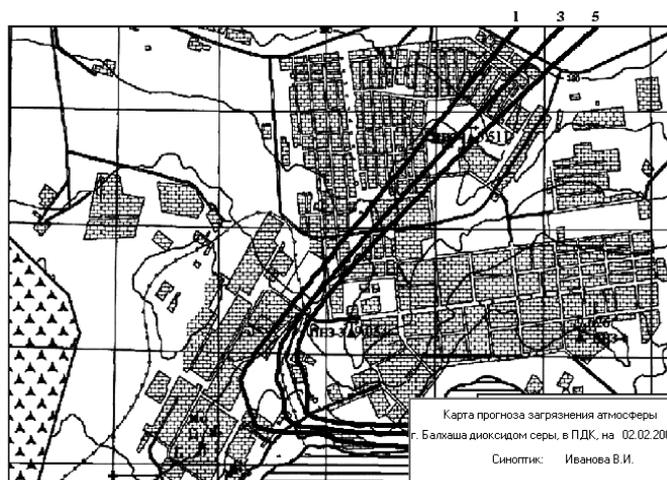


Рис. 5. Карта прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша сернистым ангидридом.

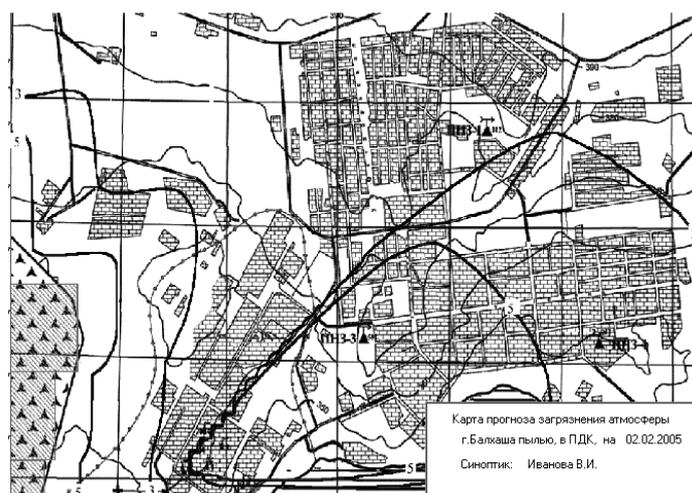


Рис. 6. Карта прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаша пылью.

В меню Help помещены два элемента: Помощь и About. В первом приведен порядок выполнения расчетов, во втором – сведения о программе. Для завершения работы с программой нужно включить кнопку «Выход» или File–Exit в основном окне. Для определения вероятности продолжительности загрязнения сернистым ангидридом нужно в папке «Pollution Балхаш» открыть файл «Вероятность» и определить продолжительность явления. Полученные заказчиком файлы с картами можно распечатать с помощью любого графического редактора (PhotoEdit, ACDSec 32, Paint и др.).

Метод прогноза передан для оперативного использования в Гидрометцентр РГП «Казгидромет». Оценка его оправдываемости представляет определенную трудность, так как в г. Балхаше измерения загрязнения воздуха проводятся на ограниченном числе пунктов и всего три раза в сутки. Тогда как для проверки прогноза поля загрязнения атмосферы города требуется частая сеть пунктов измерения и непрерывная регистрация содержания загрязняющих веществ в воздухе. Ведь длительность периодов с повышенным загрязнением атмосферы в городе не превышает 1 часа в 80 % случаев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. –Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 448 с.
2. Бельгибаев М.Е., Бурлибаев М.Ж., Галаева О.С., Семенов О.Е., Шапов А.П. Исследование ветрового выноса аэрозоля с хвостохранилища Балхашского горно-металлургического комбината // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №2. – С. 9 – 30.

3. Веселов Е.П. К расчету скорости ветра у поверхности Земли и на высотах // Тр. Гидрометцентра СССР. – 1971. – Вып. 90. – С. 113 – 120.
4. Галаева О.С., Шапов А.П. Роль метеорологических параметров в загрязнении атмосферы города выбросами Балхашского горно-металлургического комбината // См. настоящий сборник.
5. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. / Изд-ие 2-ое переработанное, Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 712 с.
6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 68 с.
7. Орленко Л.Р. Строение планетарного пограничного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 271 с.
8. Практикум по синоптической метеорологии / Под ред. В.И. Воробьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.
9. Разработать метод краткосрочного прогноза загрязнения атмосферы для региона: Отчет о НИР/Гидрометцентр Казгидромета. – Алма-Ата, 1990. – 53 с. – Исполн. А.С. Садирова, В.В. Валькова, Г.Н. Ананьина, Г.Б. Лугиня.
10. Семенов О.Е. Сопротивление подвижной песчаной поверхности при бурях. // Гидрометеорология и экология. – 2002. – № 1. – С. 14 – 28.
11. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 224 с.
12. Сонькин Л.Р., Николаев В.Д. Синоптический анализ и прогноз загрязнения атмосферы // Метеорология и гидрология. – 1993. – №5. – С.14 – 19.
13. Состояние работ по прогнозу загрязнения воздуха в городах Российской Федерации / Рекомендации по прогнозу экстремально высоких уровней загрязнения воздуха. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 43 с.
14. Справочник авиационного метеоролога / Под ред. А.В. Костюченко. – М.: Воениздат, 1977. – 304 с.
15. Федоров А.Г. Delfi 3.0 для всех. / 3-е изд-ие. – М.: Компьютер пресс, 1998. – 543.
16. Gillette D.A., Passi R. Modeling Dust Emission Caused by Wind Erosion. // Journal of Geophysical Research. Vol. 93, november 20, 1988. – P. 14233 – 14.242.

Казахский научно исследовательский институт экологии и климата
Гидрометеорологический центр РГП Казгидромет

**БАЛҚАШ ҚАЛАСЫ АТМОСФЕРАСЫНЫҢ КҮКІРТ ДИОКСИДІ ЖӘНЕ
ШАҢМЕН ЛАСТАНУЫН САНДЫҚ БОЛЖАУ ӨДІСІ.**

Физ.- мат. ғылымд. канд. О.С. Галаева
М.Т. Ибрагимов
О.Е. Семенов
Т.В. Худякова
А.П. Шапов

ОНД-86 шаң қоспаларының таралуы моделі және ЭРА ПК бағдарламалық құралы көмегімен қысымның болжау алаңы, гео-строфикалық желді есептеу, күкірт диоксиді және шаңмен ластанудың типтік алаңын есептеу негізінде Балқаш қаласы атмосферасының ластануын сандық болжау әдісі ұсынылған.

УДК 551.509.3

**РОЛЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЗАГРЯЗНЕНИИ
АТМОСФЕРЫ ГОРОДА ВЫБРОСАМИ БАЛХАШСКОГО
ГОРНОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

О.С. Галаева

А.П. Шапов

В статье показано влияние метеорологических параметров на загрязнение атмосферы г. Балхаша выбросами сернистого ангидрида и пыли от Балхашского горнометаллургического комбината.

Ухудшение экологической и экономической ситуации в г. Балхаше негативно отразилось на демографической ситуации и состоянии здоровья жителей города. За пять лет с 1995 по 1999 гг. общая заболеваемость среди населения города возросла в 2,5...3 раза, увеличивается число аллергических заболеваний, бронхиальной астмы, хронических бронхитов, заболеваний почек, врожденных аномалий у детей и т.д. Наиболее опасные загрязнители атмосферы для г. Балхаша это диоксид серы и пыль.

Основными поставщиками загрязняющих веществ в атмосферу г. Балхаша являются Балхашский горнометаллургический комбинат (БГМК) и ТЭЦ, доля других предприятий в загрязнении атмосферы незначительна и носит локальный характер. В связи с увеличением производства меди в последние годы произошло увеличение массы выбросов в атмосферу от БГМК. В 1999 году выбросы составили 722765 т, из них твердые – 79093 т, газообразные – 643672 т [5]. Комбинат имеет 131 источник загрязнения из них – 125 источников организованных выбросов. Город располагается в непосредственной близости от источников выброса (менее 1 км), поэтому концентрация вредных веществ в воздухе селитебной зоны превышает ПДК в 4...6 раз по пыли и в 6...10 раз по сернистому ангидриду. Максимальная разовая концентрация сернистого ангидрида (SO_2) в 2002 г. превышала 20 ПДК

Город Балхаш расположен на южной, равнинной, окраине Казахского мелкосопочника, на северном берегу оз. Балхаш (рис. 1). Поверхность окружающей город местности представляет собой холмистую равнину с выходами коренных горных пород в виде отдельных скал или холмов с каменистой поверхностью. Относительная высота их редко превышает десяток метров. Поверхность равнины имеет незначительный уклон

в направлении озера. Разность высот между северной и южной частями города составляет 50 м. При строительстве города территория, предназначенная под застройку, была спланирована, поэтому рельеф в пределах города представляет собой слабоволнистую поверхность [2].

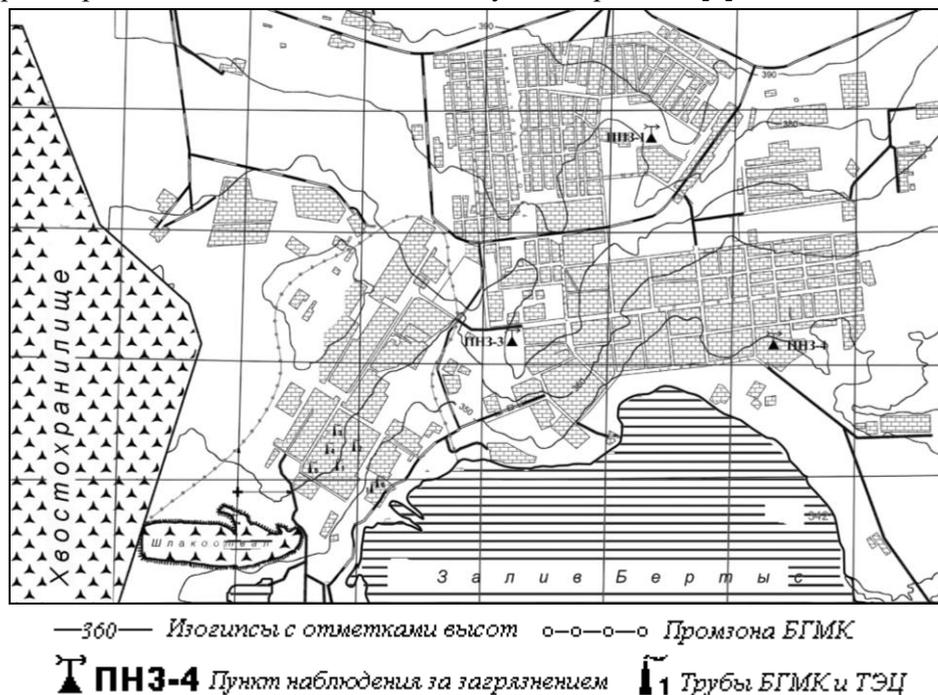


Рис. 1. Карта-схема г. Балхаша.

В северо-западной части города находятся частные, в основном одноэтажные, строения. В восточной – деловой части города и ряде микрорайонов двух–пятиэтажные дома. Улицы в городе достаточно широкие и, для полупустынной зоны, хорошо озеленены. Промышленное предприятие Балхашский горнометаллургический комбинат находится в юго-западной части города. На запад от комбината расположено хвостохранилище, общая площадь которого – 40 км².

Климатические условия г. Балхаша в целом благоприятны для рассеивания выбросов. Потенциал загрязнения атмосферы города около 2,5. Однако близость к мощным источникам выбросов БГМК, ТЭЦ и хвостохранилищу при неблагоприятных направлениях ветра приводит к значительному возрастанию содержания SO₂ и пыли в воздухе.

Среднегодовая скорость ветра составляет 4,7 м/с. Значительных колебаний скорости ветра от месяца к месяцу не наблюдается. Наиболее часты ветры со

скоростями от 4 до 5 м/с (31,5 %), несколько реже ветры от 2 до 3 м/с (25,9 %). Довольно высокая повторяемость ветров 6...7 м/с – 19,8 %. Максимальные скорости ветра 14...15 м/с бывают крайне редко – 0,2 %.

В течение года по многолетним данным преобладают восточные (23 %) и северо-восточные (17 %) ветры, причем наиболее ярко преобладание этого направления выражено в зимний период. Ветры Ю и ЮЗ направлений (при которых факелы БГМК накрывают город) бывают гораздо реже (4 % и 6 % в год соответственно). В многолетнем суточном ходе ветры ЮЗ направления возрастают в сроки 9, 12, 15, 18 часов (т.е. в дневное время) до 10 – 19 %. Штили наблюдаются 18 % в год от общего числа случаев [7].

Характерной особенностью ветрового режима Балхаша является бризовая циркуляция. Днем ветер дует с озера на сушу, ночью наоборот. Бризы начинают развиваться в апреле (6 дней в месяц), в августе их повторяемость достигает 70 % [1].

Характеристика источников загрязнения атмосферного воздуха. Для расчетов полей концентрации примеси в приземном слое атмосферы необходимо знать основные технические параметры источников и их координаты. Для этой цели были использованы данные РНПИЦ «Казэкология» по инвентаризации источников выбросов БГМК [5], дополненные нами данными по источникам ТЭЦ. Анализ этих данных позволил выделить наиболее мощные источники выбросов загрязняющих веществ, которые использовались в дальнейших расчетах. В таблице даны выбранные нами исходные данные для расчетной модели рассеивания выбросов БГМК и ТЭЦ. Выбросы от других источников в расчетах не учитывались, так как из-за малых величин они, в основном, влияют только на загрязнение территории комбината и санитарно-защитной зоны.

Острой экологической проблемой остается хвостохранилище комбината, расположенное западнее г. Балхаша на берегу озера. На хвостохранилище складированы твердые отходы производства обогатительной фабрики комбината, поступающие туда по пульпопроводу. При выплавке меди от 70 до 90 % первичного сырья переходит в отвалы. В хвостохранилище накоплено до 1200 млн. т отходов, содержащих значительное количество тяжелых металлов [4]. Значительная часть этих отходов подвергается выветриванию и выносятся за пределы хвостохранилища

Годовой ход повторяемости и длительность периодов с повышенным уровнем загрязнения. Ежедневно БГМК выбрасывает в атмосферу большое количество пыли, сернистого ангидрида и других примесей.

Однако повышенные приземные концентрации этих веществ в воздушной среде г. Балхаша наблюдаются не всегда. Это объясняется воздействием воздушных потоков на рассеивание и унос выбросов БГМК в сторону от города.

Таблица

Характеристика основных источников загрязнения атмосферы

| № источника | Параметр источника | | | | | Вещество | Количество загрязняющих веществ выбрасываемых в атмосферу | |
|-------------|--------------------|------|--------|----------------------|-------|-----------------|---|------------------|
| | H, м | d, м | u, м/с | V, м ³ /с | T, °С | | максимальное, г/с | суммарное, т/год |
| БГМК | | | | | | | | |
| 1 | 33,0 | 1,5 | 5,2 | 9,1 | 52 | пыль | 155 | 4 429 |
| 2 | 33,0 | 1,5 | 5,9 | 10,3 | 50 | пыль | 399 | 11 371 |
| 3 | 160,0 | 7,5 | 6,5 | 287,3 | 210 | пыль | 80 | 2 294 |
| | | | | | | SO ₂ | 2 872 | 81 886 |
| 4 | 130,0 | 5,0 | 5,3 | 104,5 | 160 | Пыль | 793 | 11 307 |
| | | | | | | SO ₂ | 16421 | 234104 |
| 5 | 130,0 | 5,0 | 0,9 | 16,9 | 170 | Пыль | 264 | 7527 |
| | | | | | | SO ₂ | 7 143 | 203657 |
| 6 | 40,0 | 12,4 | 0,2 | 24,0 | 300 | SO ₂ | 143 | 2 036 |
| ТЭЦ | | | | | | | | |
| 1 | 90,0 | 4,5 | 4,6 | 73,6 | 80 | пыль | (81) | (2) |
| | | | | | | SO ₂ | (54) | (2) |
| 2 | 162,0 | 6,3 | 11,7 | 364,1 | 80 | пыль | (399) | (13) |
| | | | | | | SO ₂ | (256) | (8) |

На рис. 2 показан среднегодовой ход повторяемости концентраций пыли и SO₂, превышающих ПДК. График получен по данным измерений за рассматриваемый период лет с 1985 по 1990 год по трем ПНЗ. Наибольшая повторяемость высоких уровней загрязнения наблюдается в апреле, мае, сентябре и октябре. В эти месяцы число суток с загрязнением атмосферы выше ПДК изменяется от 11 до 14 %. Повторяемость высоких уровней загрязнения в январе, феврале, июне, июле, августе и ноябре уменьшается до 6...8 %. В декабре она снижается до 4 %. Самым чистым месяцем года в городе является март, когда повторяемость дней с высоким уровнем загрязнения всего лишь 2 %.

Большое значение в воздействии на окружающую среду имеет длительность периода с повышенной концентрацией загрязняющих веществ в воздухе города. Такую информацию можно получить лишь по данным непрерывной регистрации содержания вредного ингредиента в атмосфере. В городе Балхаше в 1987 г. работали два автоматических газо-

анализатора ГКП-1, регистрировавшие содержание SO_2 на постах №1 и №3. По результатам работы этих приборов нами была исследована длительность периодов времени с приземной концентрацией примеси, превышающей ПДК. На рис. 3 приведена повторяемость периодов с повышенным загрязнением воздуха в 1987 г. В районах этих постов чаще всего наблюдались периоды с превышением ПДК длительностью от одного до трех часов. Повторяемость периода длительностью один час на ПНЗ №1 около 50 %, на ПНЗ №3 – 37,7 %. Достаточно часто повышенное загрязнение воздуха наблюдается в течение двух часов – до 25,4 % и 24,7 % соответственно. Реже она достигает 3 часов – 13 % на ПНЗ №1 и 14,6 % на ПНЗ №3. Максимальная продолжительность периода достигала на ПНЗ №1 – 8 час, на ПНЗ №3 – 17 час.

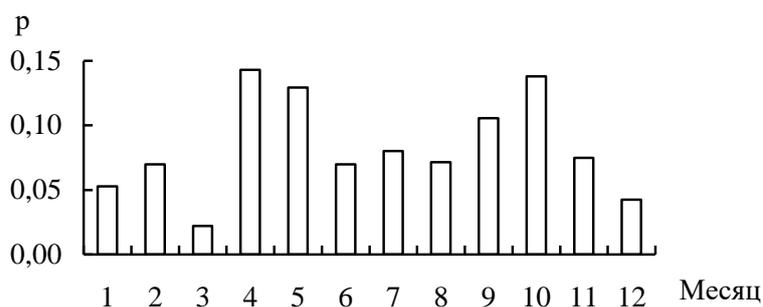


Рис. 2. Средний годовой ход повторяемости концентраций пыли и SO_2 , превышающих ПДК.

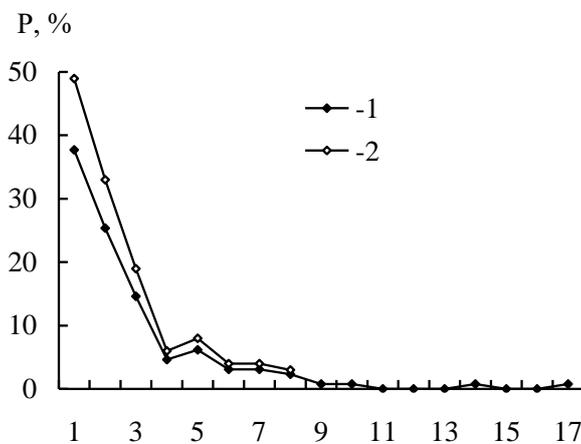


Рис. 3. Повторяемость периодов загрязнения атмосферы с различной длительностью. 1 – на ПНЗ №3, 2 – на ПНЗ №1.

Для целей вероятностного прогноза длительности периода повышенного загрязнения воздуха в районе ПНЗ были рассчитаны и построены кривые накопленной вероятности (обеспеченности) этих периодов по данным регистрации на ПНЗ №1 и ПНЗ №3. Кривые обеспеченности для ПНЗ №1 представлены на рис. 4.

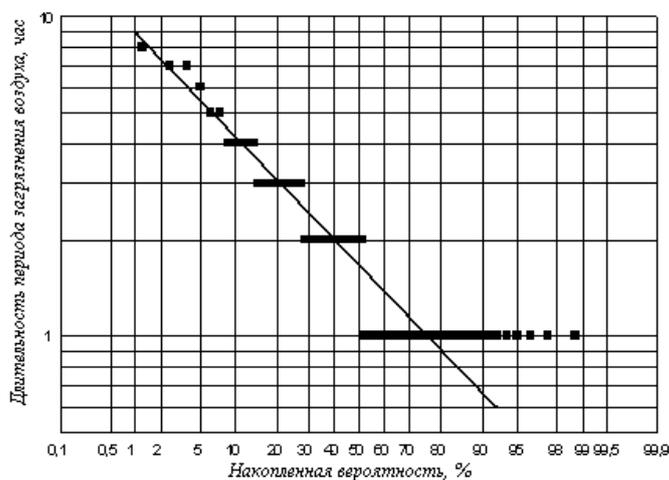


Рис. 4. Обеспеченность периодов загрязнения воздуха различной длительности в г. Балхаше по данным непрерывной регистрации концентрации в 1987 г., ПНЗ №1.

Хорошо видно, что наибольшую вероятность имеют кратковременные интервалы повышенного загрязнения воздуха. В районе ПНЗ №1 вероятность того, что загрязнение продлится один час, равна 75 %, 2 часа – 40 %, 3 часа – 20 %. Вероятность, что этот период будет длиться более 9 часов очень мала и не превышает 1 %. В районе ПНЗ №3 вероятность указанных периодов времени несколько выше и составляет соответственно 80, 50, 30 и 5 %.

Зависимость приземных концентраций от скорости и направления ветра. Расположение основных источников выбросов примесей в атмосферу БГМК, ТЭЦ и хвостохранилища в юго-западной части города логически приводит к выводу, что загрязнение города Балхаша должно происходить в основном при западных и юго-западных направлениях ветра. На рис. 5 приведены полученные нами зависимости концентрации SO_2 от направления и скорости ветра, а на рис. 6 аналогичные зависимости для пыли.

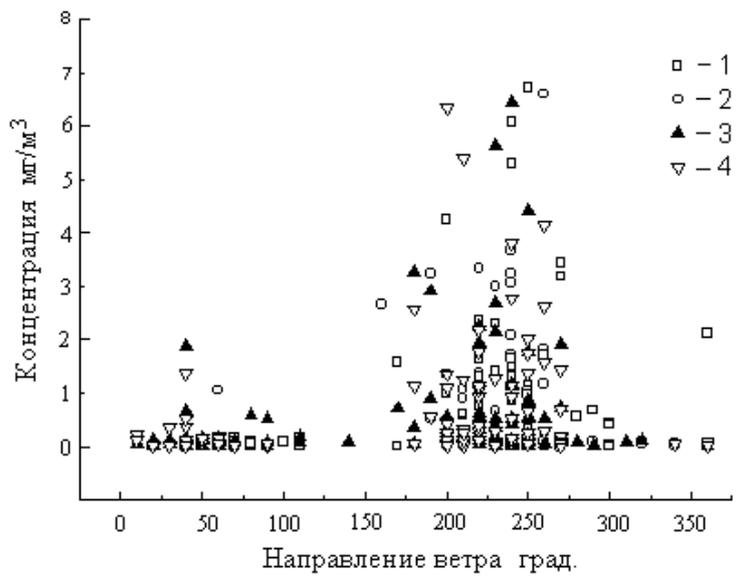


Рис. 5. Зависимость загрязнения г. Балхаша (пост 3) двуокисью серы от направления ветра. 1 – скорость ветра 5 м/с, 2 – 6 м/с, 3 – 7 м/с, 4 – 8 м/с.

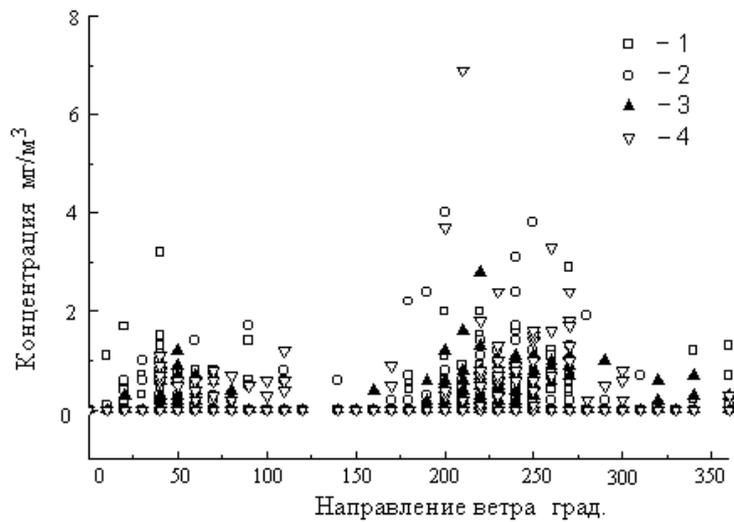


Рис. 6. Зависимость загрязнения г. Балхаша (пост 3) пылью от направления ветра. 1 – скорость ветра 5 м/с, 2 – 6 м/с, 3 – 7 м/с, 4 – 8 м/с.

Для SO_2 , как видно на рис. 5, высказанное выше предположение в основном подтверждается. Для пыли кроме этого направления потока выделяются и другие румбы направления ветра, при которых её концентрация превышает ПДК. Это превышение ПДК происходит и при ССВ...В

направлениях. Особенно значительным оно бывает при малых скоростях ветра и штилях. По-видимому, это связано с вращением вектора скорости с высотой в пограничном слое атмосферы над городом и изменением вследствие этого формы факелов выбросов, а так же влиянием бризовой циркуляции. Кроме того, существенное влияние могут оказывать и орграфические факторы, обуславливающие изменение скорости и направления ветра над поверхностями с различной шероховатостью. Это существенно усложняет разработку метода прогноза загрязнения воздуха пылью.

Концентрация загрязняющих веществ на различных расстояниях от оси факела. Используемые для расчета рассеяния загрязняющих веществ от высотных источников модели не учитывают большое количество факторов, влияющих на распространение этих веществ, в частности, сложной задачей является расчет рассеяния в условиях городской застройки.

Для определения точности расчетов и корректировки параметров модели необходимо иметь информацию о поле концентрации рассеиваемых веществ на высоте 1,5 м в пределах городской застройки. Такая информация может быть получена при проведении подфакельных наблюдений. Эти наблюдения выполнялись в г. Балхаше экспедициями Казгидромета по методике регулярных наблюдений – отбор проб производился только по оси факела. Наблюдений по расширенной программе, когда отбор проб производится в точках расположенных поперек потока на различных расстояниях от источника [6] и позволяющих оценить поперечную диффузию, в городе не проводилось.

Поэтому представляет интерес оценить диффузию загрязняющих веществ поперек потока по данным наблюдений на стационарных постах. Для этого нужно определить расстояние от оси факела до ПНЗ на момент выполнения измерений концентрации загрязняющих веществ. В этом случае можно по данным наблюдений на трех постах получить информацию о концентрации этих веществ в трех точках на известном расстоянии от источника и оси факела. Предварительно по карте Балхаша были определены расстояния от условной точки центра тяжести организованных источников до ПНЗ и азимуты на эти посты. Расстояния до постов оказались следующими: ПНЗ №3 – 1620 м, ПНЗ №1 – 3530 м, ПНЗ №4 – 3440 м, азимуты на эти посты равны 54°, 44° и 75° соответственно.

Для выполнения расчетов использовались данные за период с 1985 по 1990 годы. Из них был проведен отбор по следующим критериям. Отображены случаи с направлениями ветра в пределах $180 - 320^\circ$, при которых загрязняющие вещества выносятся на жилые массивы. Для каждого из загрязняющих веществ отбирались те случаи, когда хотя бы на одном из постов уровень загрязнения превышал ПДК. Рассчитанные данные были сгруппированы по периодам года: декабрь – февраль – зимние месяцы; март; апрель, май – неустойчивый весенний переходный период; июнь – сентябрь – летние месяцы; октябрь, ноябрь – неустойчивый осенний период. Рассчитанные данные были обработаны в графоаналитическом пакете программ ORIGIN, пример представлен на рис. 7...10.

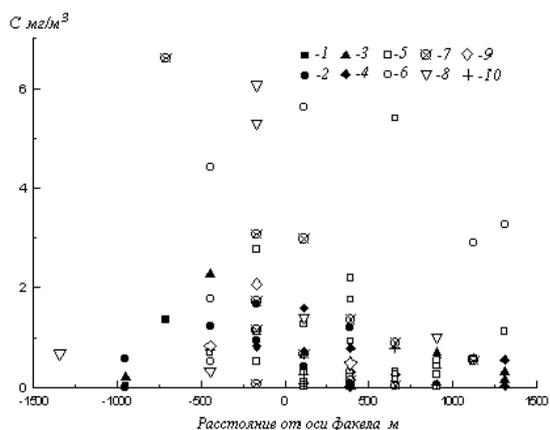


Рис. 7. Концентрация SO_2 на различных расстояниях от оси факела, пост №3, июнь – сентябрь. 1 – скорость ветра 1 м/с; 2 – 2 м/с; 3 – 3 м/с; 4 – 4 м/с; 5 – 5 м/с; 6 – 6 м/с; 7 – 7 м/с; 8 – 8 м/с; 9 – 9 м/с; 10 – 10 м/с.

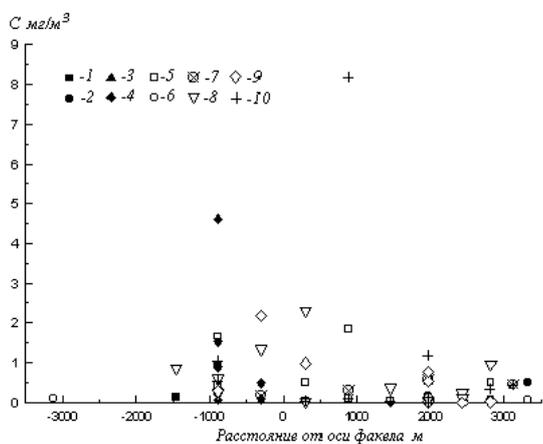


Рис. 8. Концентрация SO_2 на различных расстояниях от оси факела, пост №4, октябрь, ноябрь. 1 – скорость ветра 1 м/с; 2 – 2 м/с; 3 – 3 м/с; 4 – 4 м/с; 5 – 5 м/с; 6 – 6 м/с; 7 – 7 м/с; 8 – 8 м/с; 9 – 9 м/с; 10 – 10 м/с.

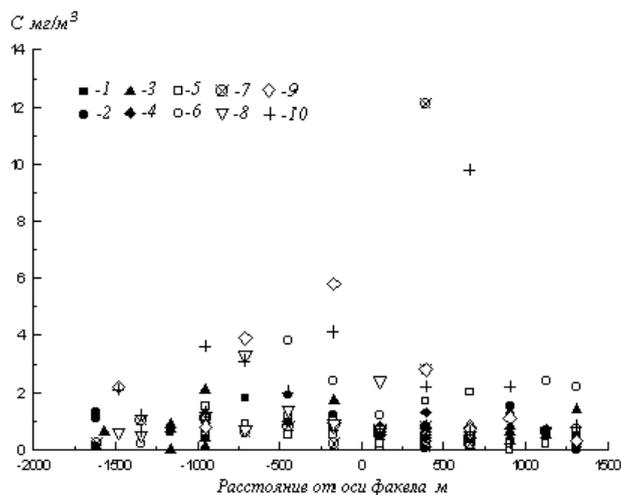


Рис. 9. Концентрация пыли на различных расстояниях от оси факела, пост №3, июнь-сентябрь. 1 – скорость ветра 1 м/с; 2 – 2 м/с; 3 – 3 м/с; 4 – 4 м/с; 5 – 5 м/с; 6 – 6 м/с; 7 – 7 м/с; 8 – 8 м/с; 9 – 9 м/с; 10 – 10 м/с.

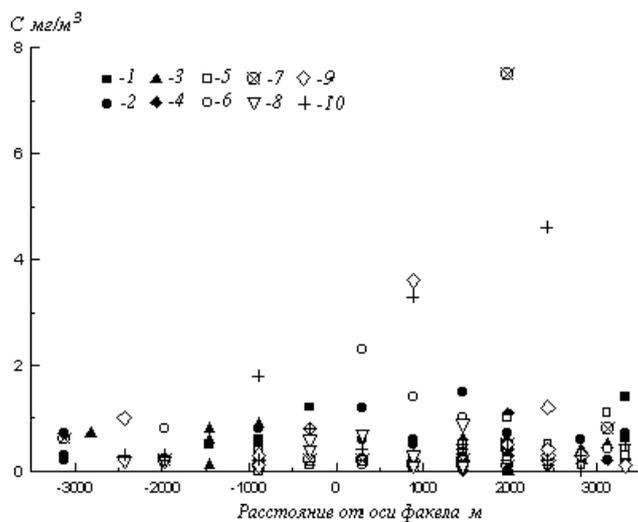


Рис. 10. Концентрация пыли на различных расстояниях от оси факела, пост №4, июнь-сентябрь. 1 – скорость ветра 1 м/с; 2 – 2 м/с; 3 – 3 м/с; 4 – 4 м/с; 5 – 5 м/с; 6 – 6 м/с; 7 – 7 м/с; 8 – 8 м/с; 9 – 9 м/с; 10 – 10 м/с.

Анализ полученных данных показывает, что распределение концентрации диоксида серы, в основном, подчиняется Гауссову распределению.

Ширина факела значительно превышает рассчитанную по ОНД-86 [3], что объясняется влиянием городской застройки. На ПНЗ №4, т.е. на расстоянии 3,5 км от источника, наблюдается отклонение оси факела от направления ветра вправо, к югу, (рис. 8), что обусловлено, по-видимому, большей скоростью ветра над водоемом за счет меньшей шероховатости поверхности и большой длине разгона. Наиболее сильно такое отклонение отмечается в осенние месяцы. Отклонение факела, но в меньшей степени, наблюдается так же на первом и третьем постах. Для пыли на ПНЗ №3 так же характерно Гауссово распределение концентрации, на больших расстояниях (рис. 9), оно становится почти равномерным по ширине потока. Отклонение факела в сторону озера отмечается так же и по концентрации пыли.

Анализ зависимости концентрации загрязняющих веществ от расстояния до оси струи факела позволяет оценить масштабы поперечной турбулентной диффузии и в дальнейшем контролировать результаты вычислений полей концентрации.

Проведенные исследования позволили выделить основные особенности района. В годовом ходе загрязнения воздуха пониженной повторяемостью выделяется весенний месяц март, а повышенной – переходные месяцы сезонов: май, июнь, октябрь, ноябрь. Подтверждена гипотеза о влиянии на загрязнение города диоксидом серы юго-западных и западных направлений ветра у земли. Полученные зависимости концентраций SO_2 от направления ветра для различных значений скорости (от штиля до 11 м/с и выше) имеют максимальную повторяемость в интервале азимутов $170...300^\circ$. При небольших скоростях ветра загрязнение иногда может быть и при СВ ветре.

Загрязнение города пылью имеет более сложный характер. В районе ПНЗ №3 при небольших скоростях ветра концентрации пыли больше ПДК могут наблюдаться практически при всех направлениях ветра. При скорости ветра свыше 9 м/с большие концентрации пыли бывают при западных ветрах – очевидно, начинает влиять вынос пыли с хвостохранилища комбината. Двух-трех кратные повышения могут быть при ССВ и В направлениях. Сложная картина формирования полей концентраций пыли, возможно, связана с вращением вектора ветра в пределах пограничного слоя атмосферы над городом и гравитационным выпадением грубодисперсного аэрозоля. Это значительно усложняет разработку метода прогноза загрязнения города пылью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бурман Э.А. Местные ветры. –Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 342 с.
- 2 Конобрицкая Е.М. Карагандинская область. – Алма-Ата, Изд-во Акад. наук КазССР, 1954. – 256 с.
- 3 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 68 с.
- 4 Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш. / Под ред. А.Б. Самаковой. – Алматы, Изд-во «Каганат», 2003. – 584 с.
- 5 Проект нормативов предельно-допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятия «Балхашский горнометаллургический комбинат»: Отчет / Республиканский научно-производственный и информационный центр «КАЗЭКОЛОГИЯ». – Алматы – Балхаш, 1999. – 180 с. – Отв. исполн. А. Кучменко.
- 6 Руководство по контролю загрязнения атмосферы / Под ред. М.Е. Берлянда, Г.И. Сидоренко. –Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 448 с.
- 7 Справочник по климату СССР. Вып. 18. Ч. 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 520 с.

Казахский научно исследовательский институт экологии и климата

**БАЛҚАШ ТАУ-КЕН МЕТАЛЛУРГИЯ КОМБИНАТЫ
ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫМЕН ҚАЛА АТМОСФЕРАСЫНЫҢ
ЛАСТАНУЫНДАҒЫ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ
МАҢЫЗЫ**

О.С. Галаева

А.П. Шапов

Мақалада Балқаш қаласы атмосферасының Балқаш тау-кен металлургия комбинатынан шығатын күкірт андигриді және шаң шығарындыларымен ластанудағы метеорологиялық параметрлердің әсері көрсетілген.

УДК 551.507.362.2 +551.553.8

**О МАСШТАБАХ СИЛЬНЫХ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ В АПРЕЛЕ
2003 ГОДА НА ЗАПАДЕ КАЗАХСТАНА ПО СНИМКАМ С
ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ СЕРИИ NOAA**

Канд. техн. наук

Т.В. Дедова

Канд. физ.-мат. наук

О.Е. Семенов

Н.Б. Тусеева

Т.В. Худякова

На западе Казахстана в апреле 2003 г. сложились синоптические ситуации, способствующие возникновению сильных градиентных ветров. Это привело к развитию пыльных бурь в различных районах, источниками которых были песчаные массивы. По информации с ИСЗ NOAA удалось проследить за динамикой формирования шлейфов пылевых выносов, которые достигали в длину 150...500 км.

Песчаные (пыльные) бури – стихийное природное явление. Как и все опасные явления погоды, они остаются и в наше время слабо изученными из-за сложности проведения измерений большого числа параметров атмосферы, определяющих их возникновение и развитие. Бури, как правило, имеют масштабы проявления порядка нескольких десятков или сотен километров, т.е. относятся к локальным мезо-метеорологическим явлениям погоды. Лишь в очень редких случаях катастрофические пыльные бури могут иметь масштабы, измеряемые тысячами километров. Такие масштабы явления требуют комплексного подхода к изучению бурь – наряду с наземными измерениями необходимо получение информации о них с космических летательных аппаратов.

Освоение космического пространства открыло широкие перспективы по организации мониторинга за развитием мощных пыльных бурь на Земле. На космических объектах начали использовать сканирующие радиометры для получения изображения Земли в различных спектральных интервалах. Это открыло возможности количественной интерпретации изображений, так как для каждого элемента снимка можно иметь данные об абсолютной яркости системы земная поверхность – атмосфера. Оказалось, что наблюдаемая яркость может служить индикатором аэрозольной

оптической толщи атмосферы, особенно при измерениях или съемках аэрозольных шлейфов выноса над водной поверхностью при достаточно больших высотах Солнца и при длине волны излучения не менее 0,75 мкм. При этих условиях можно получить оценку аэрозольной толщи атмосферы с точностью $\pm 10\%$. При горизонтальной неоднородности подстилающей поверхности результаты оказываются значительно менее точными. Космические методы наблюдений расширяют возможности оценок масс пыли в шлейфах выноса сильных бурь [3, 5, 10].

Количественные методы измерения запыленности атмосферы с применением космических систем измерений делают еще только первые шаги. Однако, перспективность этих методов для получения информации о содержании минерального аэрозоля в атмосфере Земли очевидна. Только эти методы позволяют оперативно оценивать массу аэрозоля в атмосфере и его оптические характеристики, которые необходимы для решения многих прикладных и экологических задач. Важным результатом проведенных исследований был вывод о том, что яркость системы зависит от общего содержания аэрозоля в атмосфере, но не от распределения его по высоте. Этот начальный период исследований атмосферного аэрозоля позволяет перейти ко второму – организации систематического космического мониторинга за содержанием аэрозоля природного происхождения в атмосфере Земли, что чрезвычайно важно для прогноза изменения как глобального, так и регионального климатов [5, 7, 8, 9].

Шлейфы выноса аэрозолей от источников их генерирования хорошо видны из космоса. Космические методы наблюдений расширяют возможности оценок масс пыли в шлейфах выноса сильных бурь. Снимки бурь из космоса позволяют более точно описать геометрические размеры облака пыли и в сочетании с наземными измерениями профиля концентрации аэрозоля или прозрачности атмосферы более корректно определить переносимую массу частиц. Кроме того, наблюдение из космоса позволяют выявить очаги и районы возникновения пылевых и песчаных потоков, чтобы получить затем необходимые данные о подстилающей поверхности в очагах и на пути перемещения пыльных образований. Эта информация важна для изучения причин формирования пыльных выносов, выяснения роли подстилающей поверхности, в частности, состава грунтов, топографии местности, отражательных и излучательных свойств поверхности. Для дальнейшего дешифрирования космической информации необходимо привлекать данные

о строении пограничного и приземного слоев атмосферы во время бурь, которые существенно отличаются от чистых воздушных потоков [11, 13].

Снимки и телевизионные изображения с космических станций и спутников Земли в короткое время позволили обнаружить источники мощных пыльных бурь на планете, определить геометрические размеры шлейфов пылевых выносов. Информация из космоса позволила обнаружить наличие мощных источников потоков аэрозоля и на территории Казахстана. Одним из наиболее опасных очагов развития песчано-солевых бурь в Центральной Азии оказалось осушенное дно Аральского моря [1, 2, 4, 6...9].

При анализе космических снимков с ИСЗ NOAA нам удалось зафиксировать пылевые шлейфы бурь, которые наблюдались в Северном Прикаспии и Приаралье во второй декаде апреля 2003 г.

В период с 8 по 12 апреля 2003 года по наблюдениям метеостанций на территории Актыбинской, Атырауской, Карагандинской и Кызылординской областей наблюдались пыльные бури. Возникновение пыльных бурь было связано с наличием сильного градиентного ветра в этих областях. Синоптическая ситуация, способствующая возникновению градиентного ветра, развивалась следующим образом. Обширный антициклон с центром над Екатеринбургом ($P = 1039$ гПа) занимал территорию Урала, Западной Сибири, Центрального Казахстана. Над Европейской частью России располагался циклон, с центром над Москвой. С этим циклоном был связан теплый фронт, который проходил через Актыбинскую и Карагандинскую область. Еще один теплый фронт проходил через Атыраускую и Кызылординскую область. Этот фронт был связан с частным циклоном над югом Европейской территории России, над Каспием располагалось поле пониженного атмосферного давления. Таким образом, Актыбинская, Атырауская, Карагандинская и Кызылординская области находились на юго-западной периферии антициклона во фронтальной зоне. Градиент давления здесь составил больше 10 гПа/500 км. Такая синоптическая ситуация способствовала усилению устойчивого градиентного ветра до $10...20$ м/с восточного и юго-восточного направления и возникновению пыльных бурь над Западным, Центральным и Южным Казахстаном (Рис. 1).

9 апреля было получено три снимка районов Северного Прикаспия и Приаралья, на которых хорошо различимы пылевые шлейфы выноса бурь. Снимки сделаны с интервалом в 2 часа 48 минут и 1 час 50 минут, что позволило проследить за динамикой развития бурь. На первом снимке,

сделанном в 7 час, шлейф пыли имеет вид вытянутого неравностороннего треугольника в западном направлении (Рис. 2).

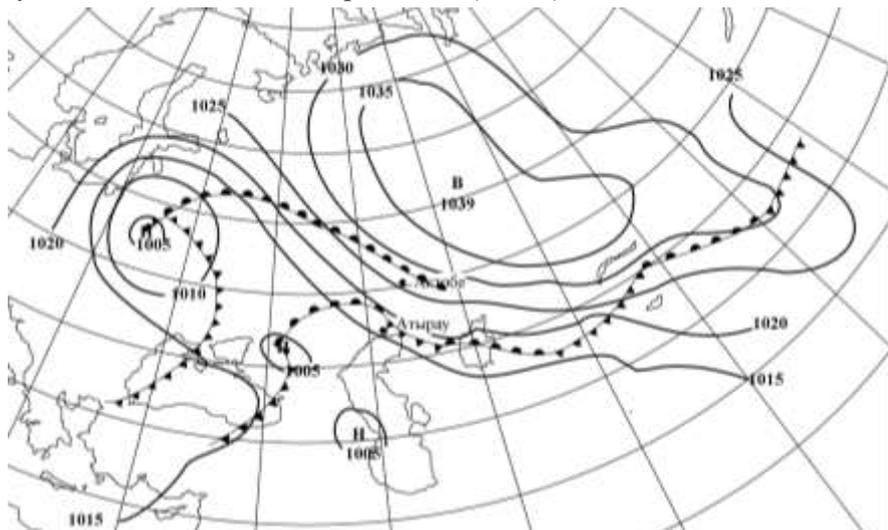


Рис. 1. Синоптическая ситуация 9 апреля 2003 г., при которой возникли бури в Северном Прикаспии и на Арале.



Рис. 2. Снимок пыльной бури в Прикаспии с ИСЗ NOAA-7 9 апреля 2003 года в 7 час по Гринвичу.

Очаг возникновения бури расположен примерно в 150 км восточнее р. Урал в песках Тайсойган. Ширина фронта переноса пыли в источнике дости-

гает 55...60 км. Большая сторона шлейфа (его длина) достигала в 7 час 160 км, меньшая – 130...135 км. Площадь облака пыли около 4 тыс. км².

На следующем снимке NOAA в 9 час 48 мин ширина шлейфа в источнике выноса осталась прежней. В длину облако перемещаемой воздушным потоком пыли увеличилось до 250 км и достигло восточной границы Камыш-Самарских озер (Балыктинских разливов). Скорость его распространения была 10...12 м/с. На протяжении первых 150 км от источника шлейф пыли сохранял по форме несколько сходящийся поток аэрозоля, состоящий из трех хорошо видимых струй. Затем поток пыли делал поворот на 20° к югу и начинал терять четкие очертания. По-видимому, на расстоянии до 150 км от источника в этих струях пыли отсутствовал турбулентный обмен и, как следствие, поперечная диффузия частиц. Площадь, занимаемая облаком пыли, увеличилась к этому моменту времени примерно до 8,5...9 тыс. км² (Рис. 3). На этом же снимке из-под кучевой облачности над Аральским морем можно различить небольшой вынос пыли с осушенной части его дна.



Рис. 3. Снимок бури в 9 час 48 мин по Гринвичу с ИСЗ NOAA-16.

Наконец на последнем третьем снимке (Рис. 4) видно, что длина шлейфа пыльной бури в Прикаспии увеличилась до 300 км, оставаясь на первых 150 км своего пути параллельным нерасходящимся потоком. Формирование сильных ветровых течений вблизи верхней границы планетарного пограничного слоя атмосферы во время интенсивных пыльных бурь

позволяет найти объяснение струйного характера шлейфов аэрозолей от источника выноса. Как известно, особенностью большинства космических снимков бурь, является их пространственная неоднородность. Шлейфы состоят из параллельных продольных несмешивающихся полос. Эта особенность является их характерным признаком при дешифрировании снимков для отличия от облачности. Пониженное давление воздуха в ускоренной мезоструе приводит к подсосыванию в нее газа и частиц, что приводит к снижению поперечной диффузии аэрозолей и длительному сохранению неоднородности потока, которая возникает в источнике выноса из-за различных свойств подстилающей поверхности [11].



Рис.4. Снимок бурь в 11 час 35 мин по Гринвичу с ИСЗ NOAA-12.

На снимке появились многочисленные струи пыли от новых небольших по площади источников эмиссии аэрозолей. Этими очагами стали быстро подсыхающие при сильном ветре поверхности небольших разбросанных на левобережной территории р. Урал массивов песков. Общая площадь облака пыли в Прикаспии выросла до 12...14 тыс. км². Однако концентрация аэрозоля в новых образовавшихся шлейфах значительно меньше, чем в основном потоке. Они становятся хорошо различимыми лишь при большом увеличении снимка.

Значительно увеличились и размеры пылевого облака, вынесенного ветром аэрозоля с осушенной части Арала. Длина его шлейфа на снимке достигала 200 км. Из-за полей кучевой облачности трудно определить его начало и точные размеры. Зато можно уверенно ограничить высоту подъема частиц. Верхняя граница аэрозоля не превышала 500...600 м, так как на поверхности пылевого потока можно видеть тени от отдельных крупных облаков нижнего яруса.

Вторая декада апреля 2003 года оказалась «богатой» на развитие этих неблагоприятных явлений погоды на западной половине Казахстана. Пыльные бури были 14 апреля северо-западнее Арала на засоленных почвогрунтах в районе песков Большие Барсуки, на описанных выше песчаных массивах левобережья р. Урал, в районе р. Эмбы. Шлейф выноса из песков Большие Барсуки протянулся на расстояние около 500 км от метеостанции Челкар до акватории Каспийского моря (Рис. 5). Площади территории, охваченные сильными бурями, в этот день достигали несколько десятков тыс. км². Такое интенсивное одновременное проявление дефляционных процессов на таких больших площадях является довольно редким событием в нашей стране.

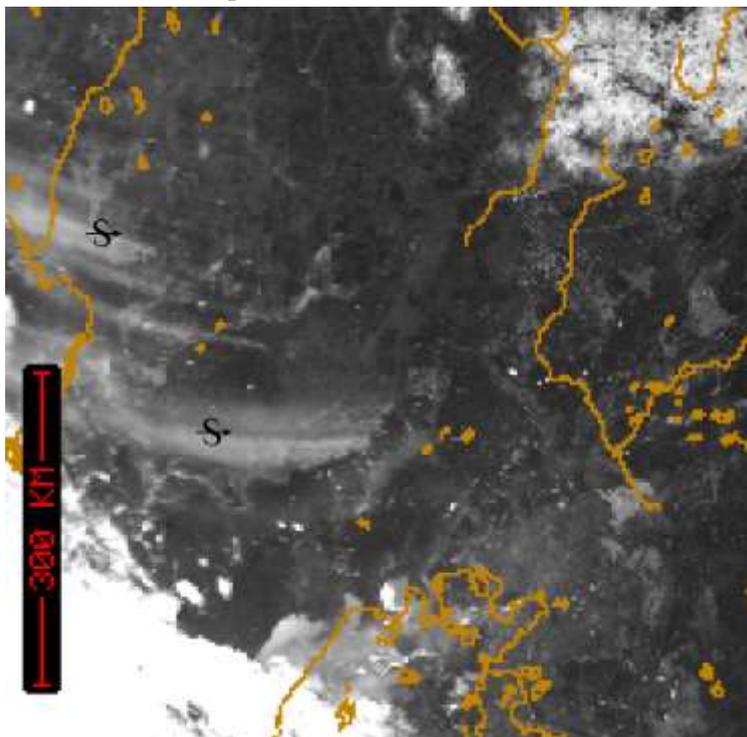


Рис. 5. Пыльные бури 14 апреля 2003 г.

Пыльные бури в этот период времени проходили и на наиболее интенсивном источнике песчано-солевого аэрозоля на осушенном дне Аральского моря и в Приаралье. Пыльные шлейфы из этого источника получены на снимках НОАА 10, 15 и 16 апреля. За пыльную бурю 15 апреля было получено три космических снимка, за бурю 16 апреля – 6 снимков. Они так же хорошо иллюстрируют динамику развития этих бурь на Арале. Шлейфы бурь 16 апреля видны так же и на территории России на Северном Кавказе и Калмыкии.

Выявленные ранее районы повышенной повторяемости опасных и особо опасных пыльных бурь на западе Казахстана по материалам наблюдений метеостанций [12] подтверждаются приведенными в статье снимками с ИСЗ НОАА. Снимки позволяют более точно локализовать источники выноса ветром аэрозолей природного происхождения, изучить с помощью наземных исследований их характеристики и затем разработать методы борьбы с ними.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев А. А., Липатов В. Б. Динамика и очаг пылевых бурь в Приаралье по наблюдениям из космоса // Изв. АН СССР, сер. геогр. –1982. – № 5. – С. 93-98.
2. Григорьев А.А., Жогова М.Л. Мощные пылевые выносы в Приаралье в 1985-90 гг. // Докл. АН России. – 1992. – Т. 325, № 3. – С. 672–675.
3. Григорьев А.А., Кондратьев К.Я. Атмосферная пыль по наблюдениям из космоса. Часть II. Количественные оценки содержания пыли // Бюллетень ВМО. – 1981. – Т. 30, № 1. – С. 3–11.
4. Григорьев А.А., Липатов В.Б. Пылевые бури в Приаралье по данным космической съемки // Развитие и преобразование природной среды. – Л., 1979. – С. 93 – 103.
5. Григорьев А.А., Липатов В.Б. Пыльные бури по данным космических исследований. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 31 с.
6. Григорьев А.А., Липатов В.Б. Распространение пылевых загрязнений в Приаралье по наблюдениям из космоса // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1983. – № 4. – С.73–77.
7. Жогова М.Л. Формирование и функционирование очагов мощных пылевых выносов (физико-географические аспекты): Автореф. дис....канд. геогр. наук. – СПб., 1992.– 17 с.
8. Закарян Э.А., Ахмеджанов А.Х., Бекмухамедов Б.Э., Дедова Т.В., Каздаев Н.Х., Космический мониторинг песчано-солевых бурь на осушенном дне Аральского моря // Материалы международной научно-

- практической конференции «Современные проблемы геоэкологии» Алматы, 22-23 января 2001. – с. 208–213
9. Закарин Э.А., Бекмухамедов Б.Э., Дедова Т.В. Определение зон возникновения пыльных бурь в Приаралье методами спутникового зондирования. // Гидрометеорология и экология. – 1999. – №4. – С. 189 – 196.
 10. Метеорологическое зондирование подстилающей поверхности из космоса / Под. ред. К.Я. Кондратьева. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 246 с.
 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., Тулина Л.П. Пространственное и временное распределение опасных и особо опасных пыльных бурь на территории Казахстана // Труды КазНИГМИ. – 1978. – Вып. 71. – С. 62 – 74.
 13. Varenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of Matyre Dust Storms // J. of the Atmospheric Sciences. – 1974 – Vol. 31, № 7. – P. 1917 – 1933

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата
Институт космических исследований
Гидрометеорологический центр РГП Казгидромет

**СЕРИЯСЫ NOAA ЖЕРДІҢ ЖАСАНДЫ СПУТНИКТЕРІМЕН (ЖЖС)
ТҮСІРЛГЕН КӨРІНІСТЕР БОЙЫНША БАТЫС ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ
2003 ЖЫЛДЫҢ СӘУІРІНДЕГІ КҮШТІ ШАҢДЫ БОРАНДАРДЫҢ
МАСШТАБЫ**

| | |
|-------------------------|---------------|
| Техн. ғылымд. канд. | Т.В. Дедова |
| Физ.-мат. ғылымд. канд. | О.Е. Семенов |
| | Н.Б. Тусеева |
| | Т.В. Худякова |

2003 жылдың сәуірінде Қазақстанның батысында күшті градиентті желдің тууына себеп болған синоптикалық жағдай қалыптасты. Бұл әртүрлі аудандарда құмды массивтерден шаңды борандардың көтерілуіне әкеп соқты. NOAA ЖЖС-нің мәліметі көмегімен ұзындығы 150...500 км жететін шаңды шығындылардың шлейфтерінің түзілу динамикасын анықтауға мүмкіндік туды.

УДК 551.482(574)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЗОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОЛЕЗНОЙ
ЕМКОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩА МНОГОЛЕТНЕГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

М.Т. Нарбаев

Доктор техн. наук

Ж.К. Касымбеков

Предлагается постоянная величина (длительность межени в долях года), в формулу С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля, на основе которой построена номограмма для определения сезонной составляющей полезной емкости.

Колебания речного стока, предопределяющие потребность в его регулировании, могут быть разделены на две категории: годовой стоковый цикл и колебания ежегодных значений фазово-однородных элементов стока.

По своему характеру каждая из указанных форм обладает существенными особенностями. Годовой стоковый цикл представляет собой проявление строго периодической закономерности, отражающей периодичность обращения Земли вокруг Солнца. В противоположность этому колебания фазово-однородных элементов стока носят случайный характер, в ходе их удается проследить лишь стохастическую закономерность: подчинение повторяемости различных величин стока, рассматриваемых за многолетний период, закону больших чисел.

Наблюдаемое на реках чередование многоводных и маловодных периодов формируется путем взаимного наложения колебаний, относящихся к обеим только что рассмотренным категориям

При исследовании регулирования стока основные методические трудности возникают в связи с необходимостью анализа случайных колебаний ежегодных значений фазово-однородных расходов. Если бы этих колебаний не было, и в ходе стока ежегодно в точности воспроизводился бы один и тот же цикл, то задача расчетов регулирования решалась бы чрезвычайно просто.

Поэтому, естественно, что существующие методики расчетов регулирования опираются в своей основе на концепцию теории вероятности. Применение статистических методов к расчетам регулирования требует, приспособления этих методов к учету сезонных колебаний стока.

В этом направлении возможны два пути. Первый заключается в разделении года на фазы и в применении приемов математической статистики к анализу колебаний стока каждой фазы, рассматриваемой по отдельности. Расчет, основанный на этом принципе, дает более или менее строгое решение поставленной задачи. Однако практическое применение его затрудняется сложностью вычислений в особенности при учете межфазовых цепных связей [1].

Второй путь анализа заключается в независимом рассмотрении каждой из двух упомянутых категорий колебаний речного стока. Емкость водохранилища, необходимая для обеспечения заданной отдачи, разделяется на две составляющие – многолетнюю и сезонную. *Многолетняя* определяется методами, опирающимися на математическую статистику, исходя из предположения о постоянстве на протяжении каждого года поступающего по реке расхода воды. При этом достигается статистическая однородность стоковых совокупностей, участвующих в расчете, и тем самым в сильной степени упрощается техника последнего. *Сезонная* представляет собой ту добавку к многолетней емкости, которая оказывается необходимой для обеспечения заданной отдачи в связи с сезонными колебаниями стока. Эта составляющая определяется приближенными приемами независимо от многолетней. Указанное разделение емкости, логически подсказываемое самой двойственностью природы колебаний речного стока, представляет значительные практические удобства [1].

Для расчета сезонной составляющей емкости при многолетнем регулировании С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем был предложен упрощенный прием [2], в основе которого лежит допущение о равенстве отдачи стока года предшествующего критическому многолетию, в течение которого опорожняется многолетняя составляющая емкости. Такое допущение дающее некоторый запас надежности представляется в отношении годовых объемов стока вполне приемлемым. Стремясь к установлению лишь сезонной составляющей емкости, авторы не допускают появления такого года, сток которого в целом был бы недостаточен для удовлетворения отдачи потому, что такой год потребовал бы увеличения многолетней емкости, т.е. включился бы в состав критического многолетия. Из числа же лет, обладающих стоком, достаточным для поддержания отдачи, принимаемый к расчету год является наиболее маловодным и, следовательно, наиболее неблагоприятным.

Описанный прием вычисления сезонной составляющей емкости страдает рядом недостатков: при использовании этого приема не учитывается

характер вариаций меженного стока, который может существенно отличаться от характера годовых колебаний последнего. Так, например, на некоторых реках коэффициент вариации меженного стока превышает соответствующую годовую характеристику более чем в 1,5 раза. При переходе к расчетной обеспеченности это приводит к значительно большему, по сравнению с годовым стоком, падению водности межени. Следствием недоучета указанного обстоятельства является преуменьшение сезонной емкости.

По устранению этих недостатков С.Н. Крицкий и М.Ф. Менкель предлагают некоторое совершенствование в приеме вычисления сезонной составляющей емкости водохранилища.

Роль емкости, предназначенной для внутригодового перераспределения стока, не совсем одинакова в водохранилище сезонного и многолетнего регулирования. В первом случае (сезонное регулирование) она является единственным источником покрытия дефицита притока в маловодные периоды. Во втором случае сезонная составляющая емкости лишь условно отделяется от многолетней и потребные размеры ее определяются в связи с работой всего водохранилища, представляющего собой единое целое. Такое различие в условиях работы требует соответственной модификации расчетных приемов, служащих для определения сезонной составляющей емкости при многолетнем регулировании и полной емкости при сезонном регулировании. В переходном случае при равенстве многолетней емкости нулю оба расчета должны приводить к одинаковым результатам.

В соответствии со смыслом, вкладываемым в понятие многолетней емкости, указанный переходной случай характеризуется равенством отдачи годовому стоку расчетной обеспеченности.

Обозначая, как обычно, коэффициент регулирования через α и называя k_T годовой сток, отвечающий расчетной обеспеченности, можно сформулированное условие записать в виде равенства $\alpha = k_T$.

Далее рассматривается случай отсутствия многолетней емкости, где условно принимается, что годовой сток в целом всегда достаточен для удовлетворения заданной отдачи и следовательно, что критический период сработки водохранилища укладывается в пределы одного меженного периода. При низких значениях α , приближающихся к бытовому минимуму стока, длительность критического периода близка к нулю, при значениях же α приближающихся к k_T , указанная длительность распространяется на весь период низкого стока.

Длительность расчетного критического периода представляет собой варьирующую величину. В некоторые годы полная сработка водохранилища может явиться следствием крайней маловодности одного сезона (зима), в другие годы при той же отдаче и емкости она может распространяться на более длительный период (зима, осень и т.п.).

Более или менее строгий учет этого явления требует анализа вариации фазовых объемов стока, для чего пригоден статистический анализ колебаний стока за межень в целом, типизируя распределение стока в его пределах.

При установлении емкости водохранилища, необходимой для обеспечения отдачи α , полагается, что в рассматриваемом случае можно исходить из стока меженного периода, отвечающего заданной обеспеченности. Этот сток может быть подсчитан путем обычного статистического расчета. Принимая типичное для используемой реки распределение стока на протяжении межени, и по ней установить искомую зависимость между отдачей и емкостью водохранилища. При значения α приближающихся к k_{Γ} , длительность расчетного периода стабилизируется, охватывая весь период межени. В этом случае потребная емкость водохранилища определяется по формуле:

$$\beta_{сез} = \alpha \cdot t - m \cdot k_M, \quad (1)$$

где $\beta_{сез}$ – сезонная составляющая емкость, выраженная в долях годового стока (коэффициента емкости); t – длительность меженного периода в долях года; m – доля меженного стока в годовом периоде; k_M – меженный сток расчетной обеспеченности в долях от среднего меженного стока.

Эта формула отвечает, в частности, переходному от сезонного к многолетнему регулированию $\alpha = k_{\Gamma}$.

При значительных размерах многолетней составляющей емкости можно принять, что сезонная составляющая должна определяться в расчете на среднюю по водности межень. Относя это положение к случаю полного регулирования стока, получаем для $\alpha = 1$ следующее значение сезонной емкости:

$$\beta_{сез} = t - m. \quad (2)$$

Следовательно, с помощью формул (1) и (2) установлены два крайних значения сезонной составляющей емкости, отвечающие с одной

стороны переходу от сезонного к многолетнему регулированию, а с другой стороны, предельному выравниванию стока.

Указанным условиям удовлетворяет формула (3) которая принимается для дальнейших исследований:

$$\beta_{сез} = \alpha \cdot t - m + m \frac{1 - k_M}{1 - k_\Gamma}. \quad (3)$$

При сравнительно небольшой разнице между коэффициентами вариации годового и межennaleго стока $C_{V\Gamma}$ и C_{VM} , а также $\alpha \geq k_{расч.\Gamma}$ (сезонная составляющая емкости многолетнего регулирования) можно использовать формулу:

$$\beta_{сез} = \alpha \cdot (t - m). \quad (4)$$

Формула (4) более приемлема для малых рек Шу-Талас-Ассинского водохозяйственного района (ВХР), которые характеризуются короткой волной половодья в теплый период года и продолжительной меженью (9 месяцев).

В ходе исследований выявлена закономерность, что длительность межени в долях года для всех малых рек рассматриваемого района приблизительно равна и составляет постоянную величину $t = 9/12 = 0,75 = const$. Соответственно половодье проходит в течении трех месяцев независимо, к какому типу питания относится малая река.

В результате исследований при $t = 0,75 = const$, можно построить номограмму для определения $\beta_{сез}$ (Рис.)

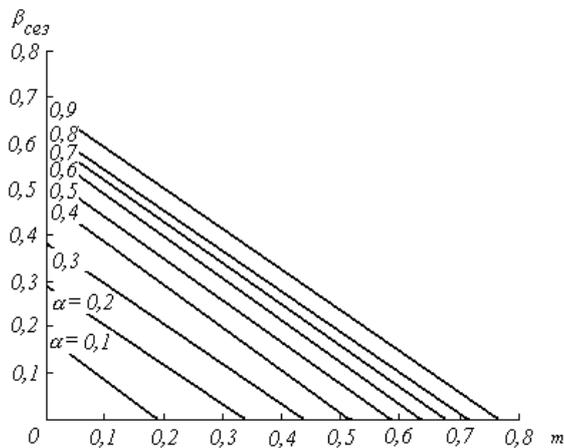


Рис. Номограмма $\beta_{сез} = f(\alpha, m)$.

Таким образом, благодаря учету предлагаемой постоянной величины (длительность межени в долях года) в формуле С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля, можно полноценно описывать внутригодовой сток малых рек Шу-Талас-Ассинского ВХР, а построенная в результате исследований номограмма облегчает процесс расчета по определению сезонной составляющей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. О способах определения сезонной емкости // Гидротехническое строительство. – 1945. – Вып. 10-11. – С. 1-3.
2. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 392 с.
3. Нарбаев М.Т., Касымбеков Ж.К., Нарбаев Т.И. Установление показателей внутригодового распределения стока малых рек Шу-Талас-Ассинского ВХР // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве / Сб. науч. тр. – Тараз, 2002. – 114 с.

ДГП НИИВХ

КӨПЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ РЕТТЕЙТІН КЕШЕНДІ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ПАЙДАЛЫ КӨЛЕМІНІҢ МЕЗГІЛДІК ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ

М.Т. Нарбаев

Техн. ғылымд. докторы Ж.К. Касымбеков

С.Н.Крицкийдің және М.Ф.Менкельдің формуласына тұрақты шама енгізілген (жыл ішіндегі төменгі сабаның бөлігі), соның негізінде пайдалы көлемнің мезгілдік құрамын анықтайтын номограмма тұрғызылған.

УДК 551.32

БАЛАНС И КИНЕМАТИКА МАССЫ ЛЕДНИКОВ ТЯНЬ-ШАНЯ НА ПРИМЕРЕ ЛЕДНИКА ТУЮКСУ

Канд. геогр. наук К.Г. Макаревич

На основе многолетних наблюдений рассматривается эволюция гляциосферы региона с короткими комментариями к фактическим данным.

Известно, что изменения режима ледников оценивается по нескольким показателям, как: 1 – баланс массы (самый весомый среди других), 2 – колебания фронта (длины) ледников, 3 – изменения высоты поверхности (толщины льда), 4 – изменения площади и объёма ледника, 5 – колебания скорости движения льда. Поскольку изменения баланса массы по-существу является следствием влияния климатических причин, то остальные показатели колебаний ледников являются следствием колебаний баланса массы. В связи с причинами климатического характера находится и внутренний массообмен ледников, выраженный изменениями кинематических параметров движущейся массы льда.

Ледник Центральный Туюксу (сокращенно Туюксу) является представительным для Тянь-Шанского региона. Он надёжно отражает сокращение гляциосферы на обширных пространствах гор Центральной Азии, ледники которой в подавляющем большинстве мало отличаются от ледника Туюксу по режиму и другим гляциологическим характеристикам.

Ледник Туюксу залегает в верховьях реки Малой Алматинки на северном склоне Заилийского Алатау в диапазоне высот 4219...3436 м с координатами 43°03' с.ш. и 77°05' в.д.

Сорок лет назад ледник оканчивался на высоте 3373 м, а еще раньше, в 1937 г. – 3369 м. Длина открытой части ледника в 1958 г. достигала 3,4 км, в 2000 г. 2,84 км. Среднее за период годовое отступление фронта языка составило 8,5 м. Эта величина равна среднему годовому отступанию всех ледников северных склонов Заилийского и Кунгей Алатау за 1955...1990 гг. На рис.1 представлена сумма годовых изменений длины ледника Туюксу за 1923...2000 гг. Отступая, ледник оставлял перед собой постоянно увеличивавшуюся котловину, заполнявшуюся тальми водами. В 1973 г. они вырвались из озерной ванны, образовали грандиозный гря-

зекаменный поток, который был остановлен благодаря искусственно созданной плотине в урочище Медео, спасшей Алма-Ату от разрушения.

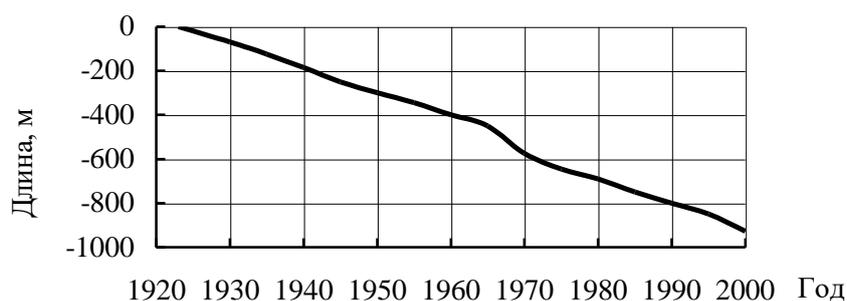


Рис. 1. Изменение длины ледника Туюксу за 1923...2000 гг.

С уменьшением длины ледника сокращалась и его площадь. В 1953 г. она равнялась 3,47 км², в 1958 – 3,14, в 1998 – 2,62, а к 2000 г. уменьшилась до 2,54 км² или почти на 27 %. Ледники северных склонов хребта за период с 1955 по 1990 г. сократились в площади на 29 %, на такую же величину уменьшилась площадь ледников северного склона Кунгей Алатау. Темпы сокращения площади ледников в обоих хребтах одинаковы – 0,8 % в год. Сокращение площади сопровождалось понижением поверхности ледника и уменьшением объема заключенного в нем льда: от 0,173 км³ в 1958 г. до 0,137 км³ в 1998 г. Разность между этими показателями в 36 млн. м³ определена на основе стереофотограмметрических съёмок и карт 1958 и 1998 гг., выполненных немецкими геодезистами ГДР и ФРГ. Относительное сокращение объемов льда в хребтах, упомянутых выше, за период 1955...1990 гг. составило 31...32 % и годовая убыль льда достигла 0,9 %. Изменение объемов льда в достаточно удаленном от северных хребтов массиве Ак-Шыйрак, приведенные к одному периоду, мало отличаются от изменения объемов льда в Заилийском Алатау.

Приведенная выше информация убедительно свидетельствует: о негативных изменениях морфометрических характеристик как ледника Туюксу, так и практически всех ледников региона. Если количественные показатели всех параметров колебаний по отдельным ледникам Тянь-Шаня и отличаются друг от друга, то всюду ярко выражена тенденция устойчивого сокращения длины, площади и объема льда всех ледников, нарушаемая редкими и не часто повторяющимися пульсациями.

Баланс массы. Как уже было отмечено выше, от баланса массы зависят изменения геометрических параметров ледников. В этом контексте ледник Туюксу является наглядным примером. Баланс массы ледника изучается

с 1956 г и по настоящее время и по продолжительности ряда входит в число первых десяти ледников мира. Для наблюдений за зимней и летней аккумуляцией и абляцией снега и льда применялась стандартная методика.

Ледник был покрыт сетью из 130...159 и более рек, а также снегомерными шурфами и маршрутами. Положение рек ежегодно фиксировалось геодезическими привязками, а шурфы и точки измерений на маршрутах наносились на карты глазомерно. Снегомерные работы проводились на водоразделе задней стены цирка и на относительно безопасных участках – склонах области питания. Геодезическими измерениями была охвачена область абляции вплоть до границы питания. На основе многочисленных гляциологических и геодезических измерений строились поля составляющих баланса массы и кинематики поверхности и по ним определялись их количественные характеристики. Плотная речная сеть позволяла с большой точностью фиксировать движение снеговой линии по леднику, часто осложняемое летними снегопадами, и следить за текущим балансом массы. Таким образом, на основе прямых наблюдений были получены достоверные данные о режиме ледника; а в совокупности с синхронными наблюдениями на других ледниках оценить его репрезентативность по отношению к другим ледникам Тяньшанского региона.

Во многих публикациях по леднику Туюксу подробно описаны вопросы методики измерений, приведены фактические данные; по всем составляющим баланса массы и сопоставления их с результатами наблюдений на других ледниках региона и т.д. В них также дается анализ влияния климатических факторов на современную эволюцию оледенения. Баланс массы ледника Туюксу, как и других ледников Тянь-Шаня, имел в непосредственно исследуемый период явно негативную тенденцию, сначала довольно умеренную, а затем весьма активную. Это хорошо видно из представленных здесь графиков хода баланса массы ледника за период с 1957 по 2001 гг. (рис. 2, 3).

На нем четко прослеживаются переход к указанной тенденции. Он приходится на 1972/73 балансовый год. До этого ледник в течение 8 из 16 лет имел положительный баланс и тем самым отчасти восстанавливал свои потери при отрицательных балансах других восьми лет. Средняя величина положительного баланса за 8 лет равнялась 25 г/см^2 , отрицательного баланса за остальные годы – 39 г/см^2 , а в среднем за 16 лет баланс составил -7 г/см^2 . Характерно, что положительный баланс повторялся через один – четыре года. После 1973 г. ход баланса массы резко изменился по

сравнению с умеренным периодом. Положительный баланс стал редкостью и повторялся через 9...11 лет. За период с 1973 по 2000 г., т.е. за 9 лет положительный баланс наблюдался два года (1981...1993гг.) и в сумме достиг всего лишь 71 г/см². За все остальные годы активного ухудшения баланса господствовали отрицательные показатели, средняя величина которых составила 64 г/см². Средний за 29 лет баланс равнялся -57 г/см², что в восемь раз превысило средний баланс в период умеренной тенденции. В целом же за период с 1956/57 по 2000/01 балансовые годы баланс массы опустился до -39 г/см, при этом только 10 лет наблюдался положительный баланс и в течение 35 лет отрицательный с экстремальными значениями от +60 до -148 г/см² [3, 4, 6, 7, 9, 11]. Самые высокие величины отрицательного баланса наблюдались во втором периоде (-110, -125, -147, -148 г/см²), тогда как в первом они не опускались ниже -78 г/см.

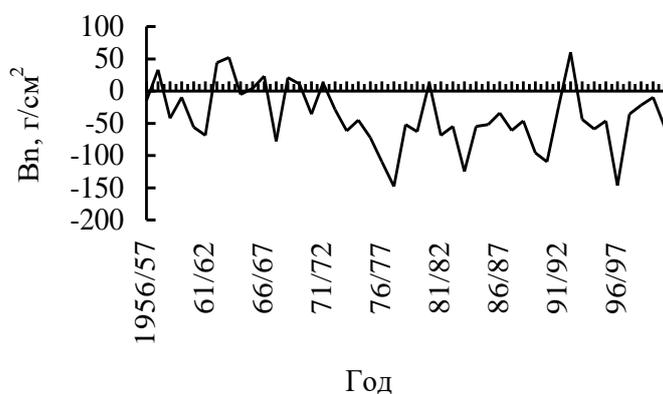


Рис. 2. Многолетний ход баланса массы ледника Центральный Туюксу.

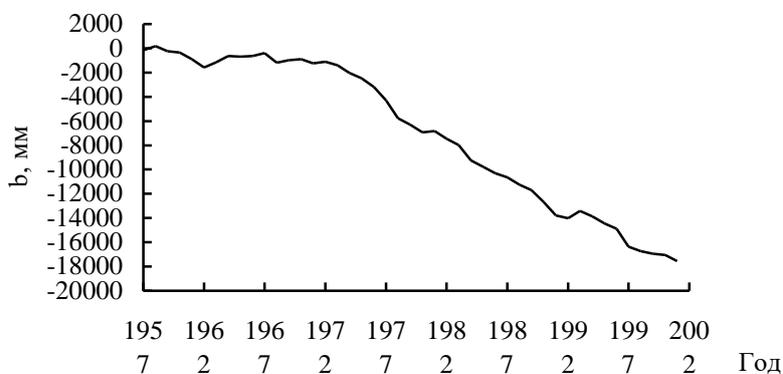


Рис. 3. Кумулятивный баланс массы ледника Туюксу, 1957...2001 гг.

Высоты границы питания, отождествляемые с фирновой линией, в указанные периоды эволюции ледника существенно отличались. Средняя высота в 1957...1972 гг. равнялась 3760 м, в 1973...2001 гг. 3860 м с экстремальными величинами соответственно периодам 3670...3800 и 3630...4219 м. С подъёмом границы питания в течение 30 лет значительно увеличилась область абляции ледника и вырос расход льда, которому принадлежит главная роль в формировании баланса массы. Баланс массы определяется климатическими факторами, главным образом атмосферной циркуляцией, от которой зависит приток тепла и влаги в Тяньшанский регион. В период умеренных колебаний баланса массы преобладала меридиональная циркуляция двух типов Е и С [1, 4, 5]. Циркуляция Е была более благоприятной для ледников, так как приносила повышенное количество осадков и сопровождалась понижением летних температур воздуха в гляциальной зоне. Другой тип С достаточно умеренно сменял первый, но резких ухудшений баланса массы не было, хотя наблюдались и отрицательные значения. Однако в период активного ухудшения балансовых характеристик ледника второй тип циркуляции С доминирует в атмосфере и тем самым способствует деградации ледника. Нет сомнений, что к этому типу циркуляции подключаются антропогенные воздействия на состояние атмосферы, но их масштабы не определены из-за отсутствия надежных количественных характеристик. К тому же следует сказать, что даже благоприятная для ледников циркуляция Е ослабила свое положительное влияние на жизнь ледника из-за уменьшения увлажненности и усиления притока тепла, что обычно было свойственно для циркуляции С, которая и теперь остается наиболее неблагоприятной для ледников. Уже в период после 1973 г. летние температуры воздуха возросли на 0,7...1,0 °С, поднялась граница питания выше нормы на 140 м, на 15...20 % от нормы уменьшилась аккумуляция, на 30 % увеличилась абляция, а максимально высокие величины отрицательного баланса на 200% превысили норму. В отдельные годы (1978, 1980) средняя летняя температура воздуха была на 1,6 °С выше нормы, а 1990 г. на 2,6 °С. Снеговая граница поднималась выше водораздела задней стены цирка ледника [3].

Период активного ухудшения баланса массы ледников других хребтов Тянь-Шаня начался также в 1972...1973 гг. Эта же тенденция наблюдалась и в Алайском хребте (1, 4, 13...15). Об этом свидетельствуют результаты прямых наблюдений на леднике Карабаткак в Терской Алатоо, ледниках Голубина в Киргизском хребте, Абрамова в Алайском хребте и на леднике

№ 1 в восточной части тьяншанского региона. Баланс массы этих ледников хорошо коррелируется с ледником Туюксу (коэффициент корреляции в пределах 0,61...0,80), что характерно и для ледников Альп и Каскадных гор в Северной Америке. Связи эти объясняются тем, что макросиноптические условия в соответствующих регионах охватывают большие территории и, независимо от индивидуальных особенностей ледников, подчиняют их своему воздействию в той или иной степени. При этом количественные характеристики их режима, как правило, могут отличаться, но тенденция их эволюции одинакова для всех ледников, исключая пульсирующие ледники, которые развиваются по своим законам, не игнорирующим климатические колебания. Таким образом, испытывая систематически негативный баланс, ледник Туюксу, как и многие другие сокращается по длине, площади и объёму, что и было показано в начале этой статьи.

Эпизодически наблюдаемый позитивный баланс массы в настоящее время не в состоянии остановить процесс убывания ледников. Его влияние на изменение морфометрии нижних частей ледников очень незначительно. Как течение текущего благоприятного года, так и со сдвигом до 5 лет ледник не в состоянии стабилизировать фронт языка и высоту его поверхности. Это объясняется решающей ролью абляции льда на нижнем участке языка и весьма малой величиной притока льда на этот участок, который не в состоянии компенсировать потери льда.

Кинематика ледника. Наблюдая за аккумуляцией, абляцией и движением границы питания мы получаем данные о внешнем массообмене ледника. Зная баланс массы ледника в целом, остается неизвестным, как изменяется масса вследствие её перемещения сверху вниз, достаточна ли компенсация вынесенного из области аккумуляции льда атмосферными осадками (единственным источником пополнения ледниковых запасов) и насколько приток льда на язык может восстановить потерянные при абляции массы. Разделом кинематических областей оттока и притока льда служит кинематическая граница питания (КГП). В отличие от внешней границы питания КГП более устойчива, и кинематические области питания (КОП) и области абляции (КОА) год от года изменяются незначительно. Разделенные же границей питания ELA (по терминологии Мировой службы мониторинга ледников) области аккумуляции и абляции значительно варьируют по площади вплоть до «катастрофического» состояния, когда весь ледник становится областью абляции для ранее накопленных запасов. Так, в период наблюдений за кинематикой ледника Туюксу в 1977...1992 гг. коле-

бания высоты КГП не превосходили 90 м. В тот же период размах колебаний ЕЛА составил 450 м и весь ледник освобождался от снега. Естественно и баланс массы в этих случаях был экстремально отрицательным. Отсутствие необходимой компенсации потерь льда в КОП, и, как следствие, в КОА сказывается на изменении массы всего ледника и его деградации, что нам уже известно из стандартных оценок баланса массы. Изменение массы в кинематическом понимании практически тождественно балансу массы ледника в гляциологическом понимании. Рассматриваемый здесь период изучений кинематики ледника Туюксу совпал с крайне неблагоприятными для него климатическими условиями, которые продолжаются и в настоящее время (Таблица 1). Поэтому сейчас не приходится рассчитывать на то, что динамика массы льда будет способствовать улучшению гляциологического и кинематического режимов ледника. В таблице 1 представлена полная картина кинематики массы ледника Туюксу за 15 лет. Данные в ней являются результатом геодезических измерений, проводимых ежегодно в конце балансового года. Обращаю внимание на то, что все 3...4-х метровые рейки, маркировавшие поле ледника в КОА, из года в год перебуривались строго в той точке, где они были установлены первый раз. Геодезическая привязка их велась одновременно с двух опорных пунктов, связанных между собой и речником на леднике портативными приемопередающими радиостанциями. Измерения проводились в конце абляционного периода перед самым началом нового балансового года. В это же время ежегодно осуществлялась съёмка фронта ледника, через пять лет топографическая съёмка всей доступной части ледника.

Специфика поверхности ледников, характерная для долинных ледников альпийского типа, не позволяла нам устанавливать речные пункты в области питания и вести там прямые геодезические измерения. Поэтому масса льда, вынесенная из КОП, оценивалась по ее притоку в КОА ниже кинематической границы питания. В таблице 1 для сравнения даны высоты границ ЕЛА и КГП и отношение определяемых ими площадей аккумуляции к площади всего ледника.

Из таблицы 1 следует, что в течение 15 лет (1977...1992 гг.) только один раз поверхность ледника незначительно повысилась +0,11 м (1981 г.). В остальные годы происходило ее систематическое понижение с амплитудой от -0,24 до -1,48 м. Чистый годовой баланс массы в КОП составил 0,18м, недостаточный для компенсации выноса льда в КОА, который достиг в среднем -0,95 м.

Основные показатели кинематики массы ледника Туюксу в 1977...1992 гг.

| Год | КОП | | | | КОА | | | | | Ледник в целом | | | | | | |
|-------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | S_l , км ² | V_{hf} , м/г | b_{nf} , м/г | V_{sf} , м/г | S_2 , км ² | V_{ri} , м/г | V_{hi} , м/г | b_{ni} , м/г | V_{si} , м/г | S_3 , км ² | V_s , м/г | $KГП$, м | AAR , % | ΔL , м/г | ELA , м | AAR , % |
| 1977/78 | 1,00 | -1,85 | -0,10 | -1,86 | 2,10 | 13,8 | 0,88 | -2,18 | -1,30 | 3,10 | -1,47 | 3830 | 32 | -16 | 4210 | 6 |
| 1978/79 | 1,00 | -0,84 | +0,34 | -0,50 | 2,10 | 12,6 | 0,40 | -0,93 | -0,53 | 3,10 | -0,52 | 3830 | 32 | -15 | 3850 | 25 |
| 1979/80 | 1,22 | -1,06 | +0,29 | -0,77 | 1,88 | 10,8 | 0,69 | -1,23 | -0,54 | 3,10 | -0,63 | 3800 | 39 | -5 | 3850 | 26 |
| 1980/81 | 1,80 | -0,51 | +0,55 | +0,04 | 1,21 | 10,8 | 0,80 | -0,56 | +0,23 | 3,10 | +0,11 | 3760 | 61 | -12 | 3760 | 61 |
| 1981/82 | 1,14 | 1,07 | +0,40 | -0,66 | 1,88 | 10,9 | 0,65 | -1,26 | -0,61 | 3,02 | -0,63 | 3800 | 38 | -10 | 3800 | 38 |
| 1982/83 | 0,85 | -1,02 | -0,09 | -1,21 | 2,17 | 10,0 | 0,44 | -0,96 | -0,56 | 3,02 | -0,71 | 3850 | 24 | -29 | 3930 | 24 |
| 1983/84 | 1,14 | -0,64 | -0,44 | -1,08 | 1,88 | 9,8 | 0,39 | -1,81 | -1,42 | 3,02 | -1,29 | 3800 | 38 | | 4050 | 10 |
| 1984/85 | 1,23 | -0,68 | +0,13 | -0,55 | 1,79 | 10,2 | 0,47 | -0,91 | -0,44 | 3,02 | -0,48 | 3810 | 41 | -7 | 3840 | 34 |
| 1985/86 | 1,05 | -1,05 | +0,39 | -0,66 | 1,81 | 9,3 | 0,61 | -1,24 | -0,63 | 2,86 | -0,64 | 3810 | 37 | -19 | 3850 | 34 |
| 1986/87 | 1,15 | -0,55 | +0,26 | -0,29 | 1,71 | 9,3 | 0,36 | -0,79 | -0,42 | 2,86 | -0,37 | 3795 | 40 | -11 | 3800 | 40 |
| 1987/88 | 1,20 | -0,91 | +0,22 | -0,69 | 1,61 | 9,9 | 0,68 | -1,23 | -0,55 | 2,81 | -0,61 | 3780 | 42 | -18 | 3835 | 35 |
| 1988/89 | 1,13 | -1,06 | +0,22 | -0,84 | 1,68 | 9,8 | 0,72 | -0,86 | -0,14 | 2,81 | -0,43 | 3800 | 40 | -13 | 3825 | 37 |
| 1989/90 | 1,13 | -1,26 | +0,17 | -1,08 | 1,62 | 9,7 | 0,88 | -1,78 | -0,90 | 2,75 | -0,98 | 3785 | 41 | -19 | 3885 | 28 |
| 1990/91 | 1,12 | -0,84 | -0,33 | -0,37 | 1,63 | 9,9 | 0,58 | -1,62 | -1,04 | 2,75 | -1,09 | 3800 | 38 | -(8) | 3950 | 22 |
| 1991/92 | 1,04 | -1,25 | +0,51 | -0,74 | 1,71 | 10,4 | 0,76 | -0,70 | 0,06 | 2,75 | -0,24 | 3800 | 38 | -(8) | 3800 | 38 |
| Ср. 1977/92 | 1,15 | -0,95 | +0,18 | -0,76 | 1,78 | 10,5 | 0,61 | -1,23 | -0,62 | 2,93 | -0,67 | 3803 | 39 | - | 3880 | 30 |

Примечание: КОП – кинематическая область аккумуляции, КОА – кинематическая область абляции, S – площадь кинематических областей питания и абляции; b_{nf}, b_{ni} – баланс массы соответствующих областей.; где f, i – индексы областей питания (КОП) и абляции (КОА); V_h – изменение высоты поверхности за счет движения; V_s – суммарное изменение высоты поверхности за счет аккумуляции, абляции и движения в соответствующих областях и в целом по леднику; V_{ri} – горизонтальная компонента скорости льда.

В сумме поверхность ледника в КОП понизилась на 11,6 м или 0,77 м/год. Приток льда в КОА составил 0,61 м и год от года колебался в пределах от 0,36 до 0,88 м. В сумме он равнялся 9,15 м. Средняя величина чистого баланса здесь достигла – 1,23 м с амплитудой от 0,7 до 2,18 м, а в сумме поверхность КОА понизилась от абляции на 18,45 м. Приток льда из КОП компенсировал потери в КОА только наполовину (49,5 %), что привело к понижению поверхности КОА на 0,62 м/год. В целом поверхность ледника опускалась на 0,67 м/год.

Из приведенных данных следует, что область питания за годы наблюдений испытала большее понижение высоты поверхности по сравнению с областью абляции. Это подтверждается появлением в приводораздельных участках КОП выходов скал, которых в течение многих предыдущих лет не наблюдалось. Большой вынос массы объясняется усилением абляций в КОП, увеличением воды в леднике, перемещением в верх зон льдообразования и даже исчезновения верхних из них в связи с повышением летних температур воздуха. Однако, указанное соотношение в изменении высот в КОП и КОА было иным в предыдущих периодах (таблица 2).

Таблица 2

Скорости изменения высоты поверхности ледника Туюксу в результате движения льда и внешнего массообмена за разные периоды

| Период | Область питания | | Область абляции | | Весь ледник |
|--|-----------------|----------|-----------------|----------|-------------|
| | V_{hf} | V_{sf} | V_{hi} | V_{si} | V_s |
| 1977...1992 | -0,95 | -0,77 | 0,61 | -0,62 | -0,62 |
| 1958...1972 | -0,59 | 0,08 | 0,61 | -0,26 | -0,10 |
| 1937...1964 | -0,52 | 0,08 | 0,54 | -0,35 | -0,12 |
| Среднее за 1939, 1943, 1944, 1958...1962 гг. (годы с наивысшим поднятием снеговой линии) | -0,81 | -0,26 | 0,50 | -0,57 | -0,45 |

Примечание: Индексы и обозначения см. таблицу 1.

Так понижение поверхности в области абляции за период 1958...1972 гг. составило 0,26 м/год, а в сумме 3,64 м, т.е. в 2 раза меньше, чем в 1977...1992 гг. В период 1937...1964 гг. скорость изменения массы в области питания равнялась +0,08 м/год, а с учетом изменявшейся площади аккумуляции + 0,18 м/год. В области абляции поверхность понижалась со скоростью – 0,35 м/год, а в целом по леднику – 0,12 м/год, что в 5 раз меньше по сравнению с 1977...1992 гг. Эти данные свидетельствуют о том, что климатический фон в начале 20 века был более благоприятен для оле-

денения. По достаточно достоверным расчетам реконструкции баланса массы за ненаблюдаемые годы в совокупности с прямыми наблюдениями во второй половине прошлого столетия его средняя величина за 1879...1990 гг. составила $-0,11$ м [3]. Понятно, что этот показатель образовался под влиянием подавляющего отрицательного баланса последних пятидесяти лет. Кинематические данные по леднику были сопоставлены с аналогичными наблюдениями на леднике Шумского в Джунгарском Алатау, так как в Тянь-Шане таких измерений нигде не проводилось. Сравнимые периоды не идентичны друг другу, но учитывая их длительность сопоставления вполне допустимы. Средняя величина притока льда на язык ледника Шумского составила за 18 лет с 1966 по 1984 гг. $0,62$ м/год, столько же, сколько поступало льда в КОА ледника Туюксу. Чистый годовой баланс был выше у джунгарского ледника ($-0,86$ м/год), у ледника Туюксу $-1,23$ м/год, а понижение поверхности первого в области абляции составило $-0,24$ м/год, у второго $-0,62$ м/год. Ход изменений высоты поверхности в областях абляции обоих ледников и их чистого баланса массы практически одинаков, что свидетельствует о синхронности влияний климатических колебаний на режим ледников [11].

Большое количество различных данных, полученных при изучении кинематики, не может быть проанализировано в рамках данной статьи. На некоторых из них остановлюсь очень коротко. Как уже было сказано выше, только один 1980/81 год имел положительный баланс. Это привело к увеличению притока льда в КОА до $0,8$ м, что на $0,21$ м превысило среднюю величину притока за 15 лет. Чистый баланс массы в КОА составил $0,56$ м, а изменение массы завершилось увеличением высоты поверхности до $+0,23$ м. В КОП вынос массы льда в этот год сократился до $-0,51$ м, а чистый баланс составил $0,55$ м. Улучшение балансовых показателей явилось следствием увеличения количества осадков и понижения интенсивности абляции благодаря низким летним температурам воздуха. Как это сказалось на изменении длины ледника показал анализ скорости льда (V_{il}) и изменение высоты притока (V_h) по продольной оси языка вниз от КГП. Оказалось, что показатели возрастают на участке сужения ледника, что характерно для долинных ледников, и уменьшаются в нижней части языка. Дефицит притока особенно сказывается на самом нижнем приконцевом участке, где он почти в 5 раз меньше чистой абляции льда. В 1981 г. лед двигался здесь со скоростью менее 1 м/год, а скорость поверхности составила $0,53$ м/год, что в три раза меньше слоя стаявшего льда ($1,53$ м). Замедление отступления по срав-

нению с другими годами было следствием уменьшения абляции льда на конце, которая в современных климатических условиях преобладает над скоростью движения льда и поверхности. Поэтому в 1981 г. ледник отступил всего на 5 м. По расчетам оказалось, что скорость отступления за счет абляции в 1977...1984 гг. превосходила в 10 раз величину наступания (0,9 м) за счет движения. Это соотношение в среднем сохранялось все 15 лет. В 1958, 1963, 1964 и 1972 годах при лучшем взаимодействии внешнего массообмена с кинематикой поверхности наблюдались небольшие наступания или стационарирование фронта. Это говорит о том, что ледник Туюксу быстро реагирует на изменение внешних условий. Для этого ему не нужно многих лет положительного баланса массы.

Из исследований изменений чистого баланса B_{ni} как функции высоты, V_{hi} как функцию кинематики, V_{si} и ΔL (длины ледника) как результата взаимодействий внешних условий и кинематики следует, что на всем протяжении продольной оси ледника в КОА, близкой к линии тока и геометрической оси, ледник не получает полной компенсации затраченного при абляции льда. В верхней и средней части КОА сумма дефицита массы составляет $-5...-8$ м, в нижней возрастает до 31 м, что за год равно, соответственно $-0,3...-0,5$ м и более 2 м. В итоге средняя скорость льда в самой нижней части упала до нуля. Из-за нехватки дотации льда из КОП происходит сокращение длины ледника, которая за 15 лет достигла 180 м.

Исследования скорости льда, как функцию баланса массы в кинематической области абляции, показали следующее: скорость V_{ri} направлена в сторону убывания и во времени согласуется с кумулятой V_s всего ледника и тенденцией к уменьшению толщины льда. В годовых периодах колебания балансовых характеристик не отражаются на изменениях скорости льда, которая более инерционна по сравнению с динамичностью балансовых параметров. На фоне отрицательного тренда, изменения скорости льда год от года происходят неравномерно, если не сказать хаотично, что не связано с колебаниями толщины льда. Отсутствие связей между V_{ri} и V_s подтверждает выводы об отсутствии тесных связей изменений длины ледника ΔL с V_s [10]. Нет прямой связи между изменениями V_r и V_h по длине и площади ледника, ход которых определяется формой ложа и углом наклона поверхности. V_r как самостоятельный показатель эволюции, самым тесным образом связан с толщиной льда, является его функцией. Но этот факт имеет значение только в достаточно продолжительных периодах (не менее 5 лет). По этому вопросу имеется много сведений о больших амплитудах колебаний скорости льда при неизменной его толщине. В более

длительных периодах при заметном уменьшении или увеличении толщины льда изменения скоростей, измеренных в разные годы, могут сами свидетельствовать о текущей эволюции ледника без каких-либо других показателей. Так, на леднике Туюксу максимальные скорости движения, равные в 1956...1965 гг. 22...24 м/год, в 1977...1992 гг. уменьшились до 16 м/год. Средняя взвешенная по площади КОА скорость движения в последний период равнялась 10,5 м/год с экстремальными от 9,3 до 13,8 м/год.

Помимо большого количества данных прямых наблюдений на леднике Туюксу и результатов сопоставлений различных геометрических параметров ледников на основе картографических материалов имеется много косвенных сведений об изменении высоты снежно-ледовых образований на вершинах Заилийского Алатау. Приведем два примера.

В 1943 г. Г.А. Авсюк определил высоту главной вершины Заилийского Алатау, трапецию Талгара, в 5017 м. Спустя 20 лет на картах появилась ее новая отметка 4974 м. Геодезисты это объясняют ошибками измерений. Однако вряд ли они при этом учитывали гляциологический фактор, который несомненно оказывает влияние на колебания высотных отметок вершин, не имеющих выходов скал и подверженных аккумуляции, абляции и движению льда. Автор дважды в 1949 и в 1951 гг. поднимался на Талгар, который поражает восходителей своим огромным ледяным панцирем многометровой толщины, вытянутым на сотни метров по водоразделу осевого хребта. Вершина расположена почти на 1000 м выше нулевой изотермы и не подвержена абляции в той мере, какую испытывают ледники на более низких хребтах. Поэтому потерю высоты за двадцать лет со скоростью около двух метров в год можно объяснить выдавливанием льда под действием силы тяжести в сторону областей питания двух ветвей из четырех самого большого в Заилийском Алатау ледника Корженевского. В климатической ситуации от середины до конца 20 века аккумуляция снега на вершине была не в состоянии компенсировать сток льда, что зафиксировано на леднике Туюксу. И вершина теряет высоту. Проверить этот гипотетический вывод можно лишь прямыми гляциогеодезическими измерениями.

Другой пример. Верховья ледника Туюксу увенчаны пиком Погребецкого. В 1937 г. топографы Р.Г. Тимофеев и В.В. Кислицин сделали съёмку ледника Туюксу и определили высоту пика в 4231 м. В 1950 г. автор отметил существование переметного ледника на южных склонах пика Погребецкого и большую заснеженность водораздела. В 1958 г. геодезисты из Высшей Технической Школы (Дрезден) провели стереофотограм-

метрическую съёмку ледников Туюксу и на карте появилась новая отметка пика Погребецкого 4219 м, что на 12 м ниже отметки 1937 г. «Понижение» высоты шло со скоростью 0,6 м/год, что вполне согласуется с величиной изменения высоты поверхности в КОП в 1977...1992 гг. Вполне вероятно, что в 1937 г. пик Погребецкого был покрыт снежно-фирновой шапкой, которая постепенно утоньшалась, обнажив скалы, которые теперь устойчиво венчают вершину. И главную роль в этом процессе играли недостаток аккумуляции, абляция и сток льда. Переметный ледник почти полностью растаял и только в некоторые годы его бывшее ложе покрывается снегом. В 1998 г. баварские стереофотограмметристы из Технического Университета (Мюнхен) повторили съёмку ледников Туюксу и не усомнились в высоте пика Погребецкого.

Два приведенных факта не единичны. Не раз мы слышали от геодезистов о несоответствии новейших высотных отметок вершин прежним их отметкам. И всегда речь шла о вершинах, покрытых снегом и высота их обычно не превышает 4500 м.

Из коротких комментариев к фактическим данным по балансу и кинематики массы ледника Туюксу следует ряд основных выводов:

- На протяжении почти полувекового периода прямых наблюдений четко прослеживается тренд к убыванию размеров ледника равно как и других ледников Тяньшанского региона по всем геометрическим параметрам длины, площади и массы;

- Практически все ледники подвержены вынужденным колебаниям указанных параметров. На фоне отрицательного тренда прослеживается быстрая реакция ледника Туюксу на улучшение внешних факторов, что немедленно отражается на росте его массы и сокращения размеров отступления;

- При относительно небольших колебаниях кинематической границы питания колебания выноса массы льда из КОП и притока его в КОА невелики и в целом достаточно устойчивы по сравнению с колебаниями высоты поверхности в обеих областях, зависящими в большей степени от внешних условий, чем от кинематики его массы;

- Не обнаружено связи скорости льда V_r как функции V_s в краткосрочных отрезках времени. Однако, такая связь есть в долгосрочном периоде: кумуляты баланса массы и движения сходны и их тренд одинаков, указывая на сокращение массы и падение скорости;

- При отсутствии данных о массообмене ледника скорость льда может самостоятельно выступать в качестве характеристики его эволюции;

- Нет связей между сокращением длины ледника и изменением массы льда в годовых отрезках времени, но в длительных периодах видна одинаковая и почти параллельная тенденция к уменьшению массы и длины ледника. На годовые изменения фронта ледника влияют и такие не режимные факторы, как углы наклона ложа приконцевого участка языка, покрытие мореной контура льда, угол и толщина льда на конце.

- Рассмотрение режима ледника по кинематическим областям показало, что ледник не в состоянии получать компенсацию выносимых из области питания масс льда и компенсировать в области абляции потери льда вследствие его стаивания. Оценку условий стационарности или неустойчивости ледника следует вести через изменения массы в кинематических областях и в целом по леднику. Только при одновременном учете основных параметров внешнего массообмена ледника и кинематики его массы, закономерностей их изменений во времени возможно объективно моделировать эволюцию ледников, реконструкцию и прогноза их формы, размеров и режима.

- Приведенные в докладе факты об эволюции ледника Туюксу сигнализируют об опасной ситуации, которая в недалеком будущем может возникнуть в водном балансе горного региона и прилегающих к нему равнин. С сокращением ледников со временем уменьшится сток рек, особенно в летние периоды, когда резко возрастает потребность в воде водоёмных отраслей хозяйства.

Как в ближайшем и отдаленном будущем будет развиваться режим ледников сказать трудно. Только надежный климатический прогноз мог бы содействовать гляциологическому прогнозу, исходя из того, что ледники весьма чутко реагируют на любые климатические колебания. Дальнейшая эволюция ледника Туюксу оценивается по-разному. По одной версии, высказанной в середине прошлого века, ледник не исчезнет, а только существенно истощится к 2340 году. По другой - ледник растает в третьей четверти 21 века в связи с прогнозируемым повышением глобальной температуры воздуха. Исходя из темпов эволюции за 40 наблюдаемых лет (1958...1998) исчезновение ледника Туюксу по площади должно затянуться на 200 лет, а по массе – 120 лет. Такая же участь ожидает многие ледники Тянь-Шаня. И только в самых верхних частях горной страны ледникам не грозит исчезновение в ближайшие сто и более лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзин В.Б. Баланс массы ледника Голубина за 1959-60 гг. // МГИ, 1985. – Вып. 53 С. 44-55.

2. Байдал М.Х. Колебания режима ледников в связи с микроциркуляционными эпохами. // МГИ, 1964. – Вып. 10. – С. 112-120.
3. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы, 2001. – 252 с.
4. Вилесов Е.Н. Баланс массы ледника Туюксу в последнее десятилетие 20 века. / Гидрометеорология и экология. – 2003. – № I. – С. 80–84.
5. Диких А.Н. Режим современного оледенения Центрального Тянь-Шаня. – Фрунзе: изд. Илим, 1982. 154 с.
6. Ледники Туюксу. – Макаревич К.Г. и др. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 171 с.
7. Макаревич К.Г. и др. Оледенение Заилийского Алатау. – М.: 1969. – 288 с.
8. Макаревич К.Г., Денисова Т.Я. Климатическая обусловленность гидрологического режима ледников. // Гляциологические исследования в Казахстане. 1973. – Вып. 9. – С. 39-49.
9. Макаревич К.Г. Ледник Туюксу. – Алма-Ата, изд. Кайнар, 1985. – 17 с.
10. Макаревич К.Г., Тюлина Т.Ю. Перемещение конца ледника Туюксу и годовой баланс его массы. // МГИ, 1991. – Вып. 73. – С. 122-125.
11. Оледенение Тянь-Шаня (под ред. М.Б. Дюргерова) – М.: 1995, 171 с.
12. Пальгов Н.Н. Современное оледенение Заилийского Алатау. – Алма-Ата, 1958. – 312 с.
13. Glacier Mass Balance // Bulletin №5 (1996-1997), Zurich IAHS – UNEP – UNESCO. – 96 p.
14. Glacier Mass Balance // Bulletin №6 (1998-1999), Zurich IAHS – UNEP – UNESCO. – 96 p.
15. Glacier Mass Balance // Bulletin №7 (2000-2001), (в печати).
16. Fluctuations of Glacier, 1990-1995, World Glacier Monitoring Service. – Zurich IAHS – UNEP – UNESCO, 1998. – Vol. VII. – 291 p.

Институт географии

**ТҰЙЫКСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА ТЯНЬ-ШАНЬ
МҰЗДЫҚТАР МАССАСЫНЫҢ БАЛАНСЫ МЕН
КИНЕМАТИКАСЫ**

Геогр. ғылымд. канд. К.Г. Макаревич

Көпжылдық бақылаулардың негізінде, деректері қысқа мерзімдегі аймақта гляциосфераның эволюциясын қарастырған.

УДК 551.324

**ДЕГЛЯЦИАЦИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДНИКОВОГО СТОКА В
БАССЕЙНЕ Р. УСЕК В ДЖУНГАРСКОМ АЛАТАУ**

Доктор геогр. наук

Е.Н. Вилесов

В.И. Морозова

На основе повторных аэрофотосъемок, цифрового картографирования и выявленных связей абляции с летней температурой воздуха определены темпы деградации оледенения, величина ледникового стока и его роль в суммарном стоке р. Усек за 40 лет (1956...1995 гг.).

Река Усек со своими притоками дренирует территорию южного макросклона Южного Центрального хребта Джунгарского Алатау и северных склонов хребтов Ит-Чеку и Тышкантау. Отроги Южного Центрального хребта делят бассейн р. Усек на три части, занятые водосборами рек Большого, Среднего и Малого Усека. Средний Усек является притоком р. Большой Усек. В пределах низкогорий Джунгарского Алатау Большой и Малый Усек сливаются и образуют реку Усек, которая выходит на предгорную равнину и впадает в реку Или. Общая площадь водосбора р. Усек составляет 1131 км² со средней высотой около 3000 м.

В верховьях Усека находятся современные ледники, талые воды которых составляют существенную долю в питании реки. По откорректированным нами данным Каталога ледников [5], в середине прошлого века (в 1956 г.) в бассейне Усека насчитывалось 255 ледников общей площадью (без морен) 105,2 км² и объемом, рассчитанным по известной формуле Н.В. Ерасова [4], 2,8076 км³.

Последние десятилетия 20 века отличались заметным изменением климата в регионе в сторону потепления. Это обстоятельство существенным образом отразилось и на состоянии ледников бассейна. Об этом убедительно свидетельствуют материалы аэрофотосъемки 1990 г., анализ которых по региону Южной Джунгарии представлен в наших работах [1, 2]. Согласно последним, в 1990 г. в бассейне реки Усек остались в “живых” лишь 129 ледников с площадью 62,465 км² и объемом 1,635 км³. Таким образом, за 34 года (1956...1990) число ледников уменьшилось почти вдвое

на 126 (на 49,4 %), их площадь сократилась на 42,735 км² (на 40,6 %), а объем льда – на 1,1726 км³ (на 41,8 %).

По терминологии В.Г. Ходакова [6], ныне в бассейне Усека развито в основном дисперсное и среднее полудисперсное горное оледенение. В 1990 г. средняя площадь ледника здесь составляла 0,48 км². Самым крупным является долинный ледник Гляциологов (№ 290) площадью 4,5 км² в верховьях р. Малый Усек.

Средняя скорость сокращения площади ледников за весь период составила 1,26 км²/год, или почти по 1,2 %/год, то есть в 1,5 раза быстрее, чем на северном склоне соседнего Заилийского Алатау, где оледенение за то же время сокращалось по 0,8 %/год [3]. Средняя толщина ледников, включая их области питания, уменьшилась на 3...13 м, а по бассейну Усека в целом утоньшение составило 5 м.

За рассматриваемый период средняя длина ледников сократилась с 1,13 до 0,75 км, т.е. на 380 м (на 34,1 %, по 1 % в год). Средняя же скорость отступления концов языков ледников составила 10 м/год. Концы ледников поднялись в среднем на 65 м – от 3388 до 3453 м.

Такие темпы сокращения оледенения являются, по-видимому, максимальными в регионе гор Юго-Восточного Казахстана и обусловлены общей южной экспозицией макросклона хребта. Очевидно, что столь интенсивная деградация оледенения не могла не сказаться на изменении величин суммарной абляции и ледникового стока. Для расчета ежегодной удельной суммарной абляции A (мм) использована ее тесная связь со средней летней (июнь-август) температурой воздуха t (°C) на средней многолетней высоте снеговой границы, равной 3700 м. Формула этой связи получена нами на основе анализа 25-летнего (1967...1991) ряда массбалансовых измерений на леднике Шумского (бассейн р. Баскан, на северном склоне Джунгарского Алатау) и имеет вид:

$$A = (t + 10,6)^3.$$

В качестве базовой взята М Жаркент (бывший Панфилов), расположенная в долине р. Усек на высоте 641 м, в 50 км к югу от ледников. Величина вертикального градиента температуры принята равной 7 °C/км, а температурного скачка (при переходе от неледниковой поверхности к ледниковой) – 1 °C.

Для расчета объема талых ледниковых вод необходимо также иметь сведения о площади льда за каждый год. При наличии точных данных о площади оледенения во всех частных бассейнах за “реперные” годы (1956 и

1990 г.) разность площадей между ними распределена пропорционально удельной суммарной абляции. Величины площадей льда за пределами 1990 г. (до 1995 г.) получены путем экстраполяции тенденции их изменения в последние десятилетия. С точки зрения гляциологии, знание распределения площадей ледников и их изменений во времени необходимо и для определения степени оледенения, характеризующей долю площади ледников в общей площади речного бассейна, замыкаемой гидростами на реках Большой (1,7 км выше впадения р. Малый Усек, площадь водосбора 724 км²) и Малый (0,2 км выше слияния с р. Большой Усек, площадь водосбора 407 км²) Усек. За 40 лет степень оледенения по бассейну в целом, в соответствии с уменьшением площади льда со 105,2 до 55,7 км², сократилась почти вдвое – с 9,3 до 4,9 %.

Рассчитанные по изложенной выше методике годовые величины ледникового стока исследуемого бассейна, а также его 5-летние скользящие средние и линия тренда представлены на рис. 1.

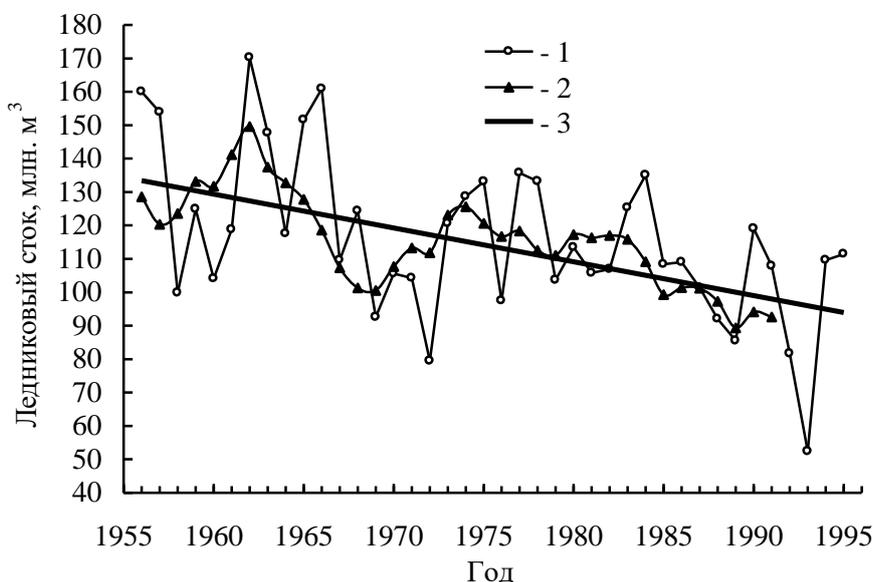


Рис. 1. Ледниковый сток р. Усек. 1 – ледниковый сток за каждый год, 2 – пятилетние скользящие средние, 3 – линия тренда.

Уравнение тренда $y = 2114,6 - 1,013x$, где y – ледниковый сток, млн. м³, x – годы.

Полученное из расчетного 40-летнего ряда среднее многолетнее значение ледникового стока бассейна р. Усек составляет 116,1 млн.м³ (без

учета жидких осадков, выпадающих на поверхность ледников в летнее время). Экстремальными годами в этом ряду были 1962-й с максимумом стока $Q_{max} = 170,2$ млн. м³ и 1993-й с минимумом стока $Q_{min} = 52,4$ млн. м³. Здесь следует заметить, что для условий стабилизации (стационарности) оледенения или при его медленной деградации характерна малая величина отношения Q_{max}/Q_{min} (в Заилийском Алатау за 1930...1990 гг. она равна 1,4 [3] при величине Q_{max}/Q_{min} для суммарного речного стока, равной 1,6), свидетельствующая о малой же межгодовой изменчивости ледникового стока. В условиях же очень быстрой дегляциации, которую мы наблюдаем в бассейне Усека, картина резко меняется: величина $Q_{max}/Q_{min} = 3,25$ ледникового стока существенно превышает $Q_{max}/Q_{min} = 2,0$ общего речного стока.

Как и следовало ожидать, максимум ледникового стока (в отдельные годы до 160 млн. м³) приходится на начальный отрезок исследуемого периода, конец 50-х – начало 60-х гг. 20 века, когда площадь оледенения была еще достаточно велика (> 100 км²). Во второй половине 60-х – начале 70-х гг. отмечается уменьшение ледникового стока до 100 и даже до 80 млн. м³, связанное с преобладанием в этом периоде многоводных (многоснежных) лет, какими были, например, 1966, 1969, 1972 и др. Начиная с 1973 г. и по настоящее время происходит постоянное сокращение ледникового стока, несмотря на вызванное повышением летних температур возрастание удельной суммарной абляции до 1900...2000 мм, которое уже не в состоянии компенсировать сокращение ледниковой площади. В последнюю пентаду периода (1991...1995 гг.) ледниковый сток составил лишь 92,6 млн. м³, то есть на 48,6 млн. м³ (или на 34,4 %) меньше, чем в пентаду 1961...1965 гг. За 40 лет за счет ледникового питания в р. Усек поступило 4,6 км³ воды.

Сопоставление временных рядов ледникового и суммарного речного стока за 40 лет показывает их достаточно выраженную асинхронность: как правило, годам с высокой водностью общего стока соответствуют годы пониженного ледникового стока и наоборот, чем, собственно, и определяется некоторое регулирующее влияние ледников на колебания речного стока. Названная закономерность выявляется и при сравнении интегрально-разностных кривых стока (рис. 2 и рис. 3), особенно для периода 1973...1995 гг.

Начиная с 80-х гг. в ходе этих кривых четко проявляется их разная направленность: сокращение ледникового стока, связанное с постоянным уменьшением степени оледенения бассейна, и увеличение суммарного стока р. Усек. Так, в пентаде 1986...1990 гг. его объем составил 650,5 млн. м³, на 1 5% выше нормы (при объеме стока в 1988 г.

791,2 млн. м³), а в пентаде 1991...1995 – 603,9 млн. м³, на 7 % выше нормы. Это увеличение суммарного стока объясняется, прежде всего, существенным увеличением поступления осадков на водосбор. По данным метеостанции Жаркент, в пентаде 1986...1990 гг. осадки составили 236,1 мм, на 27 % выше нормы. В 1993 г. на этой метеостанции зафиксирован максимум осадков за 83 года наблюдений – 329 мм, в 1,8 раза больше нормы. В последней пентаде 20 века величины осадков и стока были около нормы.

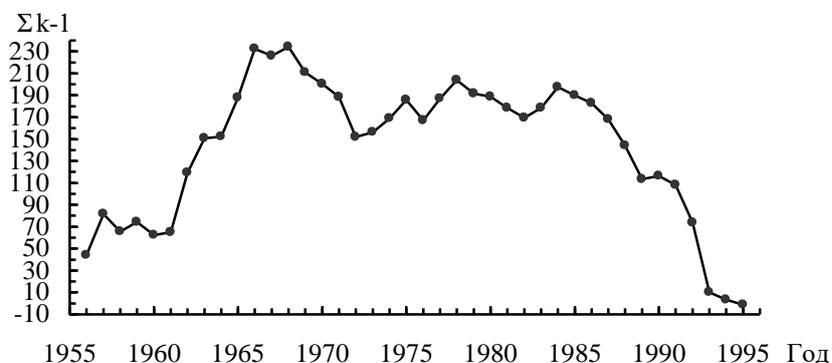


Рис. 2 Интегрально-разностная кривая ледникового стока р. Усек.

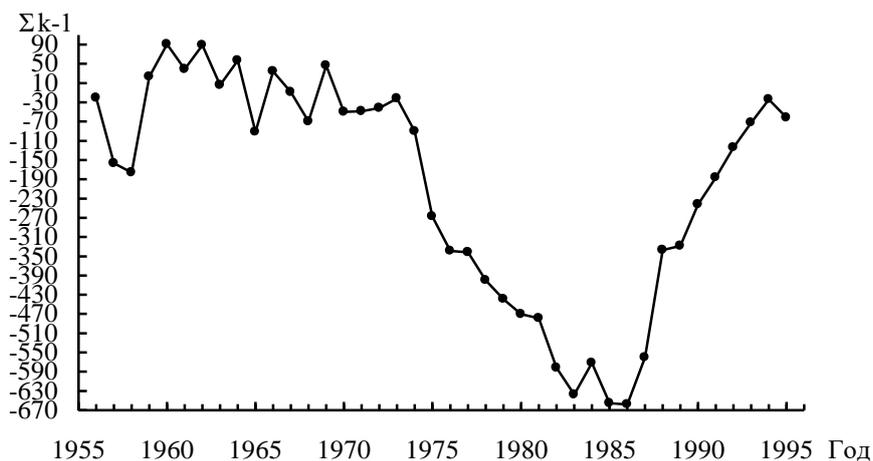


Рис. 3. Интегрально-разностная кривая суммарного стока р. Усек.

В связи с высокой концентрацией осадков на ледниках модуль стока с них существенно превышает среднее за год его значение для неледниковой территории бассейна. Средняя многолетняя величина модуля ледникового стока для рассматриваемой ледниковой системы составляет 46 л·с⁻¹·км⁻². Модуль стока с неледниковой части бассейна равен 14 л·с⁻¹·км⁻², то есть в 3,3 раза

меньше. Величина отношения этих средних модулей демонстрирует стокообразующую ценность ледниковых площадей и значимость существующих ледников как важного источника и ресурса воды. Даже в годы с отрицательной летней температурой воздуха на высоте 3700 м и слабой абляцией, например, в 1993 г., модуль ледникового стока не опускается ниже 28 л·с⁻¹·км⁻², вдвое превышая модуль стока с бассейна реки. Напротив, в годы с интенсивной суммарной абляцией (1962, 1984 и др.) модуль ледникового стока достигает максимальных значений – 55...60 л·с⁻¹·км⁻².

Теперь попытаемся оценить роль ледникового стока в суммарном стоке реки. Такая оценка обычно проводится через сопоставление доли ледников в стоке с их долей в площади речных водосборов (т.е. степени оледенения). Средняя за многолетие доля талого ледникового стока в годовом стоке р. Усек (при выходе ее из гор в зону интенсивного водопользования), равном 566 млн. м³, составляет 20,5 %. Очевидно, что при деградации ледников, в связи с уменьшением степени оледенения, сокращается и доля ледникового стока. Ее максимальное значение, 26,6 %, отмечено в пентаде 1961...1965 гг. В конце 70-х гг. оно уменьшилось до 22 %, а в последней пентаде 1991...1995 гг. – до 15,3 %. Отметим, что в летний поливной период, когда испытывается наибольшая потребность в воде, доля ледникового стока увеличивается с 1,5...2 раза, достигая 30...40 % общего речного стока.

Таким образом, заметное снижение ледникового стока представляет его естественный отклик на изменение климата и сокращение площади льда. В условиях возрастающего антропогенного воздействия на природную среду и потепления климата высокогорной Джунгарии процесс дегляциации будет продолжаться и далее. Как показывают выявленные тенденции в динамике ледников, в настоящее время, в 2004 году, площадь оледенения бассейна р. Усек стала уже менее 50 км². Величина же ледникового стока, исходя из его расчета по уравнению линии тренда (рис. 1), ныне оценивается в 85 млн. м³, т.е. 60 % от его значения в пентаду 1961...1965 гг.

При сохранении таких тенденций ледники здесь практически могут исчезнуть уже через 40 лет. За это время в сток реки поступит еще около 5 км³ талых ледниковых вод. В конце первой половины 21 века, при прекращении ледникового питания, суммарный годовой сток р. Усек сократится незначительно, примерно на 10 %. Однако следует иметь в виду, что это сокращение во времени будет “привязано” к летнему поливному периоду.

Авторы благодарят кандидата географической наук В.В. Голубцова за ряд ценных советов при подготовке настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Деградация оледенения гор Южной Джунгарии во второй половине XX века. – XIII Гляциологический симпозиум. Сокращение гляциосферы: факты и анализ. Тезисы докладов. СПб.: 2004. – С. 51-52.
2. Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Пространственно-временные особенности деградации оледенения в бассейнах правых притоков р. Или (в пределах Казахстана). Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий. – Материалы международной научно-практической конференции, 8-9 июня, часть II. Алматы: “Аркас”, 2004. – С. 102-106.
3. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. Алматы: КазНУ, 2001. – 252 с.
4. Ерасов Н.В. Метод определения объема горных ледников – МГИ, №14, 1968. – С. 307-308.
5. Каталог ледников СССР. Том 13. Центральный и Южный Казахстан. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. Часть 4. Бассейны рек Хоргоса, Усека. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 84 с.
6. Ходаков В.Г. Вводно-ледовый баланс районов современного и древнего оледенения СССР. – М.: Наука, 1978. – 194 с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ДЕГЛЯЦИАЦИЯ ЖЕНЕ МІЗДЫК АҒЫННЫҢ «ЗЕРТУ» СЕК «ЗЕНІНІ» БАСЕЙНЫ, ЖОНҒАР АЛАТАУ

Геогр. ғылымд. докторы Е.Н. Вилесов

В.И. Морозова

Аэрофототүсірілімдер, сандық картографиялау және ауаның орташа температурасының абляциямен байланысын табып, қайталап талдау негізінде мұзданудың түрленуінің қарқыны, мұздық ағынның шамасы және оның «сек» менінің қосынды ағынына соңғы 40 жыл (1956...1995 жж.) ішіндегі рәлі анықталды.

УДК 556.01+504.4.062.2(574)

**АНТРОПОГЕННАЯ НАРУШЕННОСТЬ РЕЧНОГО СТОКА В
БАССЕЙНОВЫХ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ
КАЗАХСТАНА**

Доктор геогр. наук

И.М. Мальковский

Л.С. Толеубаева

Предложен интегральный критерий нарушенности бассейновых аквасистем, отражающий антропогенные изменения объема, режима и качества речного стока в ПХС. В качестве частных критериев нарушенности стока приняты используемые в международной практике показатели водного стресса, водообменности, загрязнения вод. Построена картограмма нарушенности речного стока в бассейновых ПХС Казахстана.

Анализ причинно-следственных связей возникновения и развития кризисных ситуаций в природно-хозяйственных системах (ПХС) зон неустойчивого и недостаточного увлажнения позволил выявить доминирующую роль водного фактора в комплексе экологически дестабилизирующих процессов. В ряду антропогенных изменений природной среды преобразования речного стока, а также его географические, экологические и социально-экономические последствия, выделяются наиболее резко. Это определяется тем, что речной сток – один из наиболее утилизируемых в современном производстве природных ресурсов, в то же время весьма чувствительных к антропогенным воздействиям.

В настоящее время среди антропогенных факторов, воздействующих на речной сток, особенно выделяются: изменение подстилающей поверхности водосбора, создание аккумулярующих емкостей и гидроузлов, безвозвратное использование поверхностных вод в процессе производства и сброс отходов хозяйственной деятельности в водотоки и водоемы.

Подавляющее число функций, выполняемых речным стоком в ПХС, так или иначе, связаны с его объемом, межгодовой и внутригодовой изменчивостью, а также качественным составом вод. Все эти основные характеристики стока в настоящее время существенно преобразованы человеческой деятельностью.

В статье предлагается интегральный критерий нарушенности бассейновых аквасистем (ИКН), отражающий антропогенные изменения объема, режима и качества речного стока в ПХС. В качестве частных критериев нарушенности стока приняты используемые в международной практике показатели водного стресса, водообменности, загрязнения вод. Для определения интегрального критерия покомпонентные критерии путем индексации приведены к сопоставимому виду. По предложенному методу дана оценка антропогенной нарушенности восьми бассейновых аквасистем Казахстана.

Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) при оценке мировых ресурсов пресных вод предложен критерий водного стресса (S), определяемый как доля ежегодно используемых запасов воды в стране (бассейне) на общественные нужды (X) от количества возобновляемых водных ресурсов – среднесуточного значения речного стока (Q), т.е.:

$$S = X/Q. \quad (1)$$

В соответствии с нормативами ВМО [3] выделяются четыре уровня водного стресса: I – низкий водный стресс (использование менее 10% имеющихся запасов воды); II – умеренный водный стресс (использование от 10 до 20 % имеющихся водных ресурсов); III – средне-высокий водный стресс (использование от 20 до 40 %); IV – высокий водный стресс (использование более 40 % имеющихся ресурсов). Для условий Казахстана такая градация недостаточна, так как в IV группу попадают ПХС с использованием имеющихся водных ресурсов от 45 % (Тобол-Тургайская) до 100 % (Нура-Сарысуйская). Поэтому авторы предлагают ввести еще два уровня: V – очень высокий водный стресс (использование от 60 до 80%); VI – чрезвычайно высокий (от 80 до 100 %). В таблице 1 приведена оценка бассейновых ПХС Казахстана по показателям водного стресса.

Сопоставление располагаемого ресурса и потенциального спроса на воду показывает, что в годы средней водности баланс стока в целом по республике положителен при незначительном дефиците стока в четырех ПХС (Ишимская, Нура-Сарысуйская, Тобол-Тургайская, Шу-Таласская). Однако в маловодные годы с учетом экологических ограничений суммарный дефицит стока для отраслей экономики может превысить 35 % спроса на воду, а по отдельным ПХС – до 95 % [6, 8]. Последствия столь глубоких дефицитов речного стока чреваты тяжелыми экономическими ущербами.

В качестве режимной характеристики речных систем – степени проточности – одним из основных показателей можно считать осредненную водообменность (T) [5], представляющую собой отношение русловой

емкости речной системы с учетом полного объема водохранилищ (V) к объему среднегодового стока (Q), т.е.

$$T = V/Q, \quad (2)$$

где T измеряется в годах и долях года.

Таблица 1

Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по показателям водного стресса

| Бассейновые ПХС | Q^* , км ³ /год | X^* , км ³ /год | S , б.р. | Уровень водного стресса | Индекс водного стресса, (α) |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|---|
| Арало-Сырдарьинская | 17,9 | 10,8 | 0,60 | V | 0,80 |
| Балхаш-Алакольская | 27,8 | 6,9 | 0,25 | III | 0,40 |
| Иртышская | 33,5 | 7,8 | 0,23 | III | 0,40 |
| Ишимская | 2,6 | 1,6 | 0,62 | V | 0,80 |
| Нура-Сарысуйская | 1,3 | 1,3 | 1,00 | VI | 1,00 |
| Тобол-Тургайская | 2,0 | 0,9 | 0,45 | IV | 0,60 |
| Урало-Каспийская | 11,2 | 2,1 | 0,19 | II | 0,20 |
| Шу-Таласская | 4,2 | 4,1 | 0,98 | VI | 1,00 |
| Всего по РК | 100,5 | 35,5 | 0,35 | III | 0,40 |

Примечание – *Источник: [4, 6, 8]

В рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» [5] предложена следующая классификация речных систем по показателю водообменности: I – очень большая (менее 0,10 года); II – большая (0,10...0,24 года); III – значительная (0,25...0,49 года); IV – средняя (0,50...0,99 года); V – небольшая (1,00...1,99 года); VI – малая (более 2 года). В таблице 2 приведена оценка бассейновых ПХС Казахстана по показателям водообменности.

За счет сооружения водохранилищ естественная русловая емкость речных систем Казахстана увеличилась в 10 раз, соответственно водообменность речных систем снизилась во столько же раз [5]. Этот показатель для Европы, например, составляет 6,7, для Азии – 14,3, для суши Земли в целом – 4,9 [1, 5]. Антропогенное увеличение русловой емкости речных систем подняло на 40% устойчивый сток республики, что позволило повысить водообеспеченность населения и хозяйства страны [6]. Однако при этом возросли непроизводительные потери воды, а также проявились негативные экологические последствия изменения естественного режима стока.

Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по показателям водообменности

| Бассейновые ПХС | Q^* , км ³ /год | V^{**} , км ³ | T , год | Степень водообменности | Индекс водообменности, (β) |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------------|--|
| Арало-Сырдарьинская | 17,9 | 7,88 | 0,44 | III | 0,40 |
| Балхаш-Алакольская | 27,8 | 31,41 | 1,13 | V | 0,80 |
| Иртышская | 33,5 | 52,93 | 1,58 | V | 0,80 |
| Ишимская | 2,6 | 1,82 | 0,70 | IV | 0,60 |
| Нура-Сарысуйская | 1,3 | 0,55 | 0,42 | III | 0,40 |
| Тобол-Тургайская | 2,0 | 1,70 | 0,85 | IV | 0,60 |
| Урало-Каспийская | 11,2 | 1,12 | 0,10 | I | 0,00 |
| Шу-Таласская | 4,2 | 1,05 | 0,25 | II | 0,20 |
| Всего по РК | 100,5 | 98,49 | 0,98 | IV | 0,60 |

Примечание – * Источник: [4, 6, 8], ** Источник: [1, 2, 4, 5, 7]

В настоящее время широкое распространение получили разработанные и принятые СЭВ «Единые критерии качества вод», в основе которых гидрохимические и гидробиологические показатели. Выделяются следующие классы качества вод [4]: I – очень чистые; II – чистые; III – умеренно загрязненные, IV – загрязненные; V – грязные; VI – очень грязные, VII – чрезвычайно грязные. В таблице 3 приведена оценка бассейновых ПХС Казахстана по показателям качества вод.

Для трансграничных бассейнов Казахстана качественный состав речных вод в значительной мере формируется в сопредельных государствах: Китае, России, Узбекистане, Кыргызстане. В пределах республики отмечается ухудшение качества вод по течению рек. Данные таблицы 3 свидетельствуют, что речные воды четырех бассейнов республики (класс качества вод IV, V) не пригодны для хозяйственно-питьевого и бытового использования, а остальных бассейнов (класс качества вод III) условно пригодны с очисткой [4].

Используя частные индексы нарушенности речного стока (α , β , γ), количественная оценка интегрального критерия нарушенности аквасистем (ИКН) (ω) может быть произведена по формуле:

$$\omega = \alpha v_{\alpha} + \beta v_{\beta} + \gamma v_{\gamma}, \quad (3)$$

где $v_{\alpha}, v_{\beta}, v_{\gamma}$ – относительный вес частных критериев, т.е.

$$v_{\alpha} + v_{\beta} + v_{\gamma} = 1. \quad (4)$$

Таблица 3

Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по показателям качества вод

| Бассейновые ПХС | Основные загрязняющие вещества* | Класс качества вод* | Индекс качества вод, (γ) |
|---------------------|---|---------------------|-----------------------------------|
| Арало-Сырдарьинская | сульфаты, медь, фенолы, нитриты, нефтепродукты | III | 0,40 |
| Балхаш-Алакольская | медь, цинк, фенолы, фториды, нефтепродукты | IV | 0,60 |
| Иртышская | медь, цинк, нефтепродукты | IV | 0,60 |
| Ишимская | нефтепродукты, нитриты, медь, сульфаты | III | 0,40 |
| Нура-Сарысуйская | нефтепродукты, медь, нитриты, фенолы, фториды, цинк | IV | 0,60 |
| Тобол-Тургайская | нитриты | III | 0,40 |
| Урало-Каспийская | бораты, нитриты, фенолы, хром, нефтепродукты, медь | V | 0,80 |
| Шу-Таласская | органика, нефтепродукты | III | 0,40 |
| Всего по РК | | IV | 0,60 |

Примечание – *Источник: [4]

В таблице 4 приведена оценка бассейновых ПХС Казахстана по интегральным критериям нарушенности (ИКН) (при соотношении частных критериев в пропорции $\nu_\alpha : \nu_\beta : \nu_\gamma = 3 : 1 : 2$). Предлагается следующая качественная градация по степени нарушенности: I – малая (0,0...0,2); II – средняя (0,2...0,4); III – значительная (0,4...0,6); IV – большая (0,6...0,8); V – очень большая (0,8...1,0).

Значительная степень нарушенности бассейновых аквасистем Казахстана, показанная на рисунке, свидетельствует, что характер водопользования в республике не является устойчивым и водные ресурсы становятся фактором, ограничивающим развитие. Необходимо срочно обратить внимание на интенсивное управление ресурсами и спросом на них. Должны быть решены вопросы водосбережения в отраслях экономики и водообеспечения альтернативными источниками, в т.ч. подземными водами и опресненными минерализованными водами.

Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по интегральным критериям нарушенности аквасистем (ИКН)

| Бассейновые ПХС | α | β | γ | ω | Степень нарушенности |
|---------------------|----------|---------|----------|----------|----------------------|
| Арало-Сырдарьинская | 0,80 | 0,40 | 0,40 | 0,60 | III |
| Балхаш-Алакольская | 0,40 | 0,80 | 0,60 | 0,53 | III |
| Иртышская | 0,40 | 0,80 | 0,60 | 0,53 | III |
| Ишимская | 0,80 | 0,60 | 0,40 | 0,63 | IV |
| Нура-Сарысуйская | 1,00 | 0,40 | 0,60 | 0,77 | IV |
| Тобол-Тургайская | 0,60 | 0,60 | 0,40 | 0,53 | III |
| Урало-Каспийская | 0,20 | 0,00 | 0,80 | 0,36 | II |
| Шу-Таласская | 1,00 | 0,20 | 0,40 | 0,67 | IV |
| Всего по РК | 0,40 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | III |



Рис. Нарушенность бассейновых аквасистем Казахстана.

Следует отметить, что полученные оценки, основанные на использовании недостаточно полных исходных данных, имеют главным образом методическое значение и требуют дальнейшего уточнения.

УДК 551.482(574)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДООХРАННОГО РАСХОДА МАЛЫХ РЕК ШУ-ТАЛАС-АССИНСКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО РАЙОНА

Марс.Т. Нарбаев

Марат Т. Нарбаев

Доктор техн. наук

Ж.К. Касымбеков

Канд. тех. наук

Т.И. Нарбаев

Предлагается формула для установления природоохранного расхода малых рек Шу-Талас-Ассинского водохозяйственного района (ВХР).

Объем использования водных ресурсов Шу-Талас-Ассинского водохозяйственного бассейна постепенно возрастает. До сегодняшних дней эти потребности удовлетворяются без учета экологической устойчивости, особенно на нижней части рек. Значительно нарушается экологическое равновесие, принося существенный урон окружающей среде. При этом основным вопросом является методика обоснования так называемого природоохранного расхода, оставляемого в реке. Анализ литературных источников [2 и др.], позволяет систематизировать существующие методы расчета природоохранного стока следующим образом.

Суть первой группы методов заключается в определении природоохранного стока из условий соблюдения в водном источнике минимального месячного расхода расчетной обеспеченности. Причем, значение природоохранного расхода принимается постоянным по сезонам года. Для выполнения расчетов не требуются специальных изысканий или исследований. Вторая группа методов позволяет установить природоохранный расход, отвечающий требованиям по концентрации стока (δ) и по продолжительности стояния указанного расхода (T). Имеющиеся нормативы разработаны для гумидных зон и не могут быть распространены для других территорий, в том числе для условий исследуемого района.

По методике третьей группы имеется возможность определения природоохранного расхода на основе типизации рек по гидрологическим условиям и гидролого-экологическому режиму водного источника. При этом значение природоохранного стока изменяется по сезонам и зависит от водности года. В данном методе особое нарекание вызывают предло-

жения для рек полупустынной зоны, где речной сток рекомендуется полностью использовать для хозяйственных нужд, что может привести к исчезновению уникальных видов растительности и животных. Поэтому, необходимо организовать на ряде водотоков ландшафтно-гидрологические заповедники, обеспечивающие сохранение генофонда этих видов.

Предложения о том, что речной сток полупустынных и пустынных зон может полностью использоваться в хозяйственных целях без всякого ограничения недопустимо. Ведь водные ресурсы малых рек, так же являются источником пополнения запасов подземных вод. Отдельные реки не утратили рекреационного и рыбохозяйственного значения, другие же играют роль транзита водных ресурсов для внутренних бессточных озер Биликоль, Акколь и др.

Природоохранный расход, оставляемый в водном источнике по стоку минимального месяца. Исходя из результатов исследований, выполненных в Белоруссии и Прибалтике, размеры природоохранного расхода, оставляемого в водном источнике, для Казахстана можно принимать в размере $(0,7...0,8) Q_{\min. \text{мес. } 95\%}$.

Учитывая географические, климатические и другие особенности исследуемого района, объем природоохранного расхода, оставляемого в водном источнике необходимо увеличить еще на 20 %.

Тогда величина природоохранного расхода оставляемого в водном источнике, для предварительных расчетов может быть принята равной:

$$Q_{\text{П.охр.}} = (0,7...0,8) Q_{\min. \text{мес. } 95\%} + 0,2 Q_{\min. \text{мес. } 95\%} = (0,9...1,0) Q_{\min. \text{мес. } 95\%}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{П.охр.}}$ – значение природоохранного расхода; $Q_{\min. \text{мес. } 95\%}$ – минимальный месячный расход реки 95 %-ой обеспеченности.

Природоохранный расход оставляемый в водном источнике определен для реки Коктал исследуемого района. Месяц с минимальным стоком – август. Статистические параметры стока за месяц август составляет: $Q_0^{\text{VIII}} = 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$; $C_V^{\text{VIII}} = 0,8$; $C_S^{\text{VIII}} = 2C_V^{\text{VIII}}$. Природоохранный расход оставляемый в водном источнике $Q_{\text{П.охр.}} = 0,022 \text{ м}^3/\text{с}$ [2].

Природоохранный расход оставляемый в водном источнике по принципу «Комфортности» естественного гидрографа реки. Суть предлагаемой методики заключается в учете постоянной величины природоохранного расхода, а также и максимального расхода в период половодья и паводка. Для этого, прежде всего, требуется сохранение в водном источнике опре-

деленного гидрографа, т.е. комфортного режима стока реки. Такой гидрограф водного источника можно установить, зная расходы реки 95%-ой обеспеченности, вычисленные для каждого месяца в отдельности:

$$Q'_{П.охр} = (0,9...1,0)Q'_{мес.95\%}, \quad (2)$$

где $Q'_{П.охр}$ – размеры природоохранного расхода оставляемого в водном источнике в i -ом месяце; $Q'_{мес.95\%}$ – расход реки 95 %-ой обеспеченности i -го месяца.

Очевидно, такому гидрографу наиболее близко отвечает гидрограф стока реки, рассчитанный по году 95 %-ой обеспеченности [2].

Принцип «Комфортности» основан на методе реальных лет заключающийся в принятии фактически наблюдаемого гидрографа календарного (или водохозяйственного) года, среднегодовой расход которого наиболее близок к среднегодовому расходу расчетной обеспеченности, определенному по кривой обеспеченности среднегодовых расходов. При этом не исключен анализ форм гидрографов и остальных, близких по величине среднегодовых расходов маловодных лет. Если один из них более неблагоприятен для проектируемого графика водопотребления по продолжительности критического периода или снижению водообеспеченности, он может быть принят в качестве расчетного. Иногда в качестве расчетных принимают 2...3 гидрографа маловодных лет, каждый из которых сопоставляется с проектным графиком потребления.

Следовательно, принцип «Комфортности» более приемлем, в сравнении с перечисленными методами. Однако результаты расчетов содержат элементы случайности, так как формы гидрографов различных лет на каждой реке очень разнообразны и в большинстве случаев не повторяются [1, 5]. Поэтому нами проведены исследования, по определению природоохранного расхода, на основе наиболее изученных малых рек Шу-Талас-Ассинского ВХР. Но, прежде чем подойти к минимальным расходам рек мы начали исследования с неотъемлемой гидрологической характеристики любой реки – межени, так как данная фаза водного режима реки взаимосвязана с минимальным расходом. Результаты расчетов сведены в табл..

По результатам исследований можно утверждать, что чем ниже располагается водосбор, тем все большую роль в формировании стока межени играет дождевое и снеговое питание, в результате чего имеют место все более резкие колебания расходов воды. Только на реках с наиболее высокими водосборами во все годы сток межени почти полностью обусловлен базисным стоком (подземное питание).

Гидрологические характеристики малых рек исследуемого района

| Река, пункт | $N_{ср.}$, м | F , км ² | Число лет наблюдений | Q_0 , м ³ /с | $Q_{меж}$, м ³ /с | $\bar{Q}_{меж}$, м ³ /с | $C_{вр}$ | $C_{вмеж}$ | \bar{C}_Y min | Тип питания |
|--|------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|----------|------------|-----------------|-----------------|
| Аксай, ГЭС | 3000 | 41,8 | 21 | 0,97 | 0,51 | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 0,19 | лед-снеговое |
| Аксу, с. Чонарык | 3060 | 483 | 30 | 5,02 | 2,5 | 1,77 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | лед-снеговое |
| Аспара, пгт. Гранитогорск | 2910 | 430 | 50 | 3,30 | 1,7 | 1,11 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | лед-снеговое |
| Жарлысу, ур. Талдыкольбастау | 2300 | 44 | 30 | 0,24 | 0,17 | 0,14 | 0,28 | 0,24 | 0,25 | снег-ледниковое |
| Каиндысай, с. Каинды | 1530 | 61,5 | 33 | 0,15 | 0,11 | 0,068 | 0,3 | 0,34 | 0,34 | снеговое |
| Сугаты, с. Чапаева | 1860 | 28,5 | 33 | 0,046 | 0,19 | 0,007 | 0,41 | 0,65 | 0,61 | снеговое |
| Когарчин, в 3,5 км СВ истока р. Акбулак | 2240 | 57 | 32 | 0,36 | 0,26 | 0,20 | 0,21 | 0,20 | 0,29 | снег-ледниковое |
| Шалсу, ур. Акбулакбасы | 2600 | 41,6 | 33 | 0,75 | 0,52 | 0,37 | 0,23 | 0,22 | 0,26 | снег-ледниковое |
| Талдысу, с. Подгорное | 2160 | 62,9 | 31 | 0,44 | 0,26 | 0,16 | 0,31 | 0,35 | 0,44 | снег-ледниковое |
| Шибынды, с. Шолак-Каинды | 2010 | 42,9 | 31 | 0,25 | 0,16 | 0,09 | 0,29 | 0,28 | 0,38 | снег-ледниковое |
| Макбель, с. Шолак-Каинды | 2220 | 58,7 | 33 | 0,28 | 0,20 | 0,12 | 0,25 | 0,24 | 0,36 | снег-ледниковое |
| Шунгур, в 1км Ниже Устья р. Карабулак | 2090 | 109 | 33 | 0,73 | 0,60 | 0,55 | 0,32 | 0,32 | 0,35 | снег-ледниковое |
| Каракат, у вых. реки из гор | 2330 | 57,6 | 29 | 0,43 | 0,22 | 0,17 | 0,22 | 0,27 | 0,45 | снег-ледниковое |
| Мерке, зим. Улбутуй | 2770 | 505 | 44 | 3,58 | 2,30 | 1,40 | 0,22 | 0,19 | 0,14 | снег-ледниковое |
| Терс, с. Бурно-Октябрьское | 1340 | 1070 | 43 | 5,3 | 3,05 | 1,40 | 0,61 | 0,42 | 0,56 | снег-ледниковое |
| Шокпак, с. Зыковское | 1090 | 164 | 40 | 1,82 | 1,18 | 0,50 | 0,36 | 0,27 | 0,45 | снег-дождевое |
| Тамды, с. Шолактау | 910 | 271 | 31 | 0,96 | 0,28 | 0,16 | 0,74 | 0,69 | 0,55 | снег-дождевое |
| Коктал, в 2 км ниже устья р. Кыршабакты | 940 | 256 | 37 | 1,70 | 0,58 | 0,20 | 0,49 | 0,52 | 0,69 | снег-дождевое |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|---------------|--|
| Шабакты, 1 км ниже устья | | | | | | | | | | | |
| р. Кыршабакты | 830 | 854 | 29 | 2,74 | 1,12 | 0,60 | 0,66 | 0,54 | 0,56 | снег-дождевое | |
| Беркуты, с. К. Маркса | 640 | 248 | 30 | 0,32 | 0,15 | 0,10 | 0,79 | 0,63 | 0,39 | снег-дождевое | |
| Средние: | | | | | | | 0,36 | 0,34 | 0,37 | | |

Такие элементы межени, как начало, конец, продолжительность, не может не зависеть от условий питания рек в период половодья, а, следовательно, и от высот водосборов [1, 5]. Например, начало, в основном, обусловлено прекращением интенсивного и продолжительного таяния снега и льда. Это условие не может не определяться распределением высотных зон водосбора реки. Соответственно, начало межени при более низких высотах водосбора вследствие истощения запасов снега, начинается еще в начале лета. С увеличением высот водосборов начало межени отодвигается на более поздние сроки (сентябрь). Поскольку конец межени определяется началом интенсивного таяния снега на водосборе, он также не может не зависеть от высоты водосборов.

Однако зависимость конца межени от высоты водосбора более сложна, чем зависимость начала межени, так как на начало интенсивного снеготаяния оказывают более существенное влияние условия увлажнения водосборов атмосферными осадками, определяющие распределение на нем снега. По большей части малых рек исследуемого района межень заканчивается в конце февраля [3]. Определив начало и конец межени можно определить и продолжительность межени, так же зависящую от высоты водосбора. В среднем, для малых рек Шу-Талас-Ассинского ВХР оно длится около 180 суток.

Объем межени на реках снегово-дождевого питания колеблется от 30 % до 70% на реках остальных типов питания. Данная зависимость не может быть тесной, так как на относительный объем межени не могут оказывать большого влияния геологические особенности водосбора. Коэффициенты вариации меженного стока наиболее изученных малых рек колеблются $C_{V \text{ меж}} = 0,1 \dots 0,69$. В среднем по результатам данных 20 рек $C_{V \text{ меж}} = 0,34$ и приближенно равен $C_{VГ} = 0,36$, т.е. $C_{VГ} \approx C_{V \text{ меж}}$. При наблюдении хронологического ряда меженного стока разной величины можно утверждать то же, что и в отношении годового и половодного стока, т.е. существует тенденция к группировке лет с различной степенью водности.

Если расходы воды в межень определялись только базисным стоком, то минимальные расходы воды должны были бы наблюдаться в конце ее. Такому условию в наибольшей степени удовлетворяют реки с более высокими водосборами. Но и у них в некоторые годы перед концом межени имеет место некоторое повышение расходов воды, обусловленное либо

подтаиванием снега в нижних зонах водосборов, либо дождями, значительная часть которых, выпадая на сильно увлажненную поверхность земли (часто только что освободившуюся от снежного покрова), стекает в речную сеть. Что касается рек с низко расположенными водосборами, то у них расходы воды могут достигать минимальных значений в любое время, нередко даже в начале межени, в зависимости, главным образом, от хода температур и осадков в меженный период, обуславливающих дождевое и снеговое питание реки (реки Беркуты, Шабакты, Коктал, Тамды).

Поскольку минимальный расход представляет собой наименьшую ординату межени, минимальные расходы в большей степени, чем межень, определяются подземным питанием реки. Поэтому для них значительную роль, приобретают факторы, определяющие величину питания подземных вод и условия выхода их на поверхность.

Из числа этих факторов в пределах Шу-Талас-Ассинского ВХР принадлежит количеству осадков и геологическому строению водосборов. При этом, основное значение для величины стока вообще и минимального в частности, имеет не общее количество осадков, а только твердая их часть. Это следует из того факта, что жидкие осадки, слабо питают подземные воды. Кроме наиболее интенсивных и продолжительных, которые создают разрушительные сели на низко расположенных и небольших по площади водосборах или дождевые пики, преимущественно испаряющиеся со смоченной поверхности почвы и транспирирующиеся через растительность. Иначе говоря, основным источником питания подземного стока так же как и поверхностного, являются талые воды, причем питание обоих интенсивно протекает почти одновременно [1, 5].

Из геологического строения водосборов необходимо заметить что наибольшее воздействие на минимальный сток имеют водные свойства пород. Водоносность (водобильность) коренных пород в свою очередь в основном определяется степенью их трещиноватости, а водоносность рыхлых отложений – механическим их составом.

В пределах равнинной части Шу-Талас-Ассинского ВХР, где широкое развитие получают рыхлые отложения, а питание подземных вод благодаря орошению очень интенсивно, минимальный сток по сравнению с горными участками рек часто относительно возрастает. Помимо этого, на реках, где использование вод велико, время минимального стока может передвигаться на конец лета или начало осени (реки Терс, Шокпак), когда расходы рек уменьшаются, а забор воды на орошение обычно наибольший.

Из выше сказанного следует, что между величиной минимального стока и нормой стока рек существует зависимость, так как и та, и другая определяются в основном объемом талых вод. Для выявления такой зависимости, нами были проведены исследования для средних месячных расходов минимального стока (за трех месячный минимальный период) \bar{Q}_{min} . Зависимость между средними месячными расходами минимального стока \bar{Q}_{min} и нормами годовых стоков Q_0 для малых рек исследуемого района представлены на рис.

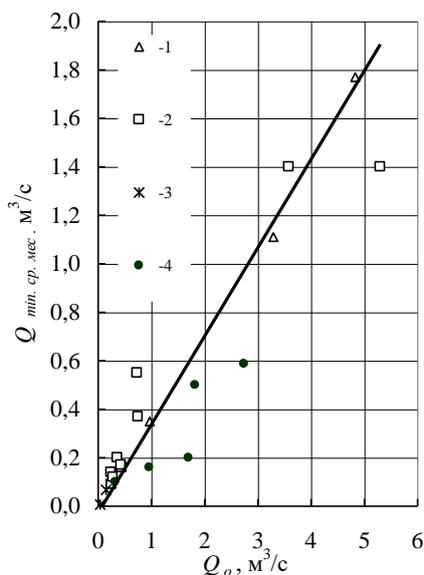


Рис. Зависимость минимальных среднемесячных расходов (за 3^х месячный период) от норм годового стока. 1 – ледниковое питание; 2 – снегово-ледниковое питание; 3 – снеговое; 4 – снегово-дождевое.

Зависимость $\bar{Q}_{min} = f(Q_0)$ вид:

$$\bar{Q}_{min} = 0,4178Q_0^{0,8797}. \quad (3)$$

Здесь коэффициент регрессии составляет $R = 0,9273$, что подтверждает достоверность полученной зависимости. Средняя ошибка при вычислении \bar{Q}_{min} по формуле (3), велика только для рек, имеющих снегово-дождевое питание, так как этот тип питания более подвержен явлениям хода температур и твердых осадков. Это сказывается на хронологическом ряде стока, дающем в отдельные годы резкие перепады.

Коэффициент вариации в подавляющем большинстве изменчивости минимальных расходов укладывается в пределах $\bar{C}_{Vmin} = 0,1 \dots 0,69$ при среднем значении – $\bar{C}_{Vmin} = 0,37$. При этом наблюдается следующая тенденция: $C_{V меж} \approx \bar{C}_{Vmin}$ (табл.), а некоторые расхождения не превышают допустимых норм, указанных в [5]. Коэффициент асимметрии \bar{C}_{Smin} можно принимать согласно рекомендациям [4].

На основе полученных результатов минимальный расчетный расход равен:

$$Q_{min.p} = k_p \cdot \bar{Q}_{min}, \quad (4)$$

где \bar{Q}_{min} – среднемесячный расход минимального стока (за трех месячный минимальный период), м³/с; k_p – модульный коэффициент, $k_p = f(C_v; C_s; P \%)$.

Значения коэффициента определяется по номограмме Т.И. Нарбаева [4], так как $C_{V меж} \approx \bar{C}_{Vmin} \approx C_{VF}$.

Подставляя значения \bar{Q}_{min} из формулы (3), получим:

$$Q_{П.охр} = k_p \cdot 0,4178 Q_0^{0,8797}. \quad (5)$$

Таким образом, полученная формула по определению природоохранного расхода, обеспечивает достоверные результаты малым рекам исследуемого района при различных обеспеченностях, а также допускает применение как при достаточном гидрометрическом ряде наблюдений, так и его отсутствии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гостунский А.Н. Гидрология Средней Азии. – Ташкент: «ЎЎҚИТУВЧИ», 1969. – 235 с.
2. Заурбеков А.К. Научные основы рационального использования и охраны водных ресурсов бассейна реки: Дис. ... доктор техн. наук. – Тараз, 1998. – 255 с.
3. Нарбаев М.Т., Касымбеков Ж.К., Нарбаев Т.И. Установление показателей внутригодового распределения стока малых рек Шу-Талас-

Ассинского водохозяйственного района. // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве. КазНИИВХ. / Сб. научн. тр., Том 39, Выпуск 1 – Тараз, 2002. С. 100 – 105.

4. Нарбаев Т.И. Определение параметров водохранилищ многолетнего регулирования: Дисс. ... канд. техн. наук. – М.: 1982. – 149 с.
5. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691 с.

Научно-исследовательский институт водного хозяйства
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

ШУ-ТАЛАС-АСА СУ ШАРУАШЫЛЫҚ АУДАНЫНДАҒЫ КІШІ ӨЗЕНДЕРДЕГІ ТАБИҒАТТЫ ҚОРҒАУ ӨТІМІН АНЫҚТАУ

Марс.Т. Нарбаев

Марат Т. Нарбаев

Техн. ғылымд докторы Ж.К. Қасымбеков

Техн. ғылымд. канд. Т.И. Нарбаев

Зерттеулердің нәтижесінде Шу-Талас-Аса су шаруашылық ауданындағы кіші өзендердегі табиғатты қорғау өтімін анықтауға формула ұсынылған.

УДК 551.311.8:551.583 (235.216):627.141.1

**РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ СТРАТЕГИИ
ЗАЩИТЫ ОТ СЕЛЕЙ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАЗАХСТАНА**

Доктор геогр. наук

Б.С. Степанов

Канд. геогр. наук

Р.К. Яфязова

Результаты исследований последнего десятилетия свидетельствуют о высокой вероятности активизации селей в ходе глобального потепления климата. В такой ситуации реализуемая в настоящее время стратегия защиты от селей, базирующаяся на представлениях о редкой повторяемости катастрофических селей, не обеспечит защиты населенных пунктов и объектов хозяйственной деятельности от разрушительного воздействия селей.

Защита г. Алматы, по общепринятому мнению, «...одна из крупнейших и самых сложных практических задач борьбы с селевыми потоками на территории СССР...» [6]. И хотя уровень познания природы селевых явлений за последние три десятилетия неизмеримо вырос, острота проблемы возросла практически в той же мере.

Реализуемая в настоящее время стратегия защиты от селей базируется на представлении о редкой повторяемости мощных селей. Так, при проектировании Казгидропроектом плотины в урочище Медеу было принято «...повышение обеспеченности расчетного селя с $P = 1\%$ до $P = 0,01\%$ », тем самым предполагалось, что плотина-селеуловитель будет служить 10 000 лет [1]. Селехранилище было заполнено в 1973 г., когда строительство плотины еще не было полностью завершено.

Успешное задержание селя с объемом 3,8 млн м³ плотинной в Медеу произвело столь сильное впечатление, что за последние 25 лет были построены плотины в бассейнах рек Иссык, Большая Алматинка, Каргалинка, Каскелен, Узункаргалы, продолжается строительство плотины в бассейне р. Талгар.

К сожалению, ни «заказчики», ни проектировщики не задавались вопросом: «Что делать, когда селехранилища заполнятся?» Ведь для того, чтобы построить бетонную или обычную земляную плотину требуется

«...3 года на проведение проектно-изыскательских работ и 6-7 лет на осуществление строительства» [6]. И все это время города находились бы без защиты. Над этой проблемой не задумывались: над всеми тяготело «бремя» редкой повторяемости катастрофических селей.

Главным считалось задержать сель, поэтому, вероятно, емкости крупных селехранилищ близки по величинам. Иначе трудно объяснить, почему емкость селехранилища в Медеу определена в 12 млн. м³ (площадь бассейна р. Малая Алматинка – 61,7 км² (створ Медеу), площадь оледенения – 11,4 км²), а проектная емкость селехранилища в бассейне р. Талгар почти в 1,5 раза меньше (хотя площадь бассейна р. Талгар – 444 км² (створ-плотина), а площадь оледенения – 116,8 км²). И все это делалось при молчаливом согласии научных работников, также не обладавших знаниями о повторяемости мощных селевых явлений.

Ситуация изменилась в последнем десятилетии 20 века, когда было установлено, что конусы выноса, на которых расположены населенные пункты, в том числе г. Алматы, более чем на 90 % состоят из отложений селей [8]. Выяснилось также, что селевая активность в решающей мере определяется климатом. На протяжении многих десятков тысяч лет, в периоды оледенений, селевая активность практически была равна нулю. В это время в высокогорной зоне происходило накопление рыхлообломочных пород. Селевая активность достигала максимума, когда климат межледниковий был теплее современного на 2...3 °С. В таких ситуациях из высокогорной зоны на предгорную равнину в залповом режиме (несколько десятков лет) выносились миллиарды кубометров рыхлообломочных пород, которые и формировали конусы выноса. Полученные результаты позволили сделать неоспоримый вывод: селевая активность бассейнов рек пропорциональна объему соответствующих конусов выноса [7].

Сопоставление объемов конусов выноса с объемами селехранилищ, сооруженных в соответствующих бассейнах рек (рис. 1), свидетельствует о вопиющем несоответствии сравниваемых характеристик: практически все населенные пункты не защищены от селей даже в условиях климата 20 века!

В публикациях прошлых лет, популяризирующих деятельность Казселезащиты, много говорится о большой работе, выполняемой с целью предупреждения формирования селей, однако факты говорят об обратном: «Расчеты показывают, что все затраты, направленные на проведение превентивных работ на озерах за прошедшие 35 лет, не превышают 5 % от общей стоимости крупных селезащитных комплексов, возведенных в различных районах Северного

Тянь-Шаня» [1]. Исследованиями КазНИИЭК установлено, что главную роль в выносе наносов играют сели дождевого генезиса, а вклад гляциальных селей не значителен. Был разгадан и механизм формирования селей дождевого генезиса в высокогорной зоне. Однако мероприятия по предотвращению селей дождевого генезиса, формирующихся в высокогорной зоне еще даже не проектируются, несмотря на то, что принципиальные вопросы решены [5].

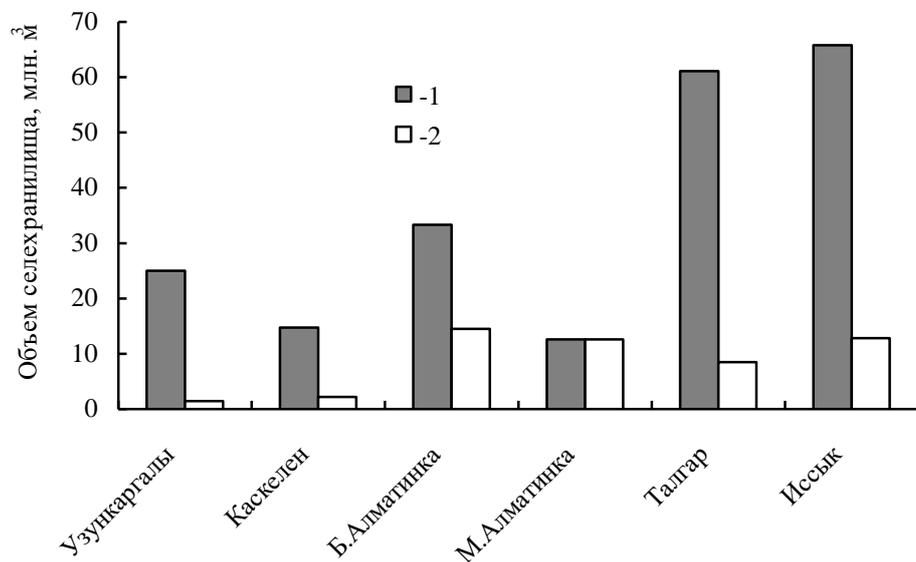


Рис. 1. Рассчитанные и реально существующие емкости селезащитных сооружений. 1 – расчетная, 2 – реальная.

В таблице приведены сведения об объемах выноса наносов на конусы выноса северного склона Заилийского Алатау в ресс-вюрмском межледниковье, когда температура воздуха превышала современное значение на 2...3 °С, а также объемах, которые, как минимум, будут вынесены на те же конусы выноса за несколько десятилетий, если потепление климата в описываемом регионе будет близко к упомянутым выше величинам.

Даже без учета того обстоятельства, что значения емкостей селехранилищ значительно завышены из-за ошибочных представлений об уклонах уравнильных поверхностей отложений селей [4], сопоставление степени угрозы и мероприятий по адаптации, осуществленных к настоящему времени, производит удручающее впечатление. И дело даже не в том, что в ближайшие 50 лет, если руководствоваться реализуемой в настоящее время стратегией защиты от селей, предстоит построить в де-

сятки и даже сотни раз больше плотин, нежели в предшествовавшие 40 лет. Их просто негде строить!

Таблица

Объемы выноса наносов в периоды глобальных потеплений и емкости селехранилищ

| Бассейн реки | Объем наносов, вынесенных в росс-вюрмское межледниковье, млн. м ³ | Минимальные объемы наносов, которые будут вынесены в ходе глобального потепления, млн. м ³ | Емкость селехранилищ, млн. м ³ [2] |
|-------------------|--|---|---|
| Тургень | 5700 | 1000 | - |
| Иссык | 9000 | 2000 | 12,0 |
| Талгар | 5100 | 1000 | 8,0 |
| Малая Алматинка | 1250 | 200 | 12,6 |
| Большая Алматинка | 3800 | 700 | 14,6 |
| Аксай | 1000 | 300 | - |
| Каскелен | 1500 | 400 | 2,2 |
| Чемолган | 350 | 100 | - |
| Узункаргалы | 2500 | 500 | 0,75 |

Прогнозируемые объемы селей столь велики, что защита от них путем задержания селевой массы в селехранилищах не только не реальна, но и крайне опасна, так как задержание селей в горных долинах – не более чем перемещение очагов селеформирования из высокогорной зоны к защищаемым объектам. Это, в конечном счете, еще более усугубит ситуацию.

Реальными путями предотвращения грядущей катастрофы, по нашему мнению, являются:

- проведение превентивных мероприятий по предотвращению катастрофических селей дождевого генезиса или значительному уменьшению их объемов и расходов;
- пропуск селей через освоенную часть конуса выноса;
- создание условий для отложения селей на части конуса выноса;
- эвакуация населенных пунктов за пределы конуса выноса.

Менее реальные пути:

- управление интенсивностью, продолжительностью и фазой осадков;
- инженерное закрепление массивов рыхлообломочных пород в стартовых зонах селей дождевого генезиса;

- сооружение сопряженных селехранилищ, из которых, по мере накопления наносов, последние будут извлекаться и складироваться способами, исключаящими, в дальнейшем, участие рыхлообломочных пород в процессах селеформирования.

Целесообразность реализации того или иного способа борьбы с селями определяется морфометрией долин и конусов выноса, степенью освоенности последних, экономическими возможностями страны и т.д.

Экспертная оценка показала, что стоимость защиты от селей путем складирования наносов на конусах выноса с помощью направляющих стенок или каналов составит 50...100 млн. долларов США на один бассейн. Крупным недостатком этого способа является то обстоятельство, что на десятки лет горные долины и, частично, конусы выноса будут отданы во власть стихии, кроме того, практически весь летний период времени вода горных рек, из-за аномальной мутности, не может быть использованы не только в качестве питьевой воды, но и для орошения.

Стоимость эксплуатации сопряженных селехранилищ, даже для такого относительно небольшого по площади бассейна, как бассейн р. Малая Алматинка, составит несколько миллиардов долларов США. Недостатками способа, как и в предыдущем случае, являются неконтролируемое воздействие селей на долину, расположенную выше плотин, и потеря водных ресурсов в период формирования селей. Эвакуировать населенные пункты значит оставить долины и конусы выноса на произвол стихии и лишиться значительной доли водных ресурсов.

Наиболее перспективным решением проблемы является, по нашему мнению, проведение превентивных работ по предотвращению катастрофических селей гляциального и дождевого генезисов. Стоимость проведения превентивных мероприятий (экспертная оценка) для бассейна реки, соизмеримого с бассейном р. Малая Алматинка, не превысит 5...10 млн. долларов США, период капиталовложений – 25...30 лет. Однако их проведению должно предшествовать научное обоснование. Печальный опыт катастрофы 1977 г. и попытки опорожнения озера на леднике Маншук Маметовой в 1997 г. тому подтверждение.

Управление режимом осадков на территориях в несколько тысяч квадратных километров, а также закрепление рыхлообломочных массивов с объемами в миллионы кубометров на высотных отметках, превышающих 3500 м над уровнем моря, – задачи отдаленного будущего.

Глобальное потепление принесет и другую проблему: резкую активизацию селей в низкогорье, обусловленную трансформацией ландшафта в ландшафт пустыни. Исчезновение растительности, сдерживающей процессы эрозии на верхней предгорной ступени, будет способствовать трансформации увалисто-холмистого рельефа в бедленды, такие процессы уже имеют место даже в условиях современного климата (рис.2, 3). Разрастание этих процессов в ходе глобального потепления приведет (в отсутствие противодействия) к ежегодному выносу на предгорную равнину сотен миллионов кубометров лесса, аллювия и пролювия (отложений селей гюнц-миндельского и миндель-рисского межледниковий). В таких условиях производство сельскохозяйственной продукции, на ныне наиболее продуктивных землях предгорных равнин, примыкающих к горным хребтам, несущим оледенение, станет невозможным.



Рис.2. Лессовый покров верхней предгорной ступени, благоприятствующий хозяйственной деятельности.

Наименьшими возможностями в выборе стратегии борьбы с селями обладает г. Алматы. Конусы выноса рек Малая и Большая Алматинки полностью освоены, поэтому пропуск селей через конусы выноса или складирование селевой массы на частях конусов практически исключаются. Строительство сопряженных селехранилищ потребует затрат на эксплуатацию, исчисляемых миллиардами долларов при отсутствии гарантии защиты. С учетом того обстоятельства, что над городом нависает Большое Алматинское озеро, объем которого близок к 10 млн. м³ (в пересчете на

селевую массу – не менее 100...200 млн. м³), наиболее перспективным способом защиты города от селей является проведение широкомасштабных комплексных мероприятий, стоимость которых составит (экспертная оценка) 25...50 млн. долларов США.



Рис.3.Образование бедленда в бассейне р. Каратурук (хр. Заилийский Алатау).

С каждым годом 21 века тезис «...Задержание селя в селехранилище – не победа Казселезащиты, а крупный провал в ее деятельности» [3], будет приобретать все большую актуальность.

Разработка современной стратегии защиты от селей и ее реализация – актуальная задача уже вчерашнего дня. Дальнейшее бездействие – движение к широкому спектру катастроф, исключая возможность устойчивого развития Казахстана в 21 веке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане. – Алматы: ФЫЛЫМ, 1998. – 102 с.
2. Противоселевая защита в Казахстане. – Алма-Ата, 1990. – 30 с.
3. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Радикальный пересмотр стратегии защиты от селей – необходимое условие устойчивого развития горных и предгорных районов Казахстана / Материалы международной научно-

практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы, 2001. – С. 32-35.

4. Степанов Б.С., Степанова Т.С. Механика селей. – М.: Гидрометеоиздат, 1991. – 379 с.
5. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Механизмы, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2001. – № 1-2. – С. 74-81.
6. Хегай А.Ю., Земс А.Э., Зиневич Ю.Н., Квасов А.И. Развитие представлений о природе селевых явлений и характере необходимых противоселевых мероприятий в районе г. Алма-Ата // Проблемы противоселевых мероприятий. – Алма-Ата, 1986. – С. 62-71.
7. Яфязова Р.К. Объем конуса выноса как показатель селевой активности // Гидрометеорология и экология. – 2002. – № 2. – С. 90-99.
8. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 1998. – 21 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата
Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

**СЕЛДЕН ҚОРҒАУДЫҢ ҚАЗІРГІ СТРАТЕГИЯСЫН ЖАСАУ ЖӘНЕ ІСКЕ
АСЫРУ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТҮРАҚТЫ ДАМУЫН ҚАМТАМАСЫЗ
ЕТУДІҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕСІ**

Геогр. ғылымд. докторы Б.С. Степанов
Геогр. ғылымд. канд. Р.К. Яфязова

Соңғы он жылдықтағы зерттеулердің нәтижелері климаттың ғаламдық жылынуы барысында селдердің жоғары белсендеу мүмкіндігін дәлелдейді. Мұндай жағдайда апатты селдердің сирек қайталануына негізделген, қазіргі таңда іске асырылатын селден қорғау стратегиясы елді-мекендер мен шаруашылық әрекеттегі нысандарды селдің қирату әсерінен қорғауды қамтамасыз ете алмайды.

УДК 911.9:504.7(574)

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА В КАЗАХСТАНЕ**

Канд. геогр. наук П.А. Плеханов

На основе анализа базы данных Агентства Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям за 1993...2003 годы выявлены основные закономерности причин и последствий местных и региональных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, дается прогноз максимальной циклической активизации их опасности в 2006...2007 годы в Казахстане в связи с уменьшением солнечной активности.

При выявлении закономерностей чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (ЧС) и осмыслении полученных при этом выводов необходимо прежде всего однозначно определиться с понятием и критериями ЧС. В мировой практике единого толкования ЧС нет (в англоязычной специальной литературе аналог – disaster) [5, 6, 7]. Но в целом суть известных понятий о ЧС однообразна. Под ЧС, как правило, понимаются экстремальные ситуации, возникшие вследствие стихийных бедствий, аварий и катастроф, которые могут вызвать или вызвали гибель (ранение) людей, нарушение условий нормальной жизнедеятельности общества, нанесение ущерба собственности и экологическому благополучию окружающей среды и т.п.

Модельным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», принятым на десятом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств – участников СНГ (постановление № 10 – 6 от декабря 1997 года) [2], определено следующее:

«Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые повлекли или могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности. Чрезвычайные ситуации классифициру-

ются в зависимости от количества людей, пострадавших в этих ситуациях, людей, у которых оказались нарушены условия жизнедеятельности, размера материального ущерба, а также границы зон распространения поражающих факторов чрезвычайных ситуаций».

Законом Республики Казахстан от 5 июля 1996 г. «О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» принято почти аналогичное понятие о ЧС, которое не противоречит соответствующему понятию из Модельного закона о ЧС СНГ.

«Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, возникшая в результате аварии, бедствия или катастрофы, которые повлекли или могут повлечь гибель людей, ущерб их здоровью, окружающей среде и объектам хозяйствования, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности».

В этом Законе даны также частные определения ЧС природного и техногенного характера: «Чрезвычайные ситуации природного характера – чрезвычайные ситуации, вызванные стихийными бедствиями (землетрясениями, селями, лавинами, наводнениями и другими), природными пожарами, эпидемиями и эпизоотиями, поражениями сельскохозяйственных растений и лесов болезнями и вредителями».

«Чрезвычайные ситуации техногенного характера – чрезвычайные ситуации, вызванные промышленными авариями, транспортными и другими авариями, пожарами (взрывами), авариями с выбросами (угрозой выброса) сильнодействующих ядовитых, радиоактивных и биологически опасных веществ, внезапным обрушением зданий и сооружений, прорывами плотин, авариями на электроэнергетических и коммуникационных системах жизнеобеспечения, очистных сооружениях».

В Законе также указано, что ЧС природного и техногенного характера по масштабу и объему причиненного ущерба «...подразделяются на объектовые, местные, региональные и глобальные» и что разделение ЧС на категории должно осуществляться в соответствии с классификацией, принятой Правительством республики. Такой классификации, к сожалению, пока нет. Ранее предлагавшиеся критерии ЧС [3] не утверждены в установленном порядке.

В ряде государств СНГ, например в России и Кыргызской Республике, международных организациях (ООН, Всемирной метеорологической организации, Международной Федерации Обществ Красного Креста и Красного Полумесяца (МФ ОКК и КП) и др.) используются различные

классификации ЧС и их критерии, применение которых для Казахстана без проведения соответствующих исследований на их приемлемость и адаптации вряд ли целесообразно.

В Казахстане целенаправленная регистрация источников ЧС природного и техногенного характера и их последствий начала осуществляться с 1992 г., с первых лет после организации Государственной комиссии Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям (ГКЧС). На основе проведенного анализа можно полагать, что с 1993 г. в Казахстане учтены все более или менее значимые ЧС и несчастные происшествия, а с 1994 г. ведется их полный учет. Характеризуя базу данных о ЧС и происшествиях республики, можно сказать, что до 1997 года она формировалась при отсутствии четких методических основ по сбору данных о ЧС. В дальнейшем в республике накопление данных о ЧС осуществлялось и делается в соответствии с постановлением ГКЧС от 24. 03. 97 № 7 «О порядке информирования и осуществления государственного учета чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и «Инструкцией о порядке представления структурами Агентства РК по ЧС оперативной информации о крупномасштабных ЧС» (Инструктивное письмо АЧС от 08.08.02 № 6/591).

Основными информационными блоками накопления данных по ЧС и несчастным происшествиям в последние годы в АЧС являются:

1. По техногенным ЧС: транспортные аварии и происшествия, в том числе на автодорогах, на железнодорожном транспорте, на авиатранспорте, на водном транспорте; производственные и бытовые пожары и взрывы; несчастные случаи технического характера, в том числе пожары; производственные аварии; аварии с выбросом сильно действующих ядовитых веществ (СДЯВ) и радиоактивных веществ; аварии в системах жизнеобеспечения.

2. По природным ЧС: гидрометеорологические и геологические опасные явления; природные пожары, в том числе лесные пожары; опасные инфекционные заболевания животных; массовое распространение вредителей растений; происшествия на водах; землетрясения свыше 2-х баллов.

3. Приостановка работы объектов из-за нарушения правил безопасности.

Поскольку в Казахстане до настоящего времени не утверждена классификация ЧС и их однозначные критерии в базе данных Агентства Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям (АЧС) со времени существования ГКЧС накоплены более 450 тыс. формальных фактов о ЧС и несчастных происшествиях, подавляющее большинство из которых даже по качественным признакам ЧС не являются (нет пострадавших и погиб-

ших, нет ущерба и т.д.). Понятно, что без предварительной обработки этой базы данных получить на ее основе какие-либо объективные выводы о закономерностях ЧС в республике невозможно.

При оценке аномального явления на его принадлежность к категории ЧС главным является принятие количественных критериев по разделению явлений на ЧС и просто несчастные происшествия. Очевидно, что, чем менее масштабно явление, тем большее значение на его возникновение оказывают случайные факторы, которые маскируют роль постоянно действующих главных факторов ЧС. То же характерно и для очень редких глобальных ЧС. Основываясь на комплексной оценке значимости аномальных явлений в республиканском масштабе, по согласованию с руководством АЧС при подготовке статистических материалов о ЧС в Казахстане для ПРООН предварительно условно были приняты следующие критерии ЧС: количество погибших 5 и более человек, либо число пострадавших 20 и более, либо материальный ущерб, превышающий 100000 долларов США.

Говоря о сопоставимости данных критериев, с критериями широко используемыми в международной практике, отметим, что, например, Университет Лувэна (Бельгия) при глобальных многолетних обобщениях по проблеме ЧС для Международной федерации общества красного креста и красного полумесяца (МФ ОКК и КП) применяет следующие показатели [7]:

1. 10 или более человек объявлено погибшими (люди с подтверждением факта о смерти или люди, пропавшие без вести, или люди, предполагаемые как погибшие);
2. 100 человек и более, определенные как пострадавшие (люди, требующие немедленной помощи в период ЧС, такой как воду, пищу, укрытие, улучшение санитарных условий и экстренную медицинскую помощь);
3. призыв к оказанию международной помощи;
4. декларирование государства о возникновении ЧС.

Так, что можно считать, что принятые в данной работе критерии более щадящие (гуманные), чем принятые в МФ ОКК и КП.

При использовании принятых в данной работе критериев ЧС, а также при не включении в состав ЧС всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП), случаев с утонувшими, случаев приостановки производств из-за нарушения правил безопасности (как сугубо специфических ситуаций) за период 1993...2003 гг. выявлены лишь 289 ЧС, или менее 0,07 % от общей численности зарегистрированных ЧС и происшествий в системе АЧС.

В период 1994...2003 гг. (период условно полного учета ЧС и несчастных происшествий) валовая роль ЧС в республике без их просеивания на действительную принадлежность к ЧС характеризуется жуткими показателями: всего ЧС – 388 тыс., погибло – 44,7 тыс., пострадало – 302 тыс. человек, прямой ущерб – 681,5 млн. долларов США. Из этого на долю ДТП и утонувших соответственно приходится: число происшествий – 31 и 5 %, количество погибших – 49 и 26 %, количество пострадавших – 52 и 8 %.

В данной работе анализ закономерностей ЧС в республике проведен по 289 категорированным ЧС за период 1993...2003 гг. В этот период в Казахстане не было глобальных ЧС, региональная ЧС была объявлена лишь однажды в связи с Луговским землетрясением 23. 05. 2003, а объектовые ЧС наверняка отсечены принятыми критериями ЧС. Поэтому приведенные ниже выводы относятся к категориям местных и, возможно, региональных ЧС. Это следующие выводы.

Возникновение местных и региональных ЧС в республике обусловлено 8 источниками природного и 7 источниками техногенного характера (табл. 1). Повторяемость природных источников составляет 72 % (208 ситуаций), техногенных – 18 % (81 ситуация). Наиболее частыми источниками ЧС являются: весенние половодья и дождевые паводки – 29,4 %; опасные метеорологические явления (ураганы, сильный ветер, град, экстремально низкие температуры воздуха, сильные снегопады, сильные метели) – 13,5 %; эпидемические и особо опасные инфекционные заболевания людей – 13,1 %; пожары и взрывы на производствах – 8 %; пожары и взрывы газа в бытовом секторе – 6,6 %.

При категорированных ЧС погибло 400 человек (табл. 2), в том числе при природных ЧС – 42 % (167 человек), при техногенных ЧС – 58 % (233 человека). Это менее 1 % от всех погибших при всех фактах ЧС и несчастных происшествий, зарегистрированных в АЧС. То есть, можно сказать, что люди в республике погибали в подавляющем числе не при крупных ЧС, а при банальных несчастных ситуациях. Наиболее опасными при ЧС с точки зрения гибели людей являются: опасные метеорологические ситуации; пожары и взрывы газа в быту; аварии, пожары и взрывы на производствах и шахтах. Эти выводы, конечно, не относятся к глобальным ЧС, которых за анализируемый период просто не было.

При категорированных ЧС пострадало свыше 78 тыс. человек (табл. 2). Это более 25 % от всех пострадавших при ЧС и несчастных происшествиях, зарегистрированных в АЧС. Более 99,5 % от пострадавших

при ЧС приходится на ситуации, связанные с весенними половодьями и дождевыми паводками.

Таблица 1

Повторяемость источников ЧС природного и техногенного характера, вызвавших возникновение категорированных ЧС в Казахстане в 1993...2003 гг.

| № п/п | Наименование источника ЧС | Число случаев | Повторяемость в % |
|--------------------------|--|---------------|-------------------|
| 1. Природные ЧС | | | |
| 1.1 | Весенние половодья и дождевые паводки | 85 | 29,4 |
| 1.2 | Опасные метеорологические явления (ураганы, сильный ветер, град, экстремально низкие температуры воздуха, сильные снегопады, сильные метели) | 39 | 13,5 |
| 1.3 | Эпидемические и особо опасные инфекционные заболевания людей | 38 | 13,1 |
| 1.4 | Природные пожары (лесные, степные, ландшафтные) | 17 | 5,9 |
| 1.5 | Селевые потоки (ливневые, гляциальные, прорывные) | 15 | 5,2 |
| 1.6 | Эпидемические заболевания животных | 6 | 2,1 |
| 1.7 | Массовое распространение вредителей и заболеваний растений | 6 | 2,1 |
| 1.8 | Землетрясения | 2 | 0,7 |
| Итого: | | 208 | 72,0 |
| 2. Техногенные ЧС | | | |
| 2.1 | Пожары и взрывы на производствах | 23 | 8,0 |
| 2.2 | Пожары и взрывы газа в бытовом секторе | 19 | 6,6 |
| 2.3 | Аварии на шахтах | 11 | 3,8 |
| 2.4 | Аварии в системах коммуникации (водо-, энерго-, теплоснабжение, трубопроводы) | 9 | 3,1 |
| 2.5 | Обрушение зданий, разрушение гидротехнических сооружений | 7 | 2,4 |
| 2.6 | Аварии и происшествия на промышленных объектах | 5 | 1,7 |
| 2.7 | Источники ЧС, связанные с запуском космических аппаратов и испытаниями вооружений | 2 | 0,7 |
| Итого: | | 81 | 28,0 |
| Всего: | | 289 | 100,0 |

Таблица 2

Результаты оценки негативной роли категорированных ЧС различного генезиса в Казахстане за период 1993...2003 гг.

| № п/п | Наименование характера и источника ЧС | Вклад ЧС в единицах измерения | Относительный вклад ЧС в % |
|---|--|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Количество погибших людей (чел.) | | | |
| | ЧС природного характера | 167 | 42 |
| | ЧС техногенного характера | 233 | 58 |
| | Итого: | 400 | 100 |
| 1.1 | Опасные метеорологические явления | 126 | 31,5 |
| 1.2 | Пожары и взрывы газа в бытовом секторе | 110 | 27,5 |
| 1.3 | Аварии, пожары и взрывы на производствах | 63 | 15,8 |
| 1.4 | Аварии на шахтах | 49 | 12,2 |
| 1.5 | Эпидемические инфекционные заболевания людей | 19 | 4,8 |
| 1.6 | Весенние половодья и дождевые паводки | 16 | 4,0 |
| 1.7 | Другое | 17 | 4,2 |
| 2. Количество пострадавших людей (чел.) | | | |
| | ЧС природного характера | 78492 | 99,5 |
| | ЧС техногенного характера | 368 | 0,5 |
| | Итого: | 78860 | 100,0 |
| 2.1 | Весенние половодья и дождевые паводки | 44200 | 56,0 |
| 2.2 | Землетрясения | 22600 | 28,6 |
| 2.3 | Эпидемические и инфекционные заболевания людей | 10580 | 13,4 |
| 2.4 | Другое | 1480 | 2,0 |
| 3. Прямой материальный ущерб (млн. долларов США) | | | |
| | ЧС природного характера | 430,3 | 88 |
| | ЧС техногенного характера | 59,1 | 12 |
| | Итого: | 489,4 | 100 |
| 3.1 | Весенние половодья и дождевые паводки | 248,0 | 50,7 |
| 3.2 | Землетрясения | 120,5 | 24,6 |
| 3.3 | Опасные метеорологические явления | 44,1 | 9,0 |
| 3.4 | Аварии, пожары и взрывы на производствах | 30,2 | 6,2 |
| 3.5 | Аварии на шахтах | 14,0 | 2,9 |
| 3.6 | Другое | 32,6 | 6,6 |

Общий прямой материальный ущерб при категорированных ЧС за рассматриваемый период составил 489,4 млн. долларов США, в том числе при ЧС природного характера – 88 % и техногенного характера – 12 % (табл. 2). Этот ущерб составляет свыше 60 % от ущерба всех ЧС и несчастных происшествий, зарегистрированных в АЧС. Наибольшую опасность при ЧС по ущербам представляют наводнения и паводки (ущерб свыше 50 %), землетрясения (ущерб около 25 %) и опасные метеорологические явления (около 9 %).

Опасность изменения категорированных ЧС во времени исследовалась на основе анализа динамики рассчитанных годовых значений индексов опасности ЧС (I_{emer}) природного и техногенного характера (табл. 3, 4).

I_{emer} понимается как средний модуль по четырем показателям, характеризующих опасность ЧС: числа ЧС, количества погибших и пострадавших при ЧС, объема нанесенного при ЧС прямого материального ущерба за календарный год.

По данным табл. 5 отчетливо видно, что годовые индексы опасности природных и техногенных ЧС в период 1993...2003 гг. плавно изменяются в виде полусинусоиды. Максимум индекса опасности природных ЧС приходится на 1994...1995 гг. ($I_{emer} = 2,37...2,50$), а техногенных – на 1994...1996 гг. ($I_{emer} = 1,98...2,11$). Соответственно минимум индекса опасности природных ЧС приходится на 2000...2002 гг. ($I_{emer} = 0,03...0,12$), а техногенных – на 2000...2001 гг. ($I_{emer} = 0...0,08$) (Рис. 1).

Между индексами опасности природных и техногенных ЧС отмечается ясно выраженный сдвиг по фазе. Изменения индекса техногенных ЧС ориентировочно запаздывают на 1 год. Между индексами опасности природных и техногенных ЧС с учетом сдвига по фазе последних существует хорошая корреляция (Табл. 6). Связь индексов опасности природных и техногенных ЧС указывает на генетическое единство обуславливающих их факторов. Философский смысл этого в том, что человек, являясь частью природы, создает производную от себя техносферу, которая и зависит от первоопределяющих природу факторов. Сдвиг по фазе изменений индексов опасности природных и техногенных ЧС вполне согласуется с пониманием опосредованности вторых от первых (проявление так называемого фактора «времени добегаания») (Рис. 2). Максимальные значения индекса опасности природных ЧС больше, чем аналогичные индексы техногенных ЧС, а при нулевых значениях первых, вторые не равны нулю. Это может быть интерпретировано для максимальных значений как влияние роли человека в предупреждении техногенных ЧС; а для минимальных значений, как реализация изначальной ненулевой опасности техносферы.

Таблица 3

Характеристика динамики параметров категорированных ЧС природного характера в Казахстане за период 1993...2003 гг.

| Показатель | Год | | | | | | | | | | | Сумма | Среднее |
|-------------------------|-------|--------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|--------|--------|---------|
| | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | | |
| <i>N</i> | 41 | 30 | 29 | 40 | 21 | 18 | 9 | 4 | 0 | 7 | 9 | 208 | 18,9 |
| <i>M_N</i> | 2,17 | 1,59 | 1,53 | 2,12 | 1,11 | 0,95 | 0,48 | 0,21 | 0 | 0,37 | 0,48 | - | - |
| <i>D</i> | 27 | 1 | 118 | 11 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 167 | 15,2 |
| <i>M_D</i> | 1,78 | 0,07 | 7,8 | 0,72 | 0,39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,26 | - | - |
| <i>V</i> | 10059 | 23158 | 3014 | 3971 | 8426 | 3793 | 2908 | 1170 | 890 | 0 | 21103 | 78492 | 7136 |
| <i>M_V</i> | 1,41 | 3,25 | 0,42 | 0,56 | 1,18 | 0,53 | 0,41 | 0,16 | 0,12 | 0 | 2,96 | - | - |
| <i>L</i> | 79588 | 178849 | 9186 | 17841 | 9168 | 18828 | 3898 | 1410 | 0 | 3980 | 107600 | 430348 | 39123 |
| <i>M_L</i> | 2,03 | 4,57 | 0,23 | 0,46 | 0,23 | 0,48 | 0,10 | 0,04 | 0 | 0,10 | 2,75 | - | - |
| <i>I_{emer}</i> | 1,85 | 2,37 | 2,50 | 0,96 | 0,73 | 0,49 | 0,25 | 0,10 | 0,03 | 0,12 | 1,61 | - | - |

Примечание: *N* – количество ЧС; *D* – число погибших людей; *V* – число пострадавших людей; *L* – ущерб от ЧС, тыс. долларов США; *M_N*, *M_D*, *M_V*, *M_L* - модули соответствующих характеристик ЧС; *I_{emer}* – индекс опасности ЧС,

$$I_{emer} = \frac{M_N + M_D + M_V + M_L}{4}.$$

Таблица 4

Характеристика динамики параметров категорированных ЧС техногенного характера в Казахстане за период 1993...2003 гг.

| Показатель | Год | Сумма | Среднее |
|------------|-----|-------|---------|
|------------|-----|-------|---------|

| | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | | |
|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| <i>N</i> | 6 | 11 | 12 | 20 | 12 | 6 | 5 | 0 | 2 | 3 | 4 | 81 | 7,4 |
| <i>M_N</i> | 0,82 | 1,49 | 1,63 | 2,72 | 1,63 | 0,82 | 0,68 | 0 | 0,27 | 0,41 | 0,54 | - | - |
| <i>D</i> | 43 | 56 | 46 | 26 | 4 | 29 | 0 | 0 | 0 | 10 | 19 | 233 | 21,2 |
| <i>M_D</i> | 2,03 | 2,64 | 2,17 | 1,23 | 0,19 | 1,37 | 0 | 0 | 0 | 0,47 | 0,90 | - | - |
| <i>V</i> | 95 | 76 | 83 | 49 | 14 | 32 | 0 | 0 | 0 | 2 | 17 | 368 | 33,4 |
| <i>M_V</i> | 2,84 | 2,27 | 2,48 | 1,46 | 0,42 | 0,96 | 0 | 0 | 0 | 0,06 | 0,51 | - | - |
| <i>L</i> | 7652 | 8198 | 11529 | 13632 | 11010 | 1931 | 3963 | 0 | 260 | 680 | 200 | 59055 | 5368 |
| <i>M_L</i> | 1,42 | 1,52 | 2,16 | 2,54 | 2,05 | 0,36 | 0,74 | 0 | 0,05 | 0,13 | 0,04 | - | - |
| <i>I_{emer}</i> | 1,78 | 1,98 | 2,11 | 1,99 | 1,07 | 0,88 | 0,36 | 0 | 0,08 | 0,27 | 0,50 | - | - |

Примечание: *N* – количество ЧС; *D* – число погибших людей; *V* – число пострадавших людей; *L* – ущерб от ЧС, тыс. долларов США; *M_N*, *M_D*, *M_V*, *M_L* - модули соответствующих характеристик ЧС; *I_{emer}* – индекс опасности ЧС,

$$I_{emer} = \frac{M_N + M_D + M_V + M_L}{4}.$$

Таблица 5

Динамика индексов опасности (*I_{emer}*) ЧС природного и техногенного характера в Казахстане за период 1993...2003 гг. и изменение среднегодового числа пятен на Солнце

| Показатель | Год | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
| <i>I_{emer}</i> (нр.) | 1,85 | 2,37 | 2,50 | 0,96 | 0,73 | 0,49 | 0,25 | 0,10 | 0,03 | 0,12 | 1,61 |
| <i>I_{emer}</i> (тех.) | 1,78 | 1,98 | 2,11 | 1,99 | 1,07 | 0,88 | 0,36 | 0 | 0,08 | 0,27 | 0,50 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|------|
| N_{ssp} | 54,6 | 29,9 | 17,5 | 8,6 | 21,5 | 64,3 | 93,3 | 119,6 | 110,9 | 104,1 | 63,6 |
|-----------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|------|

Примечание: N_{ssp} – среднегодовое число пятен на Солнце (National Geophysical Data Center) [4].

Таблица 6

Связь индексов опасности (I_{emer}) природных и техногенных ЧС в Казахстане за период 1993...2003 гг. со сдвигом индексов природных ЧС по времени + 1 год

| Показатель | Год | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
| $I_{emer} (np.)$ | 1,85 | 2,37 | 2,50 | 0,96 | 0,73 | 0,49 | 0,25 | 0,10 | 0,03 | 0,12 |
| $I_{emer} (тех.)$ | 1,98 | 2,11 | 1,99 | 1,07 | 0,88 | 0,36 | 0 | 0,08 | 0,27 | 0,50 |

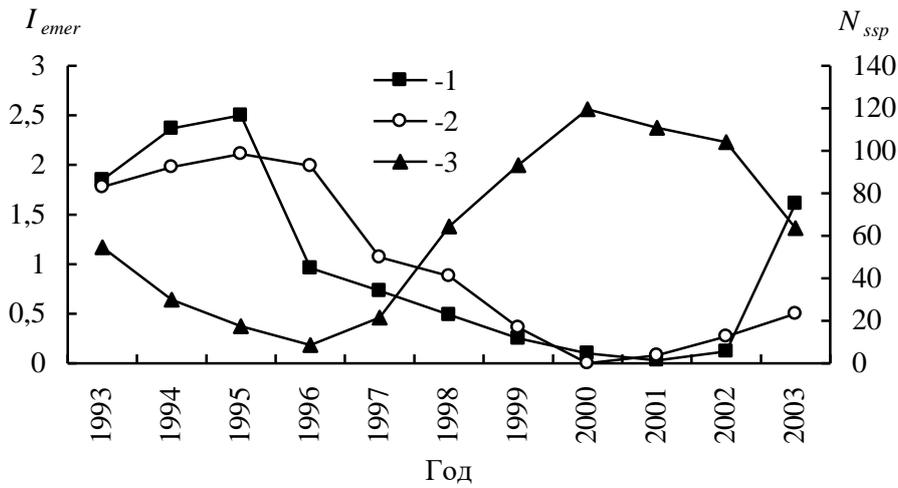


Рис. 1. Динамика индексов опасности (I_{emer}) ЧС природного и техногенного характера и изменение среднегодового числа пятен на Солнце. 1 – индекс опасности природного характера, 2 – индекс опасности техногенного характера, 3 – среднегодовое число пятен на Солнце.

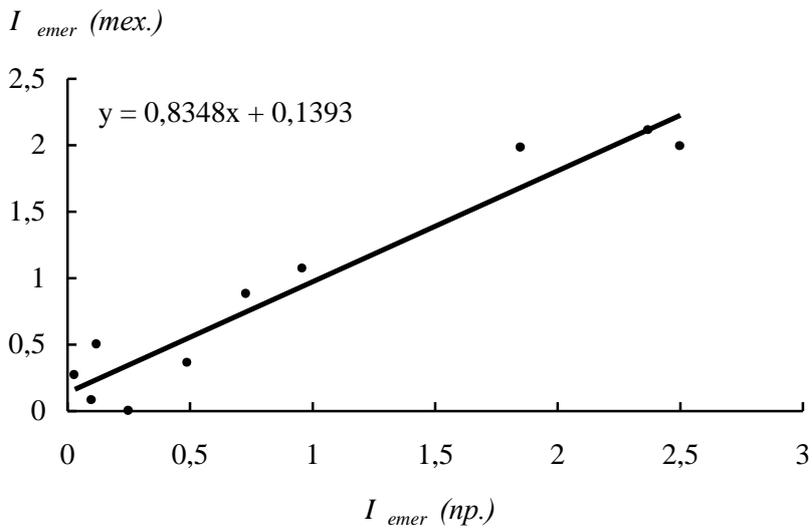


Рис. 2. Связь природных (I_{emer} (пр.)) и техногенных I_{emer} (тех.) индексов опасности.

Между изменениями индексов опасности природных и техногенных ЧС с одной стороны и изменениями солнечной активности с другой стороны существует вполне определенная связь (Табл. 5). Минимуму солнечной активности соответствует максимум опасности ЧС в Казахстане, и наоборот – ее максимуму соответствует минимум опасности ЧС. Объяснить логически данный феномен трудно, однако то, что между земными явлениями и солнечной активностью установлены тесные связи можно считать доказанным фактом [1]. Поэтому надо полагать, что выявленная связь не является случайной. Если это так, то очередной всплеск опасности ЧС в Казахстане следует ожидать (прогнозировать) в 2006...2007 гг. Подтверждением этому является начавшийся рост индексов опасности ЧС в последние 2 года, связанный с активизацией стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф, и спад солнечной активности.

Полученные по Казахстану выводы о закономерностях ЧС в настоящее время нельзя сопоставить с выводами по другим регионам планеты ввиду имеющихся различий по критериям и методикам по регистрации ЧС. Но, если провести соответствующие исследования на международном уровне – эта задача будет вполне разрешима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жантаев Ж.Ш. Некоторые вопросы воздействия факторов космической погоды на здоровье человека и биосферу. - Алматы, 2003. - 50 с.
2. Законодательство стран СНГ по проблемам чрезвычайных ситуаций. - М.: 2000. - 432 с.
3. План подготовленности Казахстана к природным катастрофам. - Алматы, 2000. - 256 с.
4. <http://www.ngdc.noaa.gov/stp>
5. Carter, W. Nick. Disaster management: a disaster manager's handbook. - Manila, 1991. - 417 p.
6. Glossary: internationally glossary of basic terms related to Disaster Management. – DHA - Geneva, 1992. - 83 p.
7. World Disaster Report 2003. - International Federation of Red Cross and Crescent Societies. - 239 p.

Институт географии

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Геогр. ғылымд. канд. П.А. Плеханов

Қазақстан Республикасының төтенше жағдайлар жөніндегі агенттігінің 1993...2003 жылдардағы деректер базасын талдаудың негізінде табиғи және аймақтық төтенше жағдайлардың себептері мен салдарының заңдылықтары ашылды; күн белсенділігінің азаюына байланысты 2006...2007 жылдары Қазақстанда олардың қауіпшілігінің ең жоғары циклдік белсенділігінің болжамы берілген.

УДК 551.501.534(574)

**О ВЫПОЛНЕНИИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПО МОНРЕАЛЬСКОМУ ПРОТОКОЛУ ПО ВЕЩЕСТВАМ,
РАЗРУШАЮЩИМ ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ**

В.П. Крюкова

Настоящий документ описывает состояние дел о выполнении обязательств Республики Казахстан по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающий озоновый слой и реализации Программы по извлечению и переработке хладогентов. Кроме того, приведены данные по оценке потребления ОРВ за период 1986...2002 гг. и выполнен анализ потребления регулируемых веществ по секторам.

Казахстан присоединился к Венской конвенции об охране озонового слоя и Монреальскому протоколу по веществам, разрушающий озоновый слой в 1998 г. В 2001 г. стал стороной Лондонской поправки.

В соответствии с положениями Монреальского протокола и Лондонской поправки и корректировок к ним Республика Казахстан обязана:

- информировать Стороны о принятых на национальном уровне экономических и законодательных мерах, направленных на выполнение обязательств Монреальского протокола;
- распространять информацию о технологиях уничтожения хлорфторуглеродов (ХФУ), альтернативных озонобезопасных веществах, представляя национальные доклады о проведенной работе;
- выполнять меры по снижению и исключению из потребления озоноразрушающие вещества (ОРВ);
- запретить торговлю ОРВ со странами, не являющимися Сторонами;
- проводить оценку мер выполнения обязательств;
- ежегодно вносить взносы в целевой фонд Монреальского протокола.

Кроме вышеуказанных обязательств должны быть приняты дополнительные меры:

- исключены из потребления вещества Приложения А групп I и II и Приложения В групп II и III из всех применений за исключением (особо важных);
- к 1 января 2003 года создана система лицензирования импорта и экспорта ОРВ;

- с 1 января 2003 года введен запрет на импорт оборудования, использующего ОРВ.

Одним из обязательств Сторон является сбор и представление данных о регулируемых веществах Секретариату по озону. Эта информация выполняет роль индикатора при оценке выполнения расписания поэтапного сокращения потребления ОРВ, позволяет своевременно принимать необходимые меры и является юридическим обязательством Сторон.

Впервые оценка потребления ОРВ в Казахстане была выполнена совместно с консультантами ЮНЕП в 1998 г. при подготовке Программы постепенного сокращения ОРВ в Казахстане. Эти данные послужили основой для разработки и реализации инвестиционных проектов, таких как:

- программа по извлечению и переработке хладагентов;
- программа по регулированию галонов;
- переход от ХФУ-11 к водной технологии при производстве жестких полиуретановых пен;
- исключение остаточного потребления ОРВ при производстве мягких полиуретановых пен;
- замена ХФУ-113, используемого в процессе очистки оборудования при производстве кислорода на Павлодарском химическом заводе.

Казахстан не производит веществ, контролируемых Монреальским протоколом, а лишь использует их. Общее потребление всех ОРВ в 1998 году составляло 1356,13 тонн, или 1304,87 тонны ОРС, включая метил бромид и гидрохлорфторуглероды (ГХФУ). Потребление всех веществ Приложений А и В Монреальского протокола в 1998 г. составлял 0,077 кг на душу населения. Распределение регулируемых веществ по приложениям Монреальского протокола приведено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение потребления ОРВ по Приложениям Монреальского протокола в 1998 г.

| Приложение, группа | Масса ОРС | |
|---------------------------|-----------|------|
| | тонн | % |
| А, I (ХФУ) | 1079,9 | 83,0 |
| А, II (галоны) | 169,5 | 13,0 |
| В (ЧХУ, МХВ) ¹ | 19,5 | 1,5 |
| С (ГХФУ) | 6,0 | 0,5 |
| Е (метилбромид) | 30,0 | 2,3 |

Примечание: ¹ ЧХУ – четыреххлористый углерод, МХВ – метилхлороформ.

Анализ данных за период с 1986 по 1998 г. показывает, что в течение этого времени были как периоды падения, так и роста (табл.2). Каждые три года отмечался рост потребления ОРВ как результат роста валового внутреннего продукта (ВВП). Самые высокие показатели ВВП были зарегистрированы в 1993 году, в тот период, когда наблюдался быстрый рост производства, в том числе производства пеноматериалов, увеличение использования сольвентов и хладагентов в промышленности.

Таблица 2

Изменение потребления ОРВ в 1986 и 1990...98 гг., ОРС тонн

| ОРВ | Год | | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1986 | 1989 | 1990 | 1991 | 1993 | 1996 | 1997 | 1998 |
| Приложение А, группа I | 1218 | 1406 | 1226 | 1218 | 2230 | 834 | 886 | 1080 |
| Приложение А, группа II | 230 | 230 | 230 | 204 | 206 | 160 | 160 | 170 |
| Приложение В, группа II и III | 52 | 53 | 51 | 50 | 40 | 34 | 34 | 19 |
| Приложение С, группа I | 9 | 9 | 8 | 7 | 6 | 4 | 6 | 6 |
| Приложение Е, группа I | 30 | 40 | 50 | 26 | 8 | 3 | 2 | 30 |
| Всего | 1548 | 1738 | 1565 | 1504 | 2490 | 1035 | 1088 | 1305 |

Начиная с 2001 г. в рамках реализации проекта ГЭФ/ЮНЕП была продолжена оценка потребления ОРВ. В 2001 г. были собраны и проанализированы данные за 1999...2000 г., и затем они проводились на ежегодной основе. В настоящее время мы имеем данные за период 1996...2002 г., которые помещены в табл. 2 и 3.

Начиная с 1998 г. наблюдается устойчивое сокращение потребления веществ приложений А и В Монреальского протокола. Оно связано с общим сокращением производства ОРВ в результате принятия мер по Монреальскому протоколу, а также с прекращением их производства в Российской Федерации. Кроме того, в связи с наблюдаемым экономическим ростом в Казахстане импортируется оборудование, для которого требуются уже переходные вещества, как ГХФУ (22, 141в и др.), ГФУ - 134. Растет число предприятий, занимающихся сборкой холодильных витрин, увеличивается импорт автотранспортных средств, где в качестве хладагента используется ГФУ-134, в результате чего наблюдается рост уровня потребления ГХФУ и ГФУ, которые необходимы для заправки новых холодильных систем и кондиционеров.

Таблица 3

Потребление ОРВ в Казахстане за период 1998...2002 гг., ОРС тонн

| ОРВ | Год | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Приложение А, группа I | 1080 | 692 | 524 | 290 | 112 |
| Приложение А, группа II | 170 | 76 | 13 | 7 | 2 |
| Приложение В, группа II | 19 | 6 | 2 | 1 | 0 |
| Приложение В, группа III | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Приложение С, группа I | 6 | 5 | 42 | 48 | 51 |
| Приложение Е, группа I | 30 | 13 | 17 | 15 | 18 |
| Всего ОРВ | 1305 | 792 | 598 | 361 | 187 |

Распределение потребления ОРВ по секторам выглядит следующим образом:

Таблица 4

Распределение веществ Приложений А и В по секторам за период 1996...2002 гг.

| Сектор | Год | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Охлаждения | 767 | 790 | 658 | 435 | 329 | 183 | 82 |
| Пены | 24 | 48 | 150 | 105 | 75 | 43 | 18 |
| Растворители | 77 | 82 | 291,5 | 157,5 | 122 | 65 | 12 |
| Галоны | 160 | 160 | 170 | 76 | 13 | 7 | 2 |
| Итого А и В | 1,028 | 1,080 | 1,270 | 774 | 539 | 298 | 114 |

Самый крупный потребитель ОРВ в Казахстане – сектор охлаждения, где вещества используются для заправки систем охлаждения. Хладагенты используются для заправки промышленных, бытовых, коммерческих и мобильных (автомобильный и железнодорожный транспорт) холодильных установок. Распределение потребления ХФУ в подсекторах выглядит следующим образом:

- промышленные холодильники – 20 %;
- бытовые холодильники – 21 %;
- коммерческие холодильники – 40 %;
- мобильные холодильники (на грузовиках и железной дороге) – 1,4 %.

Основным потребителем контролируемых веществ является сектор обслуживания коммерческих и бытовых холодильников, где сконцентрирована основная масса холодильных установок, работающих на ХФУ-12. До настоящего времени системы охлаждения, работающие на ХФУ-12, имеют предприятия металлургической промышленности. Пищевая промышленность Казахстана в предыдущие годы использовала оборудование

в основном на аммиаке, но в последние годы на многих предприятиях происходит переоснащение в основном установками использующими ГХФУ-22. В Казахстане широко используется транспортное холодильное оборудование, включая вагоны-рефрижераторы, автомобильные холодильные установки, холодильные вагоны и кондиционеры в пассажирских вагонах. Начиная с 1996...98 гг. наблюдается значительный рост числа автомобилей, оснащенных системами кондиционирования и охлаждения.

Промышленные холодильники производятся в Казахстане предприятием «Техол» (г. Караганда). Этот завод был введен в строй в 1996 году и производит продукцию для удовлетворения спроса внутреннего рынка Казахстана. При производстве изоляции используется смесь ГХФУ-141b, а в качестве хладагента – ГХФУ-22. В последние годы появились казахстанские фирмы, которые осуществляют сборку и установку различных холодильных систем и систем вентиляции. В 2000 г. был запущен завод по проектированию, изготовлению и монтажу систем вентиляции. Сегодня в Республике Казахстан существует и действует транспортное холодильное оборудование, включая вагоны-рефрижераторы, автомобильные холодильные установки, холодильные вагоны и кондиционеры в пассажирских вагонах.

Принимая во внимание значимость сектора охлаждения в экономики Казахстана и необходимость сокращения потребления ХФУ, был подготовлен проект Национальная программа по извлечению и переработке хладагентов, реализация которого была начата в 2001 г. Цель проекта:

- прекращение выбросов ХФУ в атмосферу вследствие утечек или в процессе обслуживания оборудования;
- обучение специалистов использованию современной практики ремонта, технического обслуживания и герметизации оборудования, используемого для охлаждения:

Снижения выбросов ХФУ было основано на трех основных методах:

1. обеспечение крупных пользователей ХФУ и сервисных центров оборудованием по извлечению и переработке хладагентов, которое будет использоваться в техническом обслуживании, в процессе конверсии и демонтажа охладительных систем;
2. совершенствование сервисного обслуживания систем охлаждения и кондиционирования воздуха путем обучения персонала и использования современных методов наполнения систем ХФУ, ГХФУ и ГФУ и их управления;
3. обучение практике герметизации хладагентов.

Появится альтернативный источник первичным импортируемым ХФУ, как извлеченные и переработанные ХФУ. Ожидалось, что при появлении этих веществ внутренний спрос на импорт ХФУ-12 снизится. Объемы ХФУ-12, которые не будут импортироваться в страну за счет процесса извлечения и переработки отработанных веществ в рамках данной программы, имеют большое экономическое значение для страны.

В рамках проекта поставлено 700 машин по извлечению, 50 пакетов с ручными насосами и 110 машин по переработке.

Планируемый объем извлекаемых ХФУ был рассчитан по формуле:

$$V = 0,9 \frac{P \cdot n \cdot N}{1000},$$

где V – объем извлекаемых ХФУ, P – производительность машины, кг/сут, n – число машин, N – число рабочих дней.

Необходимо принять во внимание, что производительность машин неодинакова в различных секторах и при расчете приняты следующие условия:

- производительность машин по извлечению в коммерческом, бытовом секторах, транспортных систем охлаждения и систем кондиционирования воздуха принимается 1 кг газообразного ХФУ-12 в сутки;
- в секторе промышленного назначения и железнодорожного транспорта – 6 кг жидкого ХФУ-12 в сутки;
- ручные насосы для откачки ХФУ производительностью 0,2 кг газообразного ХФУ-12 в сутки;
- расчеты производились, принимая во внимание 270 рабочих дней в году;
- с учетом возможного извлечения 90 % выведенного материала.

Планируемый объем извлеченных или сэкономленных ХФУ составит 436,31 т или 50,8 %. Детальный расчет объемов извлечения по секторам приведен в табл. 5.

На основании объемов извлечения ХФУ-12 (436210 кг – см. табл. 4) производительность одной перерабатывающей машины берется из допущения 5 кг/час, машины находятся в эксплуатации в течение 5 часов 270 рабочих дней в году, выход – 90 %). Следовательно, потребность в перерабатывающей технике составляет 72.

Распределение машин по переработке выполнялось с учетом факторов:

- географическое местоположение фирм;
- объемы потребления ХФУ и размеры компаний.

Общие расходы проекта включая семинары, стоимость оборудования, проведение мониторинга составили 2356,684 млн. долларов США.

Следовательно запланированная эффективность затрат за 1 год составит 5,4 долларов/кг ОРС.

Таблица 5

Планируемые объемы извлечения ХФУ

| Подсектор | Использование, ОРС тонн | Число машин по извлечениям ХФУ | Объем извлеченных ОРВ, ОРС тонн | Извлеченного хладагента, % |
|---|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Бытовые системы охлаждения ⁽¹⁾ | 140,9 | 125 ⁽⁵⁾ | 30,4 | 27,36 |
| Бытовые системы охлаждения (пакеты) ⁽²⁾ | | 50 ⁽⁶⁾ | 0,00 | |
| Системы охлаждения коммерческого назначения ⁽¹⁾ | 260,73 | 200 ⁽⁷⁾ | 48,60 | 18,6 |
| Всего систем охлаждения бытового и коммерческого назначения | 401,63 | 320 | 77,76 | 19,4 |
| Системы охлаждения промышленного назначения ⁽³⁾ | 134,01 | 75 ⁽⁸⁾ | 109,35 | 81,6 |
| Транспорт ⁽¹⁾ | 112 | 180 ⁽⁹⁾ | 43,74 | 39,1 |
| Мобильные системы охлаждения ⁽¹⁾ | 36,21 | 40 ⁽¹⁰⁾ | 9,72 | 26,8 |
| Вагоны ⁽³⁾ | 17,39 | 80 ⁽¹¹⁾ | 116,64 | 68,1 |
| Охладители ⁽⁴⁾ | 2,68 | 0 ⁽⁴⁾ | | 0,0 |
| Итого: | 857,92 | 700 | 436,21 | 50,8 |

Однако здесь мы рассмотрели расчетную эффективность затрат. Проект выполняется в течении 2-х лет и будет интересно, когда можно будет рассмотреть данные после реализации проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по представлению данных в рамках Монреальского протокола – ЮНЕП, Многосторонний Фонд для осуществления Монреальского протокола, 1999. – 114 с.
2. Руководство по международным договорам в области охраны озонового слоя – Секретариат по озону, ЮНЕП, 2000. – 432 с.
3. Country Programme for Phasing out Ozone Depleting Substances, UNEP, 1999. – 36 с.
4. National Programme for Recovery and Recycling of Refrigerants, UNDP, 1999. – 20 р.

Координационный центр по изменению климата

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ОЗОН ҚАТПАРЫН БҰЗУШЫ
ЗАТТАРДЫҢ МОНРЕАЛЬ ХАТТАМАСЫНЫҢ ШАРТТАРЫН
ОРЫНДАУ ЖӨНІНДЕ**

В.П. Крюкова

Негізгі құжат Қазақстан Республикасының озон қатпарын бұзушы заттардың Монреаль хаттамасының шарттарын орындалуы және хладагентті алу мен қайта өндіру жөнінде жазылған.

1986...2002 жылдар аралығында озон келтіруші заттарды қолдану ретінде бағалау және сараптау сектор бойынша берілген.

УДК

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
Р. НУРЫ**

Л.К. Махмудова

К.А. Степанов

Произведена оценка современного экологического состояния р. Нуры по экспедиционным исследованиям 2002 г. Анализ данных позволяет сделать заключение о том, что средняя концентрация ртути понижается вниз по течению реки.

В водотоках происходят сложные процессы самоочищения (совокупность биологических, химических и физических процессов), ведущие к восстановлению природных свойств воды водоемов и водотоков. Сложность и разнообразие процессов естественного самоочищения, их значимость и сущность обуславливается как многообразием загрязняющих веществ, так и специфическими особенностями водных объектов, находящихся в различных физико-географических условиях.

Условно можно выделить следующие направления в изучении сложнейших взаимодействий загрязняющих веществ со всеми составляющими водной экологической системы: гидродинамическое, гидробиологическое, комплексное, при которых наиболее результативно решаются как общетеоретические, так и практические задачи. Из биологических, химических и физических факторов основная роль в самоочищении принадлежит биологическому фактору.

Распад органических веществ происходит преимущественно под действием микроорганизмов. Таким образом, исследование интенсивности деструкции органического вещества позволяет более полно характеризовать самоочищающую способность водоемов, оборачиваемость биогенных веществ и ряда других важных аспектов режима водного объекта. Результаты подобных исследований важны и при прогнозировании качества воды водоемов.

В методическом отношении существуют два пути изучения процессов самоочищения природных вод. Первый путь – с помощью длитель-

ных лабораторных опытов определение констант скорости процессов самоочищения в природных условиях.

Второй путь – суммарный учет процессов самоочищения по результатам натурных исследований. Преимуществом этого пути является быстрота определения скорости самоочищения воды для условия изучаемого водного объекта [1].

Острый дефицит воды в источниках хозяйственно-питьевого назначения является одним из серьезных факторов, ограничивающих социально-экономическое развитие отдельных регионов, крупных городов, и, в частности, нашей столицы. Потребность г. Астана в воде можно компенсировать путем переброски стока из канала Иртыш-Караганда в р. Нура с дальнейшей подачей в р. Есиль по каналу Нура-Есиль. Но для этого требуется простой в реализации и относительно недорогой проект очистки русла реки [2]. К тому же, это не секрет, что на сегодняшний день остро стоит вопрос о загрязнении р. Нуры, в бассейне которой в результате техногенного воздействия сложилась чрезвычайно серьезная ситуация. На данный момент в русле реки широкое распространение получил новый тип аллювиальных отложений – техногенные илы, накопление которых связано с поступлением сточных вод промышленных предприятий Караганда-Темиртауской промышленной зоны.

Р. Нура протекает по территории Карагандинской и южной части Акмолинской областей. Площадь её водосбора составляет 55100 км². Она берет начало на северо-западных отрогах низкогорного массива Каркаралы-Актау при слиянии нескольких родников на высоте 1060 м и впадает в озеро Тенгиз. Длина реки достигает 978 км. На верхнем участке до впадения р. Акбастау Нура имеет названия Карашоки и Байкожа. Речная сеть хорошо развита в верхней и средней части бассейна, её средняя густота равна 0,17 км/км². Число рек в бассейне протяженностью свыше 10 км около 200. По гидрологическому режиму р. Нура относится к рекам казахстанского типа, средний многолетний расход воды в реке составляет 19,5 м³/с. По химическому составу воды по классификации Алексина вода р. Нуры относится к хлоридному классу натриевой группы. На реке создано три водохранилища – Самаркандское, Интымакское, Самарское.

Результаты экспедиционных исследований, проведенных в бассейне реки в апреле-мае 2002 г., раскрыли следующую картину. Производственное объединение «Карбид» г. Темиртау использует воду Самаркандского водохранилища для охлаждения карбидных печей, возвращая

отработанную воду непосредственно в водохранилище. Также завод сбрасывает в р. Нуру большой объем очищенных сточных вод, содержащих органические вещества: альдегиды, эфиры, стирол, спирты, карбоновые кислоты. Наиболее опасным загрязнителем, является ртуть в виде неорганических и органических соединений. У плотины Самаркандского водохранилища минерализация воды колеблется от 0,63 до 1,25 г/дм³. Количество ртути у поверхности реки колеблется от 0,0004 до 0,0005 мг/дм³, у дна от 0,0005 до 0,1 мг/дм³ (при ПДК 0,5 мг/дм³), т.е. ртуть осаждается на дно, поэтому и обнаружена в иловых отложениях. Ниже Самаркандского водохранилища минерализация колеблется от 0,5 до 1,2 г/дм³. По индексу загрязненности до г. Темиртау р. Нура относится к загрязненным водным объектам. Русло реки между Самаркандским и Интымакским водохранилищами загрязнено значительно меньше, но следует иметь в виду, что Интымакское водохранилище в современном состоянии является эффективным отстойным бассейном и препятствует распространению ртутного загрязнения вниз по течению р. Нура. К тому же, следует отметить, что превышение санитарных норм для ртути в поверхностных водах на участке от Самаркандского до Интымакского водохранилищ происходит только в период снеготаяния. Количество ртути колеблется от 0,0003 до 0,00028 мг/дм³. При прохождении через Интымакское водохранилище уровень концентрации ртути в речной воде, как правило, падает в три раза, так как основная масса ее осаждается в водохранилище [3]. Таким образом, анализ экспедиционных данных позволяет сделать заключение о том, что средняя концентрация ртути понижается вниз по течению реки. Основное количество техногенных илов и более 90 % ртути приходится на участок реки в 25 км ниже Самаркандского водохранилища (рис.).

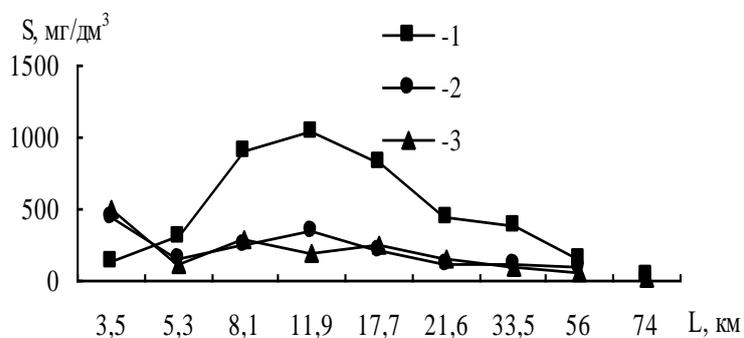


Рис. Средняя концентрация ртути в русле р. Нуры в 75 км ниже Самаркандского водохранилища: 1 - первый период с 10.04. по

12.04.2002 г.; 2 - второй период с 17.04 по 22.04. 2002 г.; 3 - третий период с 29.04 по 5.05. 2002 г.

В настоящее время в Японии связывают возникновение у человека болезни «Миномат» (по названию местности, где она была выявлена), которая приводит к эпилепсии в результате такого же ртутного загрязнения.

Согласно сообщениям телевидения, правительство нашей республики запланировало проект по очистке р. Нура сроком на 5 лет, объем финансирования более 40 млн долларов США. Хотелось бы надеется, что в результате этого, будут предприняты кардинальные меры по решению проблемы р. Нуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янин Е.П. Отчет по составлению разделов «Охрана водных объектов и почв от загрязнения» в составе генерального плана города Темиртау. М.: МВП, 1991. – 168 с.
2. Состояние природных вод, донных отложений, почв в пригороде г. Астаны: Отчет о НИР/ИГ МНАН РК. – Алматы, 1998. – 22 с. Отв. исполн. Достай Ж.Д., Джундибаев А.Е.
3. Гуменюк Е.Ю., Илющенко М.А., Захаров В.А. Техногенное загрязнение р. Нуры ртутью по данным Казгидромета //Вестник КазГУ, серия экологическая. – 1992. – 169 с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

НҰРА ӨЗЕНІНІҢ ҚАЗІРГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

Л.К. Махмудова

К.А. Степанов

Берілген мақалада 2002 жылы жүргізілген экспедициялық зерттеулер нәтижелері бойынша Нұра өзенінің қазіргі экологиялық жағдайына бағалау жасалған. Мәліметтер нәтижесі сынаптың орташа шоғырлануы өзеннің ағысы бойымен төмендеген сайын кемітіні туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

УДК 504.054:87.15.15

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Канд. техн. наук Е.Т. Жанбуршин

Интенсивное освоение нефтегазовых месторождений в Мангистауской области привело к загрязнению поверхностных и подземных вод региона сточными водами, химическими реагентами, нефтью и нефтепродуктами. Масштаб загрязнения водных ресурсов региона оценить сложно, так как отсутствует непрерывный (постоянный) мониторинг гидрогеологическими службами и нет сети наблюдательных скважин.

Поверхностные водные ресурсы региона включают в себя реки и Каспийское море. Постоянная речная сеть в пределах области отсутствует. Местный сток формируется только в бассейнах малых временных водотоков и аккумулируется в небольших понижениях, впадинах, откуда теряется на испарение и фильтрацию. Всего местный сток составляет 74 млн. м³, включая большие площади, занятые солончаками и сорами, который не может быть использован.

Каспийское море – крупнейшее в мире соленое озеро (площадь 376 тыс. км², объем воды 78 тыс. км³). Минерализация Каспийского моря составляет 14 г/дм³. Большая часть северного и половина восточного побережья относится к Казахстану. Длина береговой линии на территории региона составляет более 600 км. Приход водохозяйственного баланса моря составляет: речной сток, поступление воды из других территорий, поступление возвратных вод, хозяйственный приход.

Каспийское море является основным источником водоснабжения области. Около 95 % от всего объема забора морской воды в областном центре используются для приготовления питьевой воды. Значительное количество воды используется для охлаждения технологического оборудования Мангышлакского атомно-энергетического комплекса (РГП “МАЭК”) и других объектов. Кроме того, основными предприятиями, осуществляющими морской водозабор являются: опреснительный завод “Бауга” (г. Форт-Шевченко) и нефтяные месторождения “Жетыбай”,

“Озен”, “Каламкас”, “Каражанбас”. Нефтяные месторождения используют морскую воду для поддержания пластового давления. Нефтяники, кроме морской воды, используют попутно добываемую воду с нефтью, закачиваемую обратно для поддержания пластового давления.

Ресурсы подземных вод региона составляют водные месторождения (Саускан, Тюесу, Кияхты и др.). Утвержденные их запасы по всем категориям по состоянию на 1 января 2001 г. составляют 274,32 тыс. м³ в сутки. Подземные воды используются на хозяйственно-бытовые нужды – 9,19 млн. м³ в год, в промышленности – 5,97, сельхозводоснабжении – 0,504, на орошение – 0,327, на обводнение пастбищ – 2,451 млн. м³ в год.

Кроме этого, для водоснабжения нефтедобывающих предприятий (Каражанбас, Каламкас, Жетыбай, ЗФ НКТН “КазТрансОйл”) и потребления населения построен магистральный водовод “Астрахань – Мангышлак”. Водовод имеет общую протяженность 1041 км и введен в эксплуатацию в 1990 году. Объем прокачиваемой воды по всей протяженности водовода 140 тыс. м³ в сутки. Качество волжской воды, прокачиваемой водоводом “Астрахань – Мангышлак”, является техническим. Для питьевых целей вода очищается непосредственно у потребителя. Динамика использования водных ресурсов основными предприятиями Мангистауской области за период 1998...2002 гг. представлена в табл.

Таблица

Динамика использования воды по сферам деятельности по области за период 1998...2002 гг., млн. м³/год

| Предприятие | Потребляемая вода | Год | | | | |
|-------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Всего, в том числе: | | 720,7 | 700,2 | 600,4 | 673,9 | 652,3 |
| РГП “МАЭК” | Морская | 693,9 | 674,7 | 573,5 | 618,3 | 623,0 |
| ПФ “Озенмунайгаз” | Морская | 13,8 | 11,9 | 13,1 | 21,9 | 22,4 |
| ОАО “Мангистаумунайгаз” | Морская | 4,2 | 6,6 | 6,7 | 6,1 | 0,2 |
| ЗФ НКТН “КазТрансОйл” | Волжская | 8,8 | 6,9 | 7,0 | 8,8 | 6,7 |

Как видно в табл., нефтедобывающая промышленность – крупный водопотребитель среди отраслей территориально-производственного комплекса региона после Мангышлакского атомно-энергетического комплекса. Разработка большинства нефтяных месторождений осуществляется с применением метода поддержания пластового давления, который способствует загрязнению подземных вод агрессивными высокоминерализованными пластовыми водами и нефтепродуктами на больших площадях. Значительный объем морской и волжской воды потребляется для за-

контурного и внутриконтурного заводнения нефтяных месторождений. Этот способ добычи нефти остается до сих пор наиболее эффективным и широко применяемым в нефтедобывающей промышленности. В.А. Балков [4] приводит следующие цифры: "... добыча одной тонны нефти требует закачки в нефтесодержащие пласты от 2 до 9 м³ воды". Суммарный расход воды на эти цели в этой отрасли промышленности региона достигает около 5 % всех местных потребляемых водных ресурсов.

Одним из основных источников загрязнения подземных вод являются утечки из скважин и перетоки пластовых вод в надпродуктивные пресноводные водоносные горизонты, происходящие в негерметичных скважинах с некачественной и частичной цементацией затрубного пространства. Это связано также с нарушением целостности обсадки и некачественным ликвидированием скважин [1, 2, 3, 5]. Утечки и перетоки интенсифицируются за счет увеличения пластового давления при закачке сточных (попутных) нефтяных вод в системы поддержания пластового давления.

В результате активного освоения месторождений региона и роста антропогенной нагрузки на природную среду произошло нарушение естественной гидродинамической, гидрохимической и экологической ситуации на территории месторождений на глубину до 400 м.

Защищенность подземных вод четвертичного и альбского водоносных комплексов довольно слабая, из-за отсутствия региональных водоупорных отложений.

Основными источниками загрязнения подземных вод в районе нефтепромыслов являются:

- пластовые воды, извлекаемые из скважин попутно на нефтепромысле;
- химические реагенты, применяемые при очистке нефти;
- бытовые сточные воды.

Загрязнение подземных вод углеводородами нефтяного ряда вызывается сырой и товарной нефтью, нефтепродуктами и углеводородными соединениями, содержащимися в подтоварных водах и промышленных отходах, а так же промывочных жидкостях (буровых растворах). Нефтепродукты, просачивающиеся в подземные воды при нагнетании и утилизации пластовых вод, вступают в физико-химическое, геохимическое и биогенное взаимодействие с системой "порода – почва – вода – воздух". Следствием этого является изменение фазового состояния и химического состава нефтепродуктов.

В подземной среде нефтепродукты могут находиться в виде жидкого однофазного слоя, истинных растворов или тонкодисперсных эмульсий, газовой фазы, а так же сорбируются породами. На процессы фазовой дифференциации, химической и биогенной деструкции наряду со свойствами нефтепро-

дуктов влияют литологические свойства пород и подземных вод, температура, давление, обогащенность пород и вод кислородом и микроорганизмами.

Крупные очаги загрязнения на территориях нефтепромыслов наблюдаются повсеместно и постоянно возникают вновь при прорывах нефтепроводов и трубопроводов, подающих аварийные несанкционированные сбросы некондиционных вод, при постоянных утечках в технических линиях и т.д.

Особое беспокойство представляет загрязнение нефтью пляжной зоны Каспия, в связи с развитием Актауского морского торгового порта. В настоящее время из трех причалов №8, №9, №10 идет загрузка нефти от 3 до 5 тысяч тонн на один танкер. В сутки обслуживаются 4...5 танкеров. Строятся еще два причала №4 и №5.

Кроме этого, через день отплывают по два парома, в которых транспортируют в среднем 28 вагонов нефти. В принципе, при загрузке нефти соблюдаются меры безопасности и международные требования, осуществляется контроль со стороны международной санитарно-медицинской службы, областной экологии, морской инспекции и других служб. Но вместе с тем, в последние годы возникли ряд экологических проблем в районе акватории Актауского морского торгового порта.

19 апреля 2003 г. в результате разгерметизации линии нефтепровода, принадлежащей ТОО “Артис Оверсис С.А. Казахстан” произошел выброс нефти на грунт, что привело к загрязнению земли нефтью на площади 22 м².

21 апреля 2003 г. в 40 км от города Актау, областным управлением охраны окружающей среды было обнаружено загрязнение нефтью береговой полосы Каспийского моря в районе летнего оздоровительного комплекса “Фламинго”. Полоса загрязнения составила около 2 км. Вдоль берега шириной 30...40 см, слой до 3 см застывшей нефти, расстояние до уреза воды 15...17 м.

26 апреля 2003 г. обнаружено нефтяное пятно площадью 250 м² на расстоянии 1,8 мили юго-западнее порта Актау. Выявленное пятно загрязнения в виде не сплошной маслянистой пленки от серого до бурого цвета. Размер ущерба, нанесенного акватории Каспийского моря составил 84575 тенге. Причины и источники загрязнения не установлены.

2 сентября 2003 г. произошел аварийный розлив сырой нефти у наливного причала №8 танкером “Г. Гусейнов”, принадлежащим Азербайджанскому государственному Каспийскому морскому пароходству. Длина нефтяной пленки составляла 40 метров, ширина 0,6 метра, толщина 1 мм, и объем пролитой нефти 24 литра.

5 декабря 2003 г. выявлено загрязнение нефтью в районе причалов №9 и №10. На момент проверки на причале №9 находился танкер “Сайфолла

Кадл”, на причале №10 танкер “Гафур Мамедов”. Общий объем пролитой нефти составил 349 литров. Источник загрязнения не установлен.

Таким образом, на загрязнения поверхностных и подземных вод региона оказывают влияние не только нефтепромыслы на суше, но и транспортируемые нефть и нефтепродукты нефтепроводы и водный транспорт.

Масштаб загрязнения водных ресурсов региона, особенно подземных вод на территории нефтепромыслов, оценить сложно, так как отсутствует непрерывный (постоянный) мониторинг гидрогеологическими службами и нет сети наблюдательных скважин, оборудованных на основные водоносные комплексы, в которых постоянно должны проводиться режимные наблюдения и наблюдения за изменением качественного состава подземных вод. Но по масштабу загрязнения поверхности земли и грунтовых вод, выходящих на поверхность нефтепродуктами и некондиционными подтоварными водами, можно сделать вывод, что загрязнение подземных вод весьма значительное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Формирование подземных вод Башкирского Предуралья в условиях техногенного влияния / Уфа.: БНЦ УрО Ан ССС, 1990. – С. 73-90.
2. Акманов Р.Х. Причины загрязнения пресных подземных вод районов нефтедобычи Башкирии / Уфа.: БНЦ УрО Ан ССС, 1992. – С. 55-88.
3. Гуревич А.Е. Теоретические основы нефтяной гидрогеологии. – Л.: Недра, 1972. – 265 с.
4. Балков В.А. Водные ресурсы Башкирии. – Уфа.: 1978. – 155 с.
5. Попов В.Г., Абдрахманов Р.Ф., Акманов Р.Х. Особенности миграции загрязняющих веществ через глинистые породы зоны аэрации в районах нефтяных месторождений Башкирии // Вопросы охраны подземных вод Урала. Ч. 1. – Свердловск.: 1986. – С. 26-27.

Актауский филиал Карагандинского гос. ун-та им. Е.А. Букетова

МҠНАЙ ҺНДІРІСІ ҚЫЗЫМЕТІ ҺСЕРІНЕН МАҢҒЫСТАУ ОБЛАСЫНЫҢ БЕТКІ ЖЕНЕ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ЛАСТАНУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Техн. ғылымд. канд. Е.Т. Жанбуршин

Маңғыстау обласының мҠнай-газ кен орындарының қарқынды дамуы аймақтың беткі және жерасты суларының ағынды лас сулармен, химиялық реагенттермен, мҠнай және мҠнай мнмдерімен ластануына екелді. Аймақтың су ресурстарының кең қилемде ластануын бағалау мте қиын, оның себебі – гидрогеологиялық қызметтер тарапынан Һөздіксіз монито-

рингтің болмауы және бақылау ±ңғымаларының ж%ойесінің жоқтығы.

УДК 504.53.062.4

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА
ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПРИКАСПИЯ**

| | |
|-------------------|---------------|
| Доктор биол. наук | К.Ш. Фаизов |
| | Л.К. Ахметова |
| Канд. хим. наук | А.С. Топалова |

Исследован почвенный покров нефтепромыслов восточного Прикаспия. Показаны источники и состав загрязнителей почв и воды Каспийского моря, связанные с химическим составом нефти и сточных промысловых вод.

Исследования проводились в северо-восточной части Прикаспийской низменности, где находятся свыше 60 % действующих нефтегазовых предприятий Атырауской области (Доссор, Макат, Кульсары, Каратон, Тенгиз и др.). Длительный период разработки месторождений (около 100 лет), использование при этом устаревшей техники и технологического оборудования, создающих аварийные ситуации, вызвали техногенное загрязнение, разрушение и засоление почвенного покрова на большой площади. Экологическая обстановка осложняется продолжающейся трансгрессией Каспийского моря (с 1978 г.) затопившей в прибрежной зоне свыше 1400 нефтегазовых скважин, которые подвергаются интенсивной коррозии и разрушению.

Нефти месторождений преимущественно нафтено-парафиновые, отличаются высоким содержанием сероводорода, смол, асфальтенов, серы, никеля, ванадия и других токсикантов, общий геохимический сток которых направлен в сторону Каспийского моря. Минерализация пластовых вод достигает 150...300 г/дм³. Нефтехимическое загрязнение существенно нарушает экологические функции почв, изменяет химические, физико-химические и биологические свойства, сопровождается интенсивным засолением. Охраны и реабилитации нефтезагрязненных почв на предприятиях нефтедобычи в большинстве не производится.

Нефтегазовые месторождения региона связаны с солянокупольной тектоникой. Разрабатываются юрско-меловые надсолевые и пермские подсолевые залежи на глубинах до 4000...5000 м, образованные в авто-

номных лагунах с застойным водным режимом, сапротелевой органикой, слабым газообменом, загрязненной сероводородными микроорганизмами.

В четвертичный период территория неоднократно затапливалась водами каспийских трансгрессий (Бакинской, хазарской, хвалынской и по-слехвалынской), оставившие после себя толщу засоленных, слоистых песчано-глинистых отложений, служащих почвообразующими породами для преобладающих в регионе зональных бурых пустынных почв. По рельефу район представляет собой озерно-морскую и аллювиальную бессточную равнину с абсолютными высотами минус 10...27 м, общим уклоном в сторону Каспийского моря в пределах 0,00008°. Территория расчленена множеством сорочных котловин, долинами рек Эмба, Сагиз, Кайнар, гривами и местами бэровскими буграми. Грунтовые воды минерализованные (100...150 г/дм³, хлоридно-магнезиально-натриевые и сульфатно-хлоридно-натриевые), залегают на приморской равнине на глубине до 1...3 м, высокой равнине – 5...15 м и более. Пресные и слабосоленоватые воды отмечены в долинах рек и песчаных массивах (Каракумы, Бекбекинские и др.).

В климатическом отношении территория находится в зоне северных пустынь, характеризуется резко континентальным климатом, сухим, жарким летом, холодной малоснежной зимой, малым количеством атмосферных осадков и высокой испаряемостью (более 1400 мм/год), превышающей количество осадков в 5...7 раз (Табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели климата

| Метеорологические параметры | Метеостанция | | |
|---|--------------|------------|--------|
| | Косчагыл | Жилая коса | Прорва |
| Средняя годовая температура воздуха, °С | 8,6 | 8,2 | 8,2 |
| В том числе: июль | 26,3 | 25,5 | 25,8 |
| январь | -10,4 | -10,2 | 8,8 |
| Абсолютный минимум, °С | -38 | -38 | -36 |
| Абсолютный максимум, °С | 45 | 46 | 44 |
| Безморозный период, дни | 182 | 186 | 184 |
| Сумма температур выше 10 °С | 1579 | 1579 | 1601 |
| Осадки за год, мм | 137 | 149 | 159 |
| в том числе: лето (VI – VIII) | 38 | 46 | 45 |
| осень (IX – XI) | 30 | 33 | 41 |
| весна (III – V) | 34 | 35 | 36 |
| зима (II – XII) | 35 | 35 | 37 |
| Средняя скорость ветра, м/с | 5,4 | 5,8 | 5,9 |

В теплый период года здесь господствуют ветры западных и северо-западных румбов, в холодный период – восточных и северо-восточных со средней скоростью 5,4...5,9 м/с. С ними связан перенос больших объемов токсичных химических веществ с территорий нефтегазовых промыслов и загрязнение окружающей среды (табл. 2).

Таблица 2

Объем токсичных выбросов предприятиями «Жаикнефть»

| Год | Количество токсичных выбросов | В том числе | | | | |
|------|-------------------------------|-------------|-----------------|--------|--------------|-------|
| | | NO | SO ₂ | CO | углеводороды | сажа |
| 1995 | 8432,1 | 63,1 | 148,6 | 1726,8 | 5687,1 | 151,7 |
| 1996 | 7508,0 | 55,9 | 103,0 | 438,9 | 5436,7 | 185,5 |
| 1997 | 7732,0 | 126,4 | 2,1 | 113,5 | 7153,4 | 2,0 |
| 1998 | 7420,7 | 416,7 | 3,8 | 113,5 | 6882,0 | 7,4 |
| 1999 | 7221,1 | 79,1 | 6,5 | 2209,1 | 4638,6 | 289,5 |

Растительный покров формируют ксерофитные полукустарники – в основном солянково-полынные, среди которых преобладающее распространение получили полынные и полынно-биюргуновые ассоциации с небольшим участием эбелека, еркека, итсегека, адраспана, липучки, солянки супротиволистной, мортука, кокпека и костра. На засоленных местообитаниях распространены сарсазановые, солеросовые, поташниковые, кермиковые; песчаных массивах – разнообразные псаммофитные группировки (полынь песчаная, кияк, терескен, акселеу, акмамык, еркек). По долинам рек встречаются луговые и лугово-пустынные фитоценозы (пырей, осот, кермек, солодка, ажрек). На приморской равнине распространены солерос, сарсазан, поташник, клубнекамыш, болотница, сведа.

Почвенный покров территории нефтепромыслов (бурые пустынные, луговые приморские засоленные, солончаки) находятся под влиянием интенсивного техногенного давления, отличается высокой степенью разрушения морфогенетического профиля, нефтехимического загрязнения и засоления сточными промышленными водами.

Исходные экологически ненарушенные зональные бурые пустынные почвы нефтепромыслов характеризуются непромывным испарительным типом водного режима, малогумусные, щелочные, пылевато-карбонатные, бесструктурные, остаточны засолены хлор-ионом и сульфатами до степени солончаковатых и солончаковых почв (табл. 3).

Бурые почвы малогумусные (0,5...1,5 %), фульвокислотного состава ($C_{г.к.} : C_{ф.к.}$ меньше 1), отличаются низкой поглотительной способностью

(10...15 мг/экв на 100 г почвы), преимущественно солонцевато-солончаковатые, причем по мере утяжеления механического состава и увеличения степени засоления в почвенном растворе пропорционально растет содержание хлор-иона и натрия.

Таблица 3

Данные морфологических и физико-химических свойств исходных бурых пустынных почв нефтепромыслов

| Признаки почв | Генетические горизонты | Механический состав | | | |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|------------|----------|
| | | средне суглинистые | легко суглинистые | супесчаные | песчаные |
| Мощность гумусового горизонта, см | A+B | 32,0 | 34,0 | 36,0 | 59,0 |
| Карбонаты, см | - | 5 | 35 | 40 | - |
| Легкорастворимые соли, см | - | 115 | 106 | - | - |
| Содержание гумуса, % | A | 1,3 | 1,1 | 0,8 | 0,4 |
| | B ₁ | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,3 |
| | B ₂ | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,1 |
| Содержание валового азота, % | A | 0,1 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| | A | 14,5 | 11,3 | 8,3 | - |
| | B ₁ | 16,3 | 13,4 | 10,2 | - |
| Сумма поглощенных оснований, мг/экв | B ₂ | 16,1 | 14,5 | 11,7 | - |
| | A | 1,0 | 0,9 | - | - |
| | B | 4,4 | 2,2 | 1,7 | - |
| Содержание CO ₂ , % | C | 5,0 | 4,5 | 3,5 | 2,3 |
| | A | 0,6 | 0,05 | 0,05 | 0,04 |
| | B | 0,07 | 0,08 | 0,01 | 0,04 |
| Сумма растворимых солей | C | 0,69 | 0,61 | 0,53 | 0,01 |
| | A | 8,0 | 7,7 | - | - |
| | B | 8,2 | 7,8 | - | - |
| рН водной суспензии | C | 8,5 | 8,1 | - | - |
| | A | 35 | 24 | 15 | 6 |
| | B | 44 | 32 | 23 | 8 |
| Сумма частиц < 0,01 мм, % | C | 37 | 28 | 23 | 8 |

Генетические показатели бурых пустынных почв неустойчивы к техногенному давлению. Они выдерживают нагрузку не более 1,5 кг/м².

В нефтезагрязненных почвах профиль насыщается сырой нефтью, почвенные частицы склеиваются смолами, асфальтенами, парафином, в бесструктурную глыбистую массу, приобретает коричнево-бурый цвет и плотное сложение, становится водо- и воздухонепроницаемым и биологи-

чески безжизненным. При этом глубина загрязнения профиля нефтью составляет 22...82 см, на территории старейших промыслов (Доссор, Макат, Сагиз и др.) достигает 5...10 м, мощность битумной коры – 25...50 см.

В табл. 4, 5 отражены химические и физико-химические свойства и содержание токсичных металлов в нефтезагрязненных почвах области формирования (месторождения Доссор, Кульсары, Тюлюс), транзита (Косчагыл, Каратон, Досмухамедовское) и разгрузки (Теренозек, Актобе, Прорва) загрязненного стока. Исследования показывают, что в загрязненных почвах аккумулируются и длительное время удерживаются в профиле почвы, особенно в гумусовом и оглиненном иллювиальном горизонтах, токсичные химические вещества, нефти и сточных промышленных вод, в том числе тяжелые металлы (табл. 5). Нарушаются важнейшие генетические показатели почвы: содержание и состав гумуса, количество азота, фосфора и почвенно-поглощающий комплекс, увеличивается степень засоления и снижается реакция почвенного раствора.

Нефтезагрязнение ведет к закреплению в почвах органического углерода и увеличению в их составе негидролизованного остатка – гумина (нефтяные угли). Исследованиями Добровольского [1] установлено, что фульвокислоты нефтезагрязненных почв образуют с химическими токсикантами растворимые соединения, которые мигрируют по профилю, а гуминовые кислоты аккумулируют их в твердой фазе почвы и остаются на месте. К факторам, удерживающим химические токсиканты в профиле почвы относятся также содержание ила, обменные и необменные реакции гумуса и металлов и образование комплексных нерастворимых соединений, особенно реакции ионного обмена. В таблице 5 приведены данные содержания в загрязненных почвах нефтепромыслов валовых, подвижных форм микроэлементов и анализы водной вытяжки.

Ранжирование химических элементов по степени токсичности проведено в соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель» [3] и «Предельно-допустимыми концентрациями химических веществ в почве (ПДК)», утвержденным Главным Государственным врачом Республики Казахстан 29.02.1977 г. Педохимическая подвижность устанавливалась по Б.Б. Польшову [4] и Ковде [2]. Загрязненными считаются почвы при концентрации химических элементов, превышающих ПДК и содержание их в земной коре (кларк), мг/кг: для цинка – 23 и 83, меди – 3 и 47, свинца – 6 и 166, кадмия – 3 и 0,13.

Таблица 4

Химические и физико-химические свойства нефтезагрязненных почв

| № разреза, пункт, почва | Глубина, см | Гумус, % | Валовой азот, % | СО ₂ , % | Обменные катионы, мг/экв. 100 г почвы | | | | | рН водной суспензии | Подвижные формы, мг/100 г почвы | | |
|--|-------------|----------|-----------------|---------------------|---------------------------------------|------|-----|-----|-----------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | | | | Ca | Mg | Na | K | сумма оснований | | N гидр. | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Область формирования загрязненного стока | | | | | | | | | | | | | |
| 200, Доссор, бурая солонцеватая | 0...0,5 | 0,8 | 0,046 | 3,8 | 13,5 | 9,6 | 0,8 | 0,2 | 24,1 | 8,5 | 95,2 | - | - |
| | 0,5...7 | 0,8 | 0,037 | 3,2 | 6,7 | 7,7 | 2,2 | 0,2 | 25,1 | 8,2 | 123,2 | - | - |
| | 7...12 | 2,9 | 0,056 | 3,2 | 4,8 | 10,1 | 6,0 | 0,3 | 16,9 | 8,4 | 109,2 | - | - |
| | 20...30 | 2,8 | 0,065 | 3,1 | 4,3 | 15,9 | 7,3 | 0,3 | 27,8 | 8,2 | 89,6 | - | - |
| | 40...50 | 4,5 | 0,065 | 1,9 | 6,3 | 10,6 | 3,4 | 0,4 | 20,7 | 7,9 | 103,6 | - | - |
| 210, Кульсары, солончак | 0...3 | 3,9 | - | 4,2 | 15,5 | 17,5 | 2,0 | 0,1 | 35,1 | 8,1 | - | - | - |
| | 3...10 | 2,9 | - | 5,0 | 8,5 | 13,0 | 5,1 | 0,2 | 26,8 | 8,3 | - | - | - |
| | 10...17 | 1,1 | - | 5,6 | 5,0 | 6,5 | 7,8 | 0,3 | 19,6 | 8,6 | - | - | - |
| | 17...33 | 1,1 | - | 5,5 | 5,0 | 6,0 | 5,9 | 0,2 | 17,1 | 8,7 | - | - | - |
| | 33...60 | - | - | 6,9 | 5,0 | 6,0 | 7,6 | 0,2 | 18,8 | 8,6 | - | - | - |
| 171, Тюлюс, солончак | 0...5 | 6,3 | 0,042 | 1,8 | 12,5 | 4,5 | 1,5 | 0,1 | 18,7 | 7,7 | 61,6 | 6,0 | 112,4 |
| | 7...17 | 3,8 | 0,028 | 1,9 | 8,5 | 1,0 | 1,0 | 0,2 | 10,7 | 7,9 | 72,8 | 6,0 | 123,6 |
| | 25...35 | 1,3 | 0,014 | 1,9 | 6,0 | 3,0 | 1,0 | 0,2 | 10,2 | 8,0 | 36,4 | 4,0 | 112,4 |
| | 90...100 | 1,9 | - | 3,1 | 12,0 | 4,0 | 1,0 | 0,2 | 17,3 | 7,5 | - | - | - |
| Область транзита загрязненного стока | | | | | | | | | | | | | |
| 185, Косчагыл, солончак | 0...10 | 2,4 | 0,014 | 1,7 | 7,5 | 7,0 | 4,3 | 0,1 | 18,9 | 7,4 | 50,4 | 6,0 | 236,0 |
| | 35...45 | 4,5 | 0,014 | 1,7 | 4,2 | 5,0 | 4,2 | 0,2 | 13,6 | 7,9 | 33,6 | 11,0 | 297,9 |
| 181, Каратон,, солончак | 0...10 | 0,9 | 0,014 | 3,6 | 122 | 11,5 | 2,6 | 0,3 | 136,4 | 7,4 | 72,8 | 6,0 | 533,0 |
| | 30...40 | 3,6 | 0,14 | 8,6 | 30,0 | 5,0 | 1,1 | 0,2 | 36,3 | 7,4 | 64,4 | 13,0 | 314,7 |
| 177, Досмухамедовское, луговая, приморская, солончаковая | 0...5 | 6,3 | 0,042 | 8,3 | 13,0 | 8,5 | 1,2 | 0,2 | 22,9 | 7,4 | 72,8 | 6,0 | 376,5 |
| | 5...12 | 6,8 | 0,014 | 7,6 | 24,5 | 8,5 | 2,1 | 0,3 | 35,4 | 7,6 | 64,4 | 13,0 | 449,0 |
| | 18...28 | 8,8 | 0,014 | 10,0 | 12,5 | 14,0 | 5,7 | 0,5 | 32,7 | 7,7 | 58,8 | 4,0 | 618,2 |
| | 50...60 | 1,2 | 0,014 | 8,3 | 5,0 | 7,0 | 1,1 | 0,3 | 13,4 | 7,7 | 30,2 | 4,0 | 342,6 |

| № разреза, пункт, почва | Глубина, см | Гумус, % | Валовой азот, % | СО ₂ , % | Обменные катионы, мг/экв. 100 г почвы | | | | | рН водной суспензии | Подвижные формы, мг/100 г почвы | | |
|---|-------------|----------|-----------------|---------------------|---------------------------------------|------|------|------|-----------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | | | | Ca | Mg | Na | K | сумма оснований | | N гидр. | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Область разгрузки загрязненного стока | | | | | | | | | | | | | |
| 183, Теренозек, солончак приморский | 0...10 | 4,7 | 0,014 | 6,0 | 76,5 | 13,5 | 6,7 | 0,4 | 97,1 | 7,4 | 126,0 | 22,0 | 798,0 |
| | 15...25 | 0,5 | 0,014 | 7,1 | 50,0 | 13,0 | 11,2 | 0,8 | 81,0 | 7,5 | 117,6 | 60,0 | 1011,6 |
| 176, Актобе, лугово-болотная приморская | 0...5 | 10,4 | 0,042 | 8,8 | 30,5 | 10,5 | 3,1 | 0,3 | 41,4 | 7,4 | 109,2 | 9,0 | 359,7 |
| | 5...15 | 13,6 | 0,042 | 8,6 | 31,5 | 11,0 | 5,0 | 0,3 | 47,8 | 7,4 | 86,8 | 12,0 | 393,4 |
| | 30...40 | 3,9 | 0,028 | 9,5 | 6,5 | 4,6 | 84,0 | 0,6 | 108,6 | 7,9 | 128,8 | 24,0 | 502,0 |
| 175, Прорва, солончак приморский | 0...5 | 0,2 | 0,014 | 11,7 | 6,4 | 2,5 | 0,50 | 0,13 | 9,5 | 7,6 | 53,2 | 1,0 | 70,2 |
| | 8...18 | 0,1 | 0,014 | 13,8 | 5,8 | 2,5 | 0,48 | 0,10 | 8,9 | 7,6 | 64,4 | 1,0 | 89,9 |
| | 25...35 | 0,1 | 0,014 | 11,7 | 5,7 | 2,0 | 0,51 | 0,12 | 8,3 | 7,6 | 70,0 | 1,0 | 140,5 |
| | 50...60 | 0,2 | - | 13,1 | 5,6 | 2,0 | 0,50 | 0,12 | 8,2 | 7,6 | - | - | - |

Таблица 5

Содержание химических загрязнителей в почвах нефтегазовых предприятий

| № разреза, пункт, почва | Глубина, см | Содержание элементов, мг/кг | | | | | | | | Водная вытяжка, % | | | |
|--|-------------|-----------------------------|------|------|-----|-----------------|-----|-----|-----|-------------------|-----------------|-------------|--|
| | | валовые формы | | | | подвижные формы | | | | Cl | SO ₄ | сумма солей | |
| | | Zn | Cu | Pb | Cd | Zn | Cu | Pb | Cd | | | | |
| Область формирования загрязненного стока | | | | | | | | | | | | | |
| 200, Доссор, бурая солонцеватая | 0-0,5 | 41,6 | 12,8 | 11,2 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 6,2 | 0,6 | 0,435 | 0,282 | 1,150 | |
| | 0,5-7 | 31,6 | 11,2 | 10,0 | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 6,2 | 0,6 | 2,208 | 1,091 | 5,197 | |
| | 7-12 | 48,0 | 15,2 | 16,4 | 1,0 | 1,7 | 0,4 | 9,1 | 0,7 | 0,794 | 0,054 | 1,422 | |
| | 20-30 | 41,6 | 11,2 | 11,2 | 1,0 | 1,5 | 0,4 | 4,3 | 0,3 | 0,766 | 0,036 | 1,363 | |
| | 40-50 | 40,0 | 11,2 | 11,2 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 3,2 | 0,3 | 1,139 | 0,018 | 1,946 | |
| | 110-120 | 46,4 | 15,2 | 13,4 | 0,8 | 1,5 | 0,4 | 9,1 | 0,7 | 1,725 | 0,640 | 3,844 | |
| 210, Кульсары, солончак | 0-3 | 40,0 | 14,0 | 12,0 | 0,4 | - | - | - | - | 4,473 | нет | 6,979 | |
| | 3-10 | 40,8 | 28,0 | 12,0 | 0,4 | - | - | - | - | 1,633 | "- | 2,583 | |
| | 10-17 | 41,6 | 18,0 | 12,0 | 0,4 | - | - | - | - | 0,709 | "- | 1,152 | |
| | 17-33 | 42,8 | 16,0 | 12,0 | 0,4 | - | - | - | - | 0,632 | "- | 1,002 | |

| № разреза, пункт, почва | Глубина, см | Содержание элементов, мг/кг | | | | | | | | Водная вытяжка, % | | |
|--|----------------|-----------------------------|------|------|-----|-----------------|-----|------|-----|-------------------|-----------------|-------------|
| | | валовые формы | | | | подвижные формы | | | | Cl | SO ₄ | сумма солей |
| | | Zn | Cu | Pb | Cd | Zn | Cu | Pb | Cd | | | |
| | 33-60 | 43,2 | 18,0 | 12,0 | 0,4 | - | - | - | - | 0,795 | -" | 1,242 |
| 171, Тюлюс, солончак | 0-5 | 24,0 | 7,6 | 28,0 | 2,0 | 1,6 | 1,3 | 3,0 | 0,1 | 0,025 | 0,048 | 0,262 |
| | 7-17 | 12,0 | 7,6 | 10,0 | 2,0 | 1,4 | 1,3 | 4,0 | 0,1 | 0,013 | 0,018 | 0,210 |
| | 25-35 | 12,0 | 4,0 | 10,0 | 2,0 | 1,9 | 1,5 | 5,0 | 0,2 | 0,024 | 0,025 | 0,297 |
| | 90-100 | 24,0 | 7,6 | 16,0 | 2,0 | 2,5 | 1,5 | 6,0 | 0,2 | 0,426 | 0,344 | 0,622 |
| Область транзита загрязненного стока | | | | | | | | | | | | |
| 185, Косчагыл, солончак | 0-10 | 20,0 | 4,0 | 10,0 | 2,0 | 4,3 | 1,3 | 8,0 | 0,3 | 0,698 | 0,101 | 2,774 |
| | 35-45 | 28,0 | 7,6 | 40,0 | 2,0 | 5,0 | 1,3 | 7,0 | 0,1 | 0,696 | 0,036 | 1,249 |
| 181, Каратон, солончак | 0-10 | 31,2 | 8,8 | 16,0 | 2,0 | 1,0 | 1,9 | 11,0 | 0,6 | 0,994 | 1,075 | 3,100 |
| | 30-40 | 25,6 | 7,6 | 28,0 | 2,0 | 7,6 | 2,1 | 9,0 | 0,3 | 0,604 | 0,772 | 2,100 |
| 177, Досмухамедовское, луговая, приморская | 0-5 | 32,8 | 8,8 | 16,0 | 2,0 | 4,2 | 1,5 | 15,0 | 0,8 | 0,112 | 0,313 | 0,673 |
| | 5-12 | 40,0 | 8,8 | 16,0 | 2,0 | 6,2 | 2,5 | 15,0 | 0,8 | 0,163 | 0,732 | 1,361 |
| | 18-28 | 55,6 | 12,0 | 28,0 | 2,0 | 11,2 | 1,5 | 16,0 | 0,8 | 0,540 | 0,907 | 2,228 |
| | 50-60 | 20,0 | 4,0 | 28,0 | 2,0 | 2,5 | 1,5 | 15,0 | 0,8 | 0,234 | 0,275 | 0,809 |
| Область разгрузки загрязненного стока | | | | | | | | | | | | |
| 183, Теренозек, солончак, приморский | 0-10 | 40,0 | 12,0 | 28,0 | 2,0 | 7,4 | 2,1 | 12,0 | 0,6 | 3,053 | 0,910 | 6,300 |
| | 15-25 | 45,2 | 14,4 | 16,0 | 2,0 | 2,7 | 1,5 | 16,0 | 0,7 | 1,988 | 0,745 | 4,300 |
| 176, Актобе, лугово-болотная приморская | 0-5 | 31,2 | 8,8 | 40,8 | 2,0 | 2,8 | 1,9 | 15,0 | 0,7 | 1,101 | 0,723 | 2,836 |
| | 5-15 | 31,2 | 8,8 | 44,8 | 2,0 | 3,0 | 1,9 | 18,0 | 0,9 | 0,781 | 0,828 | 2,470 |
| | 30-40 | 49,2 | 14,4 | 48,0 | 2,0 | 5,0 | 2,1 | 18,0 | 0,7 | 1,740 | 1,194 | 4,730 |
| 175, Прорва, солончак, приморский | 0-5 | 20,0 | 7,6 | 40,0 | 2,8 | 1,9 | 1,5 | 16,0 | 1,0 | 0,023 | 0,411 | 0,430 |
| | 8-18 | 25,6 | 8,8 | 44,8 | 2,0 | 2,1 | 1,5 | 18,0 | 0,9 | 0,003 | 0,380 | 0,565 |
| | 25-35 | 28,0 | 7,6 | 44,8 | 2,0 | 1,9 | 1,5 | 20,0 | 2,1 | 0,003 | 0,408 | 0,607 |
| | 50-60 | 20,0 | 4,0 | 40,0 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 18,0 | 1,0 | 0,003 | 0,436 | 0,643 |

Почвы считаются слабозагрязненными при содержании металлов до 10 кларков, среднезагрязненными – 10...30 и сильнозагрязненными – более 30.

На территории нефтепромыслов в области формирования загрязненного стока на высокой равнине (месторождения Доссор, Макат, Сагиз, Кульсары, Тюлюс) отмечается накопление выше ПДК валовых и подвижных форм технофильных элементов цинка и свинца, значительное сульфатно-хлоридное засоление преобладающих бурых пустынных почв, связанных и химическим составом разрабатываемой нефти и сточных промысловых вод. В области транзита загрязненного стока (месторождения Косчагыл, Каратон, Досмухамедовское) на луговых приморских почвах и солончаках каспийских террас содержание валового цинка составляет 20...55, свинца до 44, меди – 10...15 и кадмия – 2...3 мг/кг, характерно высокое хлоридно-натриевое засоление почв. В области разгрузки загрязненного стока (месторождения Теренозек, Актобе, Прорва) на побережье Каспийского моря резко возрастает содержание в почвах свинца (до 48 мг/кг), засоление почвенного покрова достигает степени приморских солончаковых почв и солончаков сульфатно-магниевого типа засоления. В растительных образцах нефтепромыслов отмечены высокая степень поглощения марганца, цинка, меди и свинца, особенно солянками (табл. 6).

Таблица 6

Содержание химических элементов в растительных образцах нефтепромыслов, мг/кг

| Растительные образцы | Mn | Zn | Cu | Pb | Cd |
|-------------------------------------|------|------|------|------|-----|
| Тенгиз | | | | | |
| Семена солянки отмытые | 60,6 | 23,4 | 10,2 | - | - |
| Семена солянки сухие | 67,1 | 18,3 | 5,2 | - | - |
| Стебли солянки отмытые | 37,5 | 2,7 | 7,6 | - | - |
| Стебли солянки сухие | 38,4 | 8,0 | 11,1 | - | - |
| Подземные части растений | 34,6 | 33,6 | 5,8 | 11,5 | 6,6 |
| Кульсары | | | | | |
| Однолетние сухие ветки карагача | 71,8 | 36,9 | 41,3 | 36,9 | - |
| Отмытые листья карагача | 53,8 | 71,8 | 10,6 | 18,6 | - |
| Однолетние отмытые побеги карагача | 39,6 | 52,8 | 6,2 | 7,7 | - |
| Многолетние отмытые побеги карагача | 22,5 | 30,0 | 5,6 | 7,5 | - |
| Отмытые семена карагача | 53,7 | 19,9 | 8,8 | - | - |
| Однолетние побеги карагача | 37,2 | 63,2 | 10,4 | 9,9 | - |

Загрязненные почвы, многочисленные нефтяные «амбары» и скважины на побережье, а также танкерный флот являются главными источниками загрязнения химическими токсикантами воды Каспийского моря. Данные свидетельствуют о том, что за последние годы содержание нефтя-

УДК 504.054:658.26:51.001.57 (574)

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ МЕТОДОМ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Канд. хим. наук Р.Х. Тургумбаева

Доктор техн. наук С.С. Омаров

Статистической обработкой данных построены корреляционные поля и получены регрессионные уравнения зависимости выхода газообразных выбросов, твердых отходов производства и водопотребления от объема выпускаемой продукции. Полученные уравнения регрессии позволяют определить степень загрязнения окружающей среды промышленным предприятием.

Масштабы промышленного производства, вовлечение в сферу переработки бедных по содержанию полезного компонента источников сырья приводит к увеличению объемов отходов производства, загрязняющих среду, изменяющих геохимический фон и создающих техногенные геохимические аномалии.

В связи с этим в местах концентрации промышленных предприятий нередко наблюдается четко выраженная деградация окружающей среды, а сами промышленные районы превращаются в очаговые зоны структурной перестройки природных ландшафтов с нарушением естественных функциональных звеньев и заменой их искусственными.

Целью данной работы является получение математических уравнений, позволяющих определить степень загрязнения окружающей среды отходами промышленного предприятия, перерабатывающего фосфориты.

Для составления математических моделей была проведена обработка исходного материала в режиме нормальной эксплуатации предприятия методами классического регрессионного и корреляционного анализа. Для осуществления анализа были использованы методы математической статистики [1, 2].

При моделировании промышленного предприятия было проведено исследование зависимости выбросов газообразных загрязняющих веществ в окружающую среду, твердых отходов производства и общего водопотребления от объема выпускаемой предприятием продукции. Статистиче-

ский анализ был проведен через выявление регрессионных уравнений зависимости выходов каждого из исследуемых отходов, а также всех вместе взятых от уровня производства фосфора. Таким образом, отдельное уравнение было определено для каждой из исследуемых зависимостей.

Газообразные выбросы рассматриваемого предприятия, вследствие выпуска нескольких видов продукции отличаются многообразием и представлены сернистым газом, оксидами углерода (II), азота (II), фосфора, аммиаком, фосфином, фтористым водородом. Для указанных загрязняющих веществ были определены поля корреляции. На рис. 1. приведено корреляционное поле зависимости выбросов сернистого газа от объема выпускаемого фосфора. Видно, что между количеством выбросов SO_2 и объемом продукции наблюдается положительная, близкая к линейной функциональной, корреляция.

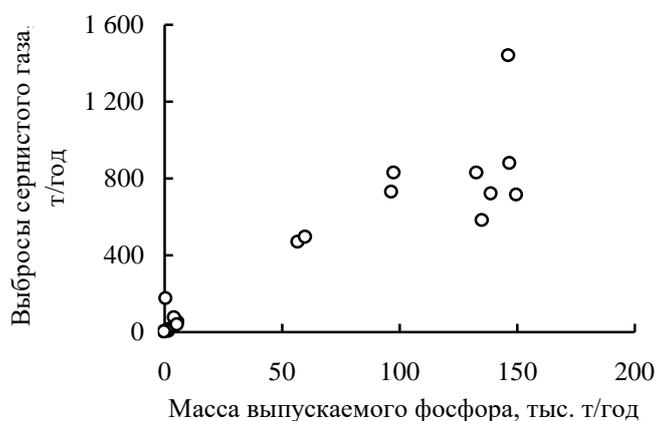


Рис. 1. Корреляционное поле зависимости количества выбросов сернистого газа и объема выпускаемого фосфора.

Вид корреляционных полей зависимости выбросов оксида углерода (II), оксида фосфора, аммиака, фосфина, фтористого водорода указывает на наличие во всех случаях исследуемых величин аналогичной положительной корреляционной зависимости, имеющей линейный характер. Изучение зависимости выбросов оксидов азота от объема выпускаемого фосфора указывает на параболический характер корреляционной зависимости рассматриваемых величин.

Твердыми отходами предприятия являются шлаковый камень, котельное «молоко», фосфоритная мелочь, аспирационная пыль, коксовая мелочь, «бедный» фосфошлак, бытовые отходы. Корреляционные поля зависимости количества суммы твердообразных отходов и общего потреб-

ления предприятием воды от количества производимого фосфора указывают на наличие положительной корреляции (рис. 2, 3).

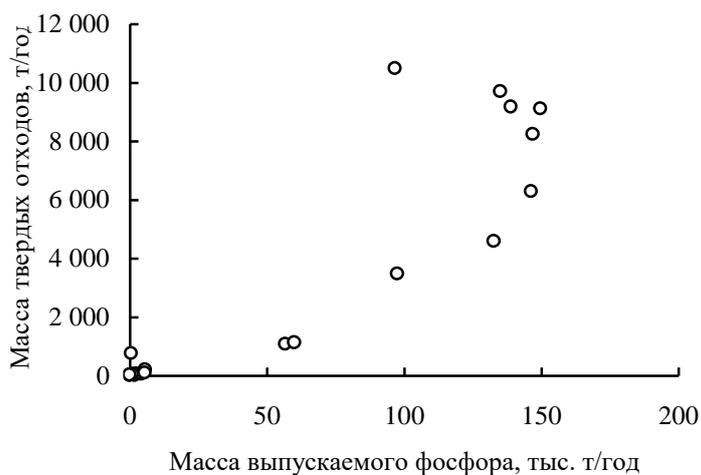


Рис. 2. Корреляционное поле зависимости массы твердых отходов и объема выпускаемого фосфора.

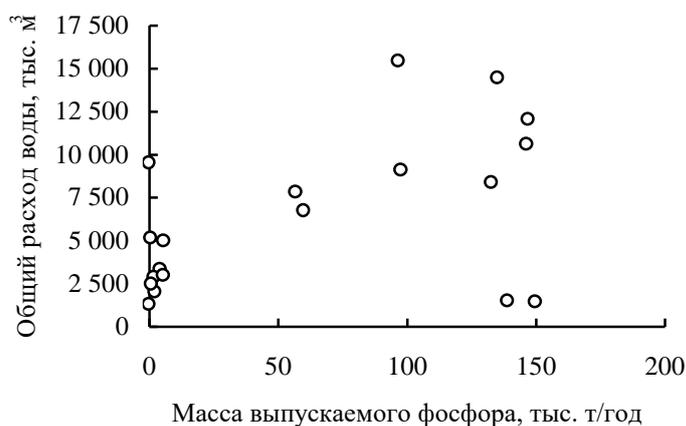


Рис. 3. Корреляционное поле зависимости общего расхода воды и объема выпускаемого фосфора.

Зависимости между рассмотренными параметрами выражаются в общем виде уравнением: $y = b_0 + b_1x$, где x – выпуск фосфора; y – выброс загрязняющего вещества.

Математические модели зависимостей выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду от количества производимого фосфора имеют вид:

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| $y = 44,3 + 6,07x,$ | где y – количество SO_2 ; |
| $y = 21,84 + 5,0x,$ | где y – количество CO ; |
| $y = 35,5 + 0,81x,$ | где y – количество NO ; |
| $y = 33,0 + 10,44x,$ | где y – количество P_2O_5 ; |
| $y = -10,7 + 2,71x,$ | где y – количество NH_3 ; |
| $y = -0,75 + 0,26x,$ | где y – количество PH_3 ; |
| $y = -15,6 + 1,97x,$ | где y – количество HF ; |
| $y = 4268,3 + 34,5x,$ | где y – общий расход воды; |
| $y = -159,2 + 57,0x,$ | где y – количество твердых отходов. |

Статистический анализ результатов, заключался в проверке значимости коэффициентов уравнений регрессии и адекватности полученных уравнений эксперименту. Оценка значимости коэффициентов проведена по величине критерия Стьюдента: $t_{cm} = b_j/S_{bj}$, где b_j – j -й коэффициент уравнения регрессии; S_{bj} – среднее квадратичное отклонение j -го коэффициента.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что выпуск фосфора статистически значим в пределах интервала значимости 95 %, так как значения t_{cm} для всех видов исследуемых выбросов больше табулированного значения $t_{cm} = 2,11$ для выборки $N = 19$ и числа степеней свободы $f = 17$.

Проверка адекватности полученных уравнений по величине критерия Фишера (F) показала, что для всех исследуемых параметров значения F больше табулированного значения критерия Фишера $F = 2,3$ для уровня значимости 95 % и чисел степеней свободы $f_1 = 18$ и $f_2 = 17$. Следовательно, полученные уравнения регрессии от одного параметра адекватны эксперименту.

Таблица 1

Значения коэффициентов уравнений линейной корреляции выбросов и критериев их оценки

| Выброс | Коэффициент | | t_{cm} | F |
|---------------------|-------------|-------|----------|--------|
| | b_0 | b_1 | | |
| Сернистый газ | 44,30 | 6,07 | 9,43 | 88,89 |
| Оксид углерода (II) | 21,84 | 5,00 | 8,63 | 74,43 |
| Оксиды азота | 35,50 | 0,81 | 4,66 | 21,72 |
| Оксид фосфора | 33,00 | 10,44 | 10,42 | 108,69 |
| Аммиак | -10,71 | 2,71 | 8,59 | 73,76 |
| Фосфин | -0,75 | 0,26 | 11,04 | 121,88 |
| Фтористый водород | -15,59 | 1,96 | 3,51 | 12,36 |
| Водопотребление | 4268,32 | 34,49 | 2,30 | 5,29 |
| Твердые отходы | -159,19 | 57,01 | 8,33 | 69,34 |

Обобщенное уравнение, описывающее связь между объемом произведенного фосфора и количеством всех загрязняющих окружающую среду веществ рассматриваемого производства, имеет вид:

$y = 6,40 + 0,10 x_1 + 0,06 x_2 - 0,17 x_3 + 0,02 x_4 + 0,16 x_5 - 1,11 x_6 + 0,07 x_7$,
 где y – масса выпускаемого фосфора, $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ – объем газообразных выбросов: $SO_2, CO, NO, P_2O_5, NH_3, PH_3, HF$.

Оценка значимости коэффициентов показала, что при производстве фосфора переменные выбросов сернистого газа, оксида углерода (II), аммиака, фосфина, фтористого водорода являются статистически значимыми, так как величина критерия Стьюдента для них в пределах интервала уверенности 95% и числе степеней свободы $f = 18$ выше табулированного значения $t_{cm} = 2,1$ (табл. 2). Переменные остальных выбросов: оксид азота, оксид фосфора, твердые отходы и водопотребление не являются статистически значимыми при выпуске фосфора.

Расчетное значение критерия Фишера $F = 203,9$ значительно выше табулированного $F = 3,0$ в пределах интервала уверенности 95 % при числе степеней свободы $f_1 = 18$ и $f_2 = 9$, что свидетельствует об адекватности полученного уравнения регрессии эксперименту.

Таблица 2

Значения коэффициентов уравнения множественной корреляции выбросов и критериев их оценки при производстве фосфора

| Выброс | b_j | t_{cm} |
|---------------------|-------|----------|
| Сернистый газ | 0,10 | 5,77 |
| Оксид углерода (II) | 0,06 | 3,10 |
| Оксид азота (II) | 0,17 | -2,06 |
| Оксид фосфора | 0,02 | 1,28 |
| Аммиак | 0,16 | 2,87 |
| Фосфин | 1,11 | -2,12 |
| Фтористый водород | 0,07 | 3,27 |
| Водопотребление | 0,00 | -1,99 |
| Твердые отходы | 0,00 | -0,80 |

Таким образом, изучение загрязнения окружающей среды промышленным предприятием методом математического моделирования показало, что при производстве фосфора значимыми являются выбросы сернистого газа, оксида углерода, аммиака, фосфина, фтористого водорода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В.. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1978. – 319с.
2. Peter Kennedy. A Guide to Econometrics. – The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 1992. – 410 p.

Казахский Национальный педагогический университет им. Абая
 Институт химических наук им. Бектурова НАН РК

ӨНДІРІСТІК КӘСІПОРЫННЫҢ ҚОРШАУ ОРТАНЫҢ ЛАСТАУЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

Хим. ғылымд. канд.

Р.Х. Тұрғымбаева

Техн. ғылымд. докторы

С.С.Омаров

Статистикалық өңдеумен түзетілген өрістер құрастырылып, өндірістік газ күйіндегі ауаны ластайтын заттардың, қатты қалдықтардың, және су пайдаланудың шығарылатын өнім көлеміне байланысты регрессиялық теңдеулер алынған. Осы регрессиялық теңдеулер өндірістік кәсіпорынның қоршаған ортаны ластау дәрежесі математикалық модельдеу әдісімен зерттелген.

УДК 504.53.062.4

**О РЕАБИЛИТАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БУРЫХ УГОЛЕЙ**

Л.К. Ахметова

Использование бурого угля и минеральных удобрений наряду поливом и рыхлением нефтезагрязненной почвы, уменьшает токсичность почвы, усиливает биodeградацию нефти, увеличивает количество микроорганизмов.

Нефтяная и газовая промышленность остается потенциально опасной в загрязнении окружающей среды и ее отдельных компонентов. Почвенный покров нефтепромыслов Восточного Прикаспия техногенно нарушен, загрязнен нефтью, промысловыми высокоминерализованными сточными водами, строительным мусором. Учитывая слабую устойчивость пустынных экосистем к антропогенному прессу, изучение почвенного покрова остается актуальным [8].

Процесс естественного восстановления загрязненных нефтью почв длителен. Наиболее перспективным способом очистки почвы от нефтепродуктов является рекультивация земель, в основе которой лежит биоремедиация – стимулирование аборигенной углеводородоокисляющей микрофлоры, путем создания оптимальных условий для ее жизнедеятельности. Ускорение процесса биodeградации углеводородов нефти происходит за счет увеличения доступа воздуха и воды, внесением минеральных и органических удобрений, посева специально подобранных смесей злаковых и бобовых культур в сочетании с необходимыми агротехническими приемами обработки почв [1].

Очищение почв от нефти – это сложный физико-химический и биохимический процесс, скорость и направленность которого зависит от ряда факторов, таких как температура окружающей среды, свойства почв, активность микрофлоры, влажность и концентрация нефти в почве [3]. Для исследуемого района характерно, что наряду с высокой степенью загрязнения почвы нефтью, почвенные и климатические как неблагоприятны для процессов самоочищения. Среди основных факторов самоочищения почвы, таких как физическое, химическое и биологическое очищение, в условиях Восточного Прикаспия ведущую роль играет биологический фактор. Одним из важных

условий биологического очищения почвы от нефти является степень функциональной активности почвенной микрофлоры.

Естественное восстановление плодородия почв при загрязнении нефтью происходит значительно дольше, чем при других техногенных загрязнениях. Резко изменяется водопроницаемость вследствие гидрофобизации, структурные отделенности не смачиваются, а вода как бы «проваливается» в нижние горизонты профиля почвы; влажность уменьшается [1].

Нефть и нефтепродукты вызывают практически полную депрессию функциональной активности флоры и фауны. Ингибируется жизнедеятельность большинства микроорганизмов, включая их ферментативную активность. Управление процессами биодеградации нефти должно быть направлено, прежде всего, на активизацию микробных сообществ, создание оптимальных условий их существования. Попадая в почву, нефть увеличивает общее количество углерода. В составе гумуса возрастает нерасщепимый остаток, что является одной из причин ухудшения плодородия. Возрастает отношение $C:N$ [8]. Ухудшается азотный режим, что в случае рекультивации требует внесения повышенных доз азотных удобрений.

Целью вегетационного опыта, проводимого в лабораторных условиях, являлась рекультивация нефтезагрязненной почвы, а именно, уменьшение токсичности почвы, улучшение микробиологического, водно-воздушного режима, снижение рН, увеличение биологической активности, создание оптимальных условий для жизнедеятельности микроорганизмов, которые являются деструкторами нефти и нефтепродуктов.

Материалы и методы. Рекультивации подверглась нефтезагрязненная бурая пустынная почва, именуемой далее нефтешламмом, отобранной на месторождении Кульсары 9 августа 2003 года. Нефтешлам смешивался с чистой приморской луговой почвой отобранной в том же районе, а также были варианты с использованием бурого угля и минеральных удобрений. Содержание общего углерода в приморской луговой почве составляло 2,54 %, рН 8,97, рН нефтешламма – 8,70. В качестве минеральных удобрений использовался нитрат аммония в количестве 0,240 г/кг почвы, а также дигидроортофосфат калия 0,136 г/кг почвы. Доза минеральных удобрений выбрана неслучайно, она известна под названием «смесь Прянишникова» рассчитанная для выращивания культурных растений в вегетационных сосудах на чистом песке, то есть в среде не содержащей питательных элементов [7].

Опыт содержит 10 вариантов в 3 повторности:

1. – нефтешламм 150 г,
2. – смесь нефтешламма 75 г и почвы 75 г, в соотношении 1:1,
3. – смесь нефтешламма 50 и почвы 100 в соотношении 1:2,
4. – смесь нефтешламма 75 г почвы 75 г и бурого угля 25 г (1:1 + бурый уголь),
5. – смесь нефтешламма 50 г почвы 100 г и бурого угля 25 г (1:2 + бурый уголь),
6. – смесь нефтешламма 75 г + почвы 75 г + минеральные удобрения К, Р, N (1:1 + К, Р, N),
7. – смесь нефтешламма 50 г + почвы 100 г + минеральные удобрения К, Р, N (1:2 + К, Р, N),
8. – смесь нефтешламма 75 г, почвы 75 г + бурый уголь 25 г + минеральные удобрения К, Р, N (1:1 + бурый уголь + К, Р, N),
9. – смесь нефтешламма 50 г, почвы 100 г + бурый уголь 25 г + минеральные удобрения К, Р, N (1:2 + бурый уголь + К, Р, N),
10. – 150 г чистой приморской луговой почвы.

В течении 2 месяцев производились полив и рыхление. В начале и в конце опыта производился подсчет основных групп микроорганизмов бактерий, грибов, актиномицетов, измерялись рН, проведен биотест на фитотоксичность почвы, содержание нефти и нефтепродуктов в почве, анализ на протеазную активность.

Бурый уголь использовался как сорбент нефти, а также разрыхлитель почвы, улучшивший его физико-химические свойства, кроме того он существенно снижает рН среды, способствует снижению токсичности почвы, улучшает микробиологический режим.

Численность основных групп микроорганизмов определялась путем посева на плотные питательные среды почвенной суспензии. Количество бактерий определяли посевом почвенной суспензии на РПА (рыбопептонный агар), грибов на среде Чапека 7, актиномицетов на КАА (крахмало-аммиачном агаре) [6].

Для определения фитотоксичности почвы ставили биопробу на прорастание семян редиса [2] которое заключалось в подсчете количества проросших семян на опытном образце по сравнению с прорастанием семян на контрольном образце, которое составляет обычно 50 %. В качестве опытного объекта выбраны семена редиса сорта «Красный с белым кончиком». Обычно за 12 часов при температуре 26 °С прорастает 50 % семян, а через некоторое время остальные, именно в это время организм растений

наиболее чувствителен к внешним воздействиям. Проросшим считается семя, у которого корешок прорвал семенную оболочку. Среднюю всхожесть редиса по вариантам выражали в процентах к соответствующей всхожести в контрольном образце, которая принимается за 100 %.

Содержание нефти и нефтепродуктов определяли гравиметрическим методом [4, 5]. Для этого высушенную пробу почвы (масса – 30 г) смачивали хлороформом до влажного состояния. Затем несколько раз проводили экстракцию с добавлением 10...15 см³ хлороформа до получения в последней порции бесцветного экстракта. Экстракт помещали в колбу на 250 (300) см³, которую соединяли с холодильником Либиха, и ставили ее на водяную баню для выпаривания, когда в колбе оставалось 20...25 см³, отгонку прекращали, остатки экстракта сливали в колбу и помещали в вытяжной шкаф для испарения оставшегося хлороформа. После испарения растворяли в 5...10 см³ гексана и переносили в колонку, заполненную оксидом алюминия для извлечения полярных соединений. При получении гексанового раствора нефтепродуктов, освобожденного от полярных соединений, гексан испаряли при комнатной температуре. После полного удаления гексана (в потоке воздуха при комнатной температуре), стакан взвешивается до постоянной массы. Содержание нефтепродуктов в образце почвы вычисляли по формуле:

$$X = \frac{a-b}{c} \cdot 1000,$$

где X – концентрация нефтепродуктов в почве, мг/кг, a – масса стакана с содержимым нефтепродуктов, мг, b – постоянная масса стакана, мг, c – масса пробы взятая для анализа, мг, 1000 коэффициент пересчета на 1 кг.

Результаты и их обсуждение. Данные анализов (табл. 1, 2) указывают на значительное преобладание в микрофлоре как загрязненной, так и чистой почвы бактерий. Их численность колеблется от 4 до 229 млн. до опыта и от 11 до 261 млн. после опыта.

Количество бактерий значительно увеличилось, после полива и рыхления в течение 2 месяцев, за исключением варианта 8 нефтешлам + почва + удобрения (1:2), где численность бактерий уменьшилась. В чистой приморской луговой почве численность бактерий осталась практически на том же уровне $11,08 \cdot 10^6$ до и $11,26 \cdot 10^6$ после опыта. Максимальное количество бактерий до полива и рыхления было в варианте 8, где соотношение нефтешламма и почвы было 1:1 и добавлялся бурый уголь и удобрения, численность была равна $229,33 \cdot 10^6$ клеток на 1 грамм почвы. Мини-

мальное количество бактерий наблюдалось в 1 варианте с нефтешламмом и равнялось – $4,65 \cdot 10^6$. Максимальное количество бактерий после полива было в варианте 4, нефтешламм + почва (1:1) + бурый уголь – $261,3 \cdot 10^6$.

Таблица 1

Численность основных групп микроорганизмов в начале опыта

| Вариант | Численность микроорганизмов в 1 г почвы | | |
|---------|---|--------|--------------------|
| | бактерий (РПА) | грибов | актиномицетов |
| 1 | $4,65 \cdot 10^6$ | 466 | $42 \cdot 10^3$ |
| 2 | $42,66 \cdot 10^6$ | 2066 | $172 \cdot 10^3$ |
| 3 | $29,33 \cdot 10^6$ | 1433 | $245 \cdot 10^3$ |
| 4 | $109,33 \cdot 10^6$ | 566 | $610 \cdot 10^3$ |
| 5 | $26,0 \cdot 10^6$ | 2366 | $372,3 \cdot 10^3$ |
| 6 | $9,95 \cdot 10^6$ | 1100 | $158 \cdot 10^3$ |
| 7 | $29,78 \cdot 10^6$ | 2100 | $580 \cdot 10^3$ |
| 8 | $229,33 \cdot 10^6$ | 1100 | $450 \cdot 10^3$ |
| 9 | $15,66 \cdot 10^6$ | 1866 | $1060 \cdot 10^3$ |
| 10 | $11,08 \cdot 10^6$ | 400 | $740 \cdot 10^3$ |

Таблица 2

Численность основных групп микроорганизмов после полива и рыхления

| Вариант | Численность микроорганизмов в 1 г почвы | | |
|---------|---|--------|---------------------|
| | бактерий (РПА) | грибов | актиномицетов |
| 1 | $15,93 \cdot 10^6$ | 333 | $121,3 \cdot 10^3$ |
| 2 | $54,8 \cdot 10^6$ | 1200 | $1513,3 \cdot 10^3$ |
| 3 | $30,66 \cdot 10^6$ | 966 | $1653,3 \cdot 10^3$ |
| 4 | $261,3 \cdot 10^6$ | 2033 | $1833,3 \cdot 10^3$ |
| 5 | $108,66 \cdot 10^6$ | 3600 | $1213,3 \cdot 10^3$ |
| 6 | $94,0 \cdot 10^6$ | 1800 | $1673,3 \cdot 10^3$ |
| 7 | $145,33 \cdot 10^6$ | 1133 | $2733,3 \cdot 10^3$ |
| 8 | $73,33 \cdot 10^6$ | 1300 | $300 \cdot 10^3$ |
| 9 | $64,0 \cdot 10^6$ | 2533 | $766,6 \cdot 10^3$ |
| 10 | $11,26 \cdot 10^6$ | 4366 | $960 \cdot 10^3$ |

Численность грибов в 1...3 вариантах без добавления бурого угля и удобрений после опыта уменьшились, во всех остальных вариантах их количество возросло. Максимальное количество грибов до опыта было в варианте 5 нефтешламм + почва (1:2) + бурый уголь и составляло 2366, минимальное количество грибов было в чистой приморской почве и равнялось 400, тогда как в нефтешламме количество грибов было немногим больше – 466 клеток на 1 грамм почвы. Большое количество грибов после полива и рыхления было в варианте с чистой почвой, а также в 4, 5, 9 ва-

риантах и составляло соответственно 4366 в чистой, 2033, 3600, 2533. Минимальное количество в 1 варианте с нефтешламмом и равно 333 клеток на 1 грамм почвы.

Численность актиномицетов увеличилась во всех вариантах за исключением 8 и 9, с добавлением бурого угля и удобрений и численность составила 300 и 766,6 тыс. соответственно.

Биотест на фитотоксичность показал (табл. 3 и рис. 1), что нефтешламм весьма токсичен для растений, тогда как его смесь с чистой почвой в соотношении 1:2 (вариант 5) при добавлении бурого угля снижает его токсичность. До опыта всхожесть семян редиса на нефтешламме была равна 8 %, в пятом варианте 49,66 %. В тех же вариантах после опыта всхожесть была равна 9,67 и 51 % соответственно. Максимальная всхожесть после опыта наблюдалась в варианте 9 с добавлением бурого угля и удобрений при соотношении нефтешламма к чистой почве 1:2 – 57,32 %.

Таблица 3

Средняя всхожесть семян

| Вариант | Данные до опыта | | Данные после опыта | |
|---------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| | среднее количество проросших семян | средняя всхожесть, % | среднее количество проросших семян | средняя всхожесть, % |
| 1 | 4 | 8 | 4,83 | 9,67 |
| 2 | 5,44 | 10,88 | 9,67 | 19,34 |
| 3 | 7,5 | 15 | 18 | 36 |
| 4 | 9,83 | 19,66 | 14,83 | 29,66 |
| 5 | 24,83 | 49,66 | 25,5 | 51 |
| 6 | 5,83 | 11,66 | 10,17 | 20,34 |
| 7 | 8 | 16 | 19,67 | 39,34 |
| 8 | 8,5 | 17 | 17,67 | 35,34 |
| 9 | 20,33 | 40,66 | 28,66 | 57,32 |
| 10 | 50 | 100 | 50 | 100 |

Наименьшее значение фитотоксичности наблюдалось в варианте 9 и 5 с использованием бурого угля с добавлением минеральных удобрений и без них. В конце опыта в варианте 9 количество не проросших семян редиса составило 42,68 %, а в варианте 5 – 49 %.

Наиболее эффективными вариантами по уменьшению содержания нефтепродуктов являются 9, 5, 8, 4 т.е. с использованием бурого угля с удобрениями и без них (Рис. 2). Наименьшее количество нефтепродуктов после опыта было в варианте 9 – 6,33 г/кг почвы, в варианте 5 – 6,67 г/кг почвы. При

этом наименьшее количество остаточной нефти в % к исходному количеству было в варианте 4 – нефтешлам + почва (1:1) + бурый уголь – 30,89%. Использование минеральных удобрений без бурого угля тоже способствуют уменьшению количества нефтепродуктов, но не так эффективно.

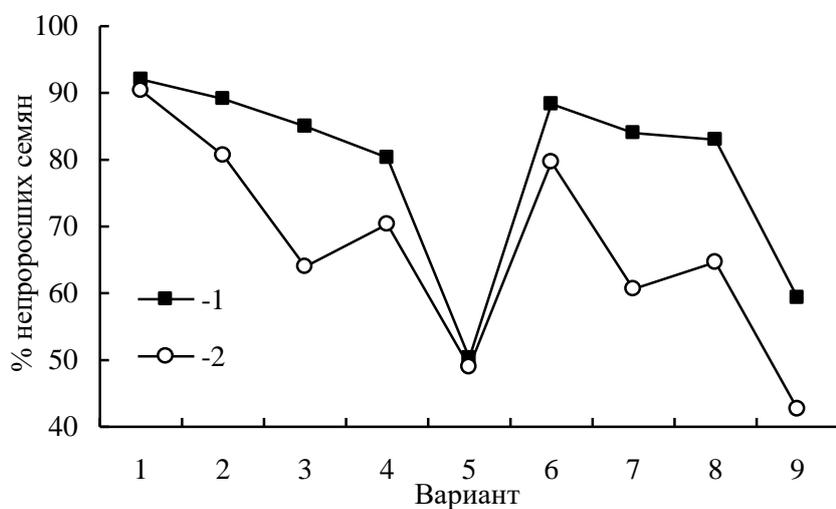


Рис. 1. Результаты фитотоксичности. 1 – количество не проросших семян до опыта, 2 – количество не проросших семян.

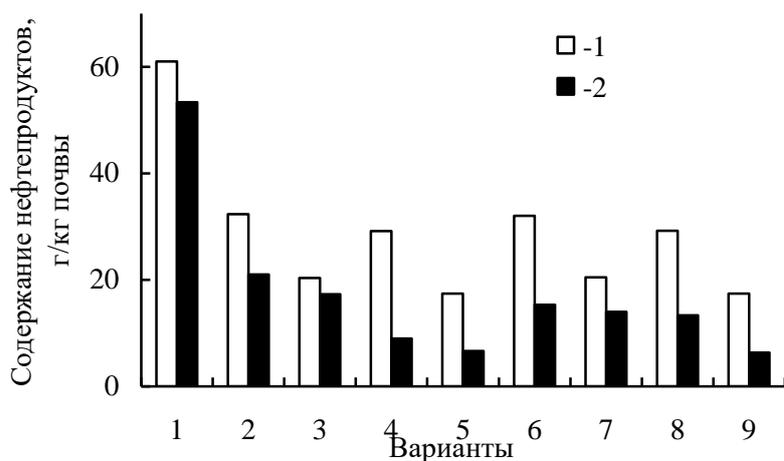


Рис.2. Количество нефтепродуктов до и после опыта. 1 – масса нефтепродуктов до опыта, 2 – масса нефтепродуктов после опыта.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что внесение бурого угля и минеральных удобрений в нефтешламе наряду с поливом и рыхлением увеличивают численность бактерий в 2,2 раз, грибов в 2,26 раз, актиномицетов в 2,68 раз. Содержание нефтепродуктов в нем уменьшилось на 42,94 %, кроме того, количество не проросших семян редиса уменьшилось с 83,5 до 62,5 %. Таким образом бурый уголь и минеральные удобрения при реабилитации нефтезагрязненных почв являются эффективным методом биоремедиации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.Г., Емцев В.Т., Rogozina E.A., Фархутдинов А.И. Биологическая активность и микробиологическая рекультивация почв, загрязненных нефтепродуктами // Биологические ресурсы и природопользование. Сборник научных трудов. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 1998. Вып. 2. – С. 95 – 105
2. Гроздинский А.М. Аллелопатическое почвоутомление. Киев, Наукова думка, 1979. 248 с.
3. Исмаилов Н.М., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем М.: Наука, 1988. С. 222 – 230.
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М., Химия, 1984, С. 448 – 450.
5. Лурье Ю.Ю., Рыбников, Химический анализ производственных сточных вод. М. Химия 1974, 290 с.
6. Практикум по почвенной микробиологии. Л.: ЛГУ, 1974, 180 с.
7. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. – Том 1., М.: Колос, 1965. – 767 с.
8. Фаизов К.Ш., Раимжанова М.М., Алимбеков Ж.С. Экология Мангышлак-Прикаспийского нефтегазового региона. Алматы, 2003, 238 с.

Институт почвоведения

ҚОҢЫР КӨМІРДІ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ ЖАРАМДАНДЫРУ ТУРАЛЫ

Л.К. Ахметова

Мұнай мен ластанған топырақты суару және боптаумен қатар қоңыр көмір мен минералдық тыңайтқыштардың ұйттандырғыштығы кеніді, мұнайдың биодеградациясы күшееді. Микроорганизмдердің саны көбееді.

УДК 581.5:631.4:631.445.51.8

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИИ

Канд. с.-х. наук Б.Н. Насиев

В повышении продуктивности зернопаровых севооборотов и технологического качества продукции, а также сохранения плодородия и экологических качеств темно-каштановых почв важное значение имеет правильный подбор вносимых удобрений. По данным исследований видно, что в условиях Западного Казахстана этим требованиям наиболее полно отвечает применение органических и сидеральных удобрений.

Существенный недостаток многих удобрений, особенно азотных – их физиологическая кислотность, а также наличие остаточной кислоты вследствие несовершенства технологий производства. Интенсивное применение таких удобрений приводит к заметному подкислению почв и, соответственно, ухудшению их свойств. При этом повышается подвижность радионуклидов и тяжелых металлов [5].

По данным Н.И. Крупкина сельскохозяйственное использование приводит к увеличению гидролитической кислотности в оподзоленных черноземах на 1,27 мг-экв, в выщелоченном – на 0,46 мг-экв. на 100 г почвы [6]. Из промышленных минеральных удобрений суперфосфат отличается наиболее высоким содержанием тяжелых металлов, в частности наиболее токсического кадмия, при внесении 90 кг/га суперфосфата содержания кадмия в почве увеличивалось на 0,44 % [7].

Бокарев В.Г. в своей работе отмечает, что главный источник дополнительного загрязнения почвы стронцием (18 %) – фосфорные удобрения [1]. Содержание в почве подвижного стронция увеличивается при всех условиях эксперимента, что свидетельствует об осаждении поглощаемого растениями стронция в корнях с медленным кумулятивным накоплением его в верхних слоях почвы. По данным Р.С. Кираева, И.О. Чанышева, З.Х. Галауетдинова при внесении минеральных удобрений содержание

меди в почве возросло на 8,3 %, цинка – на 24 %, кадмия – на 26 % и свинца – на 7,3 %. Увеличение содержания в почве тяжелых металлов приводило и к незначительному накоплению их в зерне пшеницы. Содержание меди, цинка, свинца и кадмия повысилось на 8...10 % [4]. Поступление кадмия и других тяжелых металлов увеличивается при использовании в качестве фосфорных удобрений фосфорной муки.

Заметным источником поступления кадмия и других тяжелых металлов в почву являются органические удобрения. В стойловом навозе содержится в среднем 0,4 мг кадмия и 6,6 мг свинца на 1 кг сухого вещества. При норме внесения до 5 т сухого вещества на 1 га с навозом ежегодно вносится 1...4 г кадмия на 1 га, т.е. такое же количество, как и при внесении суперфосфата [5]. Другие ученые наоборот отмечают, что внесение в почву навоза приводило к снижению содержания тяжелых металлов в почве относительно контроля: по меди на 64 %, цинку – на 28 %, кадмию – на 53 %, свинцу – на 5,4 % [4].

Деятельность человека нарушает экологическое равновесие в окружающей среде. Применение пестицидов (ретордантов, ядохимикатов, гербицидов и т.д.) удобрений, искусственных структурообразователей, мелиорантов приводит не только к накоплению последних в почве, но и вызывает изменение химических свойств почвы, изменяет подвижность тяжелых металлов, накапливает радионуклиды и т.д. Под различными культурами эти процессы происходят с различной интенсивностью.

В исследованиях, проведенных в Западно-Казахстанской области, по определению наиболее выгодных видов удобрений особое внимание было уделено вопросу экологической характеристики почвы и растительной продукции.

Работы проводились на темно- каштановых почвах на зернопаровом севообороте с чередованием культур пар – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Изучали различные виды удобрений: контроль без удобрений; минеральное удобрение: пар (P_{60}) – озимая пшеница (N_{30}) – яровая пшеница ($N_{20}P_{20}$) – ячмень ($N_{20}P_{20}$); органическое удобрение: пар (навоз 40 т/га) – озимая пшеница – яровая пшеница (солома озимой пшеницы) – ячмень (солома яровой пшеницы); органоминеральное удобрение: пар (навоз 40 т/га) – озимая пшеница (N_{30}) – яровая пшеница ($N_{20}P_{20}+$ солома озимой пшеницы) – ячмень ($N_{20}P_{20}+$ солома яровой пшеницы); сидеральное удобрение: донник (сидерат) – озимая пшеница – яровая пшеница (навоз 40 т/га) – ячмень (солома яровой пшеницы).

Закладка опыта осуществлялась в соответствии с общепринятой методикой. Все изучаемые в опыте сорта, районированные. Агротехника возделывания полевых культур общепринятая для зоны проведения исследований. Определение тяжелых металлов проводили согласно методических указаний по определению тяжелых металлов в почвах и продукции растениеводства атомно-адсорбционным спектрометре С115М, содержание радионуклидов – гамма-вентта спектрометре.

Как показывают данные исследований, удобрения снижали содержание *Zn*, *Cu*, *Ni* в почве под озимой пшеницей (табл.1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почве под различными культурами, мг/кг

| Вариант опыта | Слой почвы, см | Элемент | | | | | |
|------------------------|----------------|---------|------|-----|------|------|-------|
| | | Zn | Cu | Pb | Cd | Ni | Hg |
| Озимая пшеница | | | | | | | |
| Контроль без удобрений | 0...20 | 39,5 | 13,0 | 11 | 0,46 | 35,7 | 0,008 |
| | 20...40 | 32,0 | 10,0 | 13 | 0,33 | 32,3 | 0,010 |
| Минеральные удобрения | 0...20 | 21,9 | 5,0 | 14 | 0,46 | 34,0 | 0,011 |
| | 20...40 | 39,5 | 9,8 | 16 | 0,46 | 36,0 | 0,013 |
| Органические удобрения | 0...20 | 33,0 | 11,0 | 15 | 0,49 | 35,7 | 0,011 |
| | 20...40 | 26,5 | 9,0 | 13 | 0,48 | 23,0 | 0,010 |
| Сидераты | 0...20 | 23,0 | 7,0 | 12 | 0,40 | 19,8 | 0,010 |
| | 20...40 | 26,5 | 11,8 | 13 | 0,46 | 27,0 | 0,010 |
| ПДК | | 220 | 132 | 130 | 2,0 | 80 | 2,1 |
| Яровая пшеница | | | | | | | |
| Контроль без удобрений | 0...20 | 29,0 | 9,0 | 11 | 0,44 | 25,7 | 0,009 |
| | 20...40 | 37,5 | 12,4 | 13 | 0,47 | 35,0 | 0,012 |
| Минеральные удобрения | 0...20 | 38,5 | 10,6 | 12 | 0,47 | 34,0 | 0,020 |
| | 20...40 | 41,5 | 13,0 | 11 | 0,47 | 36,3 | 0,013 |
| Органические удобрения | 0...20 | 35,0 | 9,6 | 14 | 0,47 | 25,0 | 0,011 |
| | 20...40 | 37,5 | 12,0 | 16 | 0,47 | 31,3 | 0,013 |
| Сидераты | 0...20 | 30,0 | 10,0 | 13 | 0,55 | 30,2 | 0,012 |
| | 20...40 | 31,0 | 10,4 | 15 | 0,48 | 27,0 | 0,012 |
| Ячмень | | | | | | | |
| Контроль без удобрений | 0...20 | 32,0 | 14,0 | 11 | 0,47 | 29,3 | 0,010 |
| | 20...40 | 31,0 | 10,0 | 16 | 0,44 | 22,7 | 0,009 |
| Минеральные удобрения | 0...20 | 36,5 | 14,4 | 21 | 0,44 | 39,3 | 0,010 |
| | 20...40 | 40,0 | 14,4 | 19 | 0,44 | 36,0 | 0,010 |
| Органические удобрения | 0...20 | 34,0 | 14,0 | 15 | 0,47 | 35,0 | 0,010 |
| | 20...40 | 33,0 | 13,0 | 15 | 0,47 | 31,0 | 0,010 |
| Сидераты | 0...20 | 35,0 | 14,0 | 15 | 0,47 | 33,3 | 0,009 |
| | 20...40 | 27,8 | 12,4 | 16 | 0,47 | 31,0 | 0,010 |

Использование справочного материала помогает дать оценку содержания тяжелых металлов в почве под озимой пшеницей [8]. Содержа-

ние цинка можно отнести к низкому или среднему при ПДК 220 мг почвы; количество меди – к низкому при ПДК 130 мг/кг; свинца – к среднему при ПДК 130 мг/кг; никеля – к среднему при ПДК 80 мг/кг; ртути – к низкому или среднему при ПДК 2,1 мг/кг. Содержание всех тяжелых металлов под озимой пшеницей было много ниже ПДК.

Под яровой пшеницей количество тяжелых металлов в почве мало отличалось от озимой пшеницы (табл. 1). Однако распределение их по вариантам было несколько иное. Отмечено снижение только по органическим удобрениям.

Под озимой пшеницей при внесении удобрений и особенно органических отмечено снижение таких тяжелых металлов, как цинк и никель. Наибольшее снижение отмечено при заправке сидератов.

Под яровой мягкой пшеницей наблюдалось заметное снижение меди, цинка и никеля. Под озимой пшеницей при внесении минеральных удобрений отмечено незначительное повышение свинца и ртути. Увеличение содержания ртути отмечено и под яровой пшеницей при внесении минеральных удобрений. Органические удобрения снижали содержание в почве количества тяжелых металлов, особенно цинка, меди, свинца и никеля под всеми культурами, кроме ячменя.

Внесение минеральных удобрений способно повышать содержание ртути и свинца в почве.

Определение радиоактивных веществ показало, что внесение удобрений как органических, так и минеральных, снижало содержание радионуклидов в почве (табл. 2).

Таблица 2

Содержание радионуклидов в почве под культурами севооборота, Бк/кг

| Вариант опыта | Слой почвы, см | Озимая пшеница | | | Яровая пшеница | | |
|------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | Cs ₁₃₇ | K ₄₀ | Ra ₂₂₆ | Cs ₁₃₇ | K ₄₀ | Ra ₂₂₆ |
| Контроль без удобрений | 0...20 | 36 | 650 | 87 | 23 | 735 | 83 |
| | 20...40 | 28 | 735 | 60 | 21 | 600 | 59 |
| Минеральные удобрения | 0...20 | 19 | 400 | 93 | 20 | 510 | 88 |
| | 20...40 | 21 | 555 | 90 | 17 | 602 | 82 |
| Органические удобрения | 0...20 | 9 | 635 | 55 | 27 | 435 | 46 |
| | 20...40 | 18 | 600 | 46 | 17 | 653 | 46 |
| Сидераты | 0...20 | 23 | 615 | 42 | 18 | 603 | 41 |
| | 20...40 | 15 | 530 | 11 | 22 | 662 | 46 |

Гумус имеет важное значение в плодородии почвы. Гумус является запасным фондом питательных веществ. При разложении гумуса высвобож-

даются азот, кальций, сера, фосфор и др. Гумусовые вещества обладают большой поглотительной способностью. Поглощенные Ca^{++} и Mg^{++} образуют устойчивые от вымывания соединения, сохраняя гумус почвы. Гуминовые кислоты склеивают минеральные частицы, образуя почвенные структурно-агрономически ценные агрегаты, способствуя улучшению физических свойств почвы. В почве образование гумуса и его разложение находятся в динамическом равновесии, которое определяется комплексом факторов. Большое значение в изменении гумуса почвы имеют антропогенные факторы.

Обработка почвы, удобрение культур, чередование их в севообороте влияют на количества гумуса в почве. Обработка почвы усиливает разложение гумуса. Возделываемые культуры, особенно многолетние травы, оставляя большое количество пожнивных остатков, способствуют новообразованию гумуса. Навоз, перегной, солома, зеленое удобрение являются источниками органического вещества в почве, а следовательно, и образования гумуса.

По М.М. Кононовой, навоз увеличивал количество гумуса на 0,37 %, а после люцерны на каштановых почвах гумуса было на 0,11 % больше, чем под чистым паром (2,89 и 2,78 %) [3].

Возделывание культур в опытах Темерязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА) повышало количество гумуса в почве в 1,7...2,8 раза по сравнению с бессменным чистым паром. Навоз увеличивал содержание гумуса в почве в 1,4...2,3 раза, а минеральные удобрения в 1,1...1,5 раза. Пропашные культуры снижали количество гумуса на 0,31 %, а чистый пар – на 1,01 % в течение сорока лет.

Содержание гумуса в почве определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26213-84.

Как показывают данные наших исследований (табл. 3) за период ротации севооборота с чистым паром на контроле отмечено снижение гумуса в почве в слое 0...40 см на 0,12 %. В опыте с повышением урожая культур увеличивался вынос азота. Вынос питательных веществ с урожаем не покрывался содержанием последних в почве и компенсировался разложением гумуса почвы, которое было интенсивным в условиях повышенного увлажнения. Снижение гумуса в почве достигало 0,11...0,12 %.

Внесение навоза и ежегодная заплата соломы в почву приводили к поступлению в почву органического вещества, что создавало положительный баланс гумуса в почве. За ротацию севооборота гумуса увеличилось на 0,03...0,05 %. Внесение только минеральных удобрений не обеспечива-

ло в севообороте бездефицитный баланс гумуса в почве. Снижение гумуса составило 0,05...0,09 % для слоя 0...40 см – в среднем 0,07 %.

Таблица 3

Изменение содержания гумуса в почве по вариантам опыта за ротацию севооборота, % к массе почвы

| Вариант опыта | Слой почвы, см | Исследования | | Изменение содержания гумуса, % |
|------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|
| | | начало ротации | конец ротации | |
| Контроль без удобрений | 0...20 | 3,12 | 2,99 | -0,13 |
| | 20...40 | 2,96 | 2,85 | -0,11 |
| | 0...40 | 3,04 | 2,92 | -0,12 |
| Минеральные удобрения | 0...20 | 3,13 | 3,08 | -0,05 |
| | 20...40 | 2,96 | 2,87 | -0,09 |
| | 0...40 | 3,04 | 2,97 | -0,07 |
| Органические удобрения | 0...20 | 3,13 | 3,18 | +0,05 |
| | 20...40 | 2,95 | 2,98 | +0,03 |
| | 0...40 | 3,04 | 3,08 | +0,04 |
| Сидеральное удобрение | 0...20 | 3,12 | 3,16 | +0,04 |
| | 20...40 | 2,99 | 3,00 | +0,01 |
| | 0...40 | 3,05 | 3,08 | +0,03 |
| НСР ₀₅ | | | 0,056 | |

При запашке биомассы сидератов обеспечивался бездефицитный баланс гумуса в почве. Здесь отмечена прибавка гумуса. Она составила в слое 0...20 см – 0,04 %, в слое 20...40 см – 0,01 % и для слоя 0...40 см в среднем – 0,03 %. Такая незначительная прибавка гумуса объясняется неравномерным поступлением органического вещества в почву, которое приходилось, главным образом, на начало ротации севооборота.

Внесение удобрений влияло на качество зерна всех культур в севообороте (табл. 4).

Качество зерна пшеницы и его технологические свойства зависят от содержания белка, его аминокислотного состава и физико-химических свойств. Сорты пшеницы различаются по содержанию (на 1...2 %) белка в зерне. Существуют формы пшеницы, содержащие на 3...5 % белка выше, чем возделываемые сорта, но их урожайность очень низкая. Обратная взаимосвязь белковости зерна и величины урожайности – пока непреодолимый барьер улучшения качества пшеницы с помощью селекции.

С точки зрения изучения влияния условий выращивания пшеницы на качество зерна в засушливом Приуралье, наиболее перспективном для возделывания высокобелковых сортов, имело определенный научный и

практический интерес. Как показывают данные исследований (табл. 4) содержание белка возрастало при внесении минерального азота. По сравнению с контролем, при внесении минеральных удобрений содержание белка в зерне озимой пшеницы выросло на 10 %. При применении органических и сидеральных удобрений также отмечено увеличение содержания белка в зерне. Это указывает на большое участие в процессе поглощения азота и других факторов, изменяющихся под влиянием увеличения органического вещества в почве.

Таблица 4

Качество зерна культур в севообороте

| Вариант опыта | Клейковина, % | ИДК | Белок, % | Нитраты, мг/кг | Натура, г/л |
|------------------------|------------------|-----|-------------|-------------------|----------------|
| Озимая пшеница | | | | | |
| Контроль | 25 | 100 | 13,0 | 33 | 755 |
| Минеральные удобрения | 28 | 100 | 14,0 | 34 | 760 |
| Органические удобрения | 30 | 75 | 13,8 | 32 | 770 |
| Сидеральное удобрение | 30 | 75 | 13,7 | 35 | 770 |
| Яровая пшеница | | | | | |
| Контроль | 23 | 85 | 12,5 | 33 | 760 |
| Минеральные удобрения | 25 | 95 | 13,1 | 32 | 770 |
| Органические удобрения | 28 | 75 | 13,8 | 31 | 775 |
| Сидеральное удобрение | 28 | 75 | 13,6 | 30 | 775 |
| Ячмень | | | | | |
| Контроль | | | 11,5 | 58 | 650 |
| Минеральные удобрения | | | 12,0 | 56 | 658 |
| Органические удобрения | | | 12,3 | 53 | 660 |
| Сидеральное удобрение | | | 12,5 | 53 | 660 |

Аналогично белку в зерне изменялось содержание клейковины под влиянием удобрений. Внесение минеральных удобрений в дозе N₃₀ приводило к увеличению клейковины в зерне по сравнению с контролем на 3 %. Применение в качестве органического удобрения навоза повышало содержание клейковины на 5 %. Запашка сидератов увеличивала количество клейковины в зерне также на 5 %.

Внесение свежего органического вещества, богатого белком (биомасса донника), улучшало водно-физические свойства почвы, повышало ее биологическую активность, изменяло состав и количество лабильных органических веществ и положительно влияло не только на азотный режим почвы, но и растений через изменение степени использования азота из почвы и удобрений и мобилизации его при поглощении этого элемента растениями.

В зерне яровой пшеницы (табл. 4) удобрения улучшали качество и количество клейковины, повышали содержание клейковины, белка, натуру зерна, снижали количество нитратов. При применении удобрений содержание клейковины по сравнению с контролем увеличилось на 3...5 %, белка на 0,6...1,8 %, натуральный вес зерна на 10...15 г, а содержание нитратов в зерне уменьшилось до 3 мг/кг.

Как показывает данные табл. 4, применение органических и сидеральных удобрений заметно увеличивает количества белка в зерне, натуру, при этом содержание нитратов в зерне ячменя снижалось.

В исследованиях, наряду с повышением качества зерна особое внимание уделено экологической характеристике продукции.

Как известно, применение удобрений, пестицидов, искусственных структурообразователей, мелиорантов не только изменяет подвижность тяжелых металлов и радионуклидов в почве, но и приводит к накоплению их в растительной продукции. Определение количества тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы показало, что внесение удобрений и особенно органических снижало количество цинка и меди в зерне (табл. 5).

Таблица 5

Экологическая оценка качества зерна различных культур

| Вариант опыта | Тяжелые металлы, мг/кг | | | | | Радионуклиды, Бк/кг | |
|------------------------|------------------------|-----|-----|------|--------|---------------------|------------------|
| | Zn | Cu | Pb | Cd | Hg | Cs ₁₃₇ | St ₉₀ |
| Озимая пшеница | | | | | | | |
| Контроль | 15,0 | 4,5 | 0,2 | 0,03 | 0,0020 | 1,8 | 1,8 |
| Минеральные удобрения | 12,5 | 4,5 | 0,2 | 0,04 | 0,0019 | 2,0 | 1,9 |
| Органические удобрения | 11,0 | 3,5 | 0,2 | 0,05 | 0,0017 | 2,3 | 1,8 |
| Сидеральное удобрение | 12,0 | 3,6 | 0,1 | 0,02 | 0,0018 | 2,2 | 1,1 |
| Яровая пшеница | | | | | | | |
| Контроль | 15,5 | 3,7 | 0,1 | 0,03 | 0,0019 | 2,5 | 2,0 |
| Минеральные удобрения | 13,5 | 3,2 | 0,1 | 0,03 | 0,0019 | 1,8 | 2,1 |
| Органические удобрения | 14,0 | 3,2 | 0,2 | 0,04 | 0,0019 | 1,8 | 2,2 |
| Сидеральное удобрение | 13,5 | 3,2 | 0,1 | 0,04 | 0,0019 | 2,0 | 2,3 |
| Ячмень | | | | | | | |
| Контроль | 20,9 | 3,8 | 0,2 | 0,04 | 0,0014 | 2,6 | 3,8 |
| Минеральные удобрения | 19,6 | 3,8 | 0,2 | 0,05 | 0,0014 | 3,0 | 3,2 |
| Органические удобрения | 17,6 | 4,2 | 0,2 | 0,04 | 0,0017 | 1,7 | 3,3 |
| Сидеральное удобрение | 20,9 | 3,8 | 0,2 | 0,04 | 0,0017 | 2,6 | 3,4 |

Удобрения незначительно повышает содержание радиоактивного цезия. Содержание стронция незначительно увеличилось при применении минеральных удобрений. Снижение радиоактивного стронция до 1,1 Бк/кг

отмечено при применении сидератов. Сопоставление содержания тяжелых металлов с государственными стандартами показывает, что цинка было меньше ПДК в 4...5 раз; меди – в 2,5...3 раза; свинца – в 2,5...5 раза; кадмия – в 2,5...10 раз; ртути – в 10 раз. Подобная закономерность отмечена и в зерне яровой пшеницы (табл. 5).

Следует отметить снижение радионуклидов цезия при внесении удобрений, и особенно органических и сидеральных удобрений. В этих вариантах отмечено незначительное увеличение содержания радионуклидов стронция. В зерне ячменя содержание тяжелых металлов находилось ниже ПДК (табл. 5).

Уменьшение содержания цинка, меди отмечено при внесении минеральных и органических удобрений. При внесении сидератов содержание этих металлов находилось на уровне показателей контрольного варианта. Определение содержания радионуклидов показывает, что при внесении минеральных удобрений отмечено незначительное увеличение в зерне цезия до 3 БК/кг.

При применении органических и минеральных удобрений по сравнению с контролем отмечено снижение содержания в зерне радионуклидов стронция. Содержание стронция в контрольном варианте составило 3,8 БК/кг, а при внесении удобрений данный показатель снижался на 0,4...0,6 Бк/кг.

Таким образом, в условиях Западного Казахстана для повышения качества зерна полевых культур, получения экологически безопасной продукции, а также для сохранения почвенного гумуса и экологических характеристик темно-каштановых почв целесообразно применение в севооборотах органических удобрений – навоза, соломы и сидератов. При этом в качестве сидеральной культуры наиболее эффективно возделывание донника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

3. Бокарев В.Г. Воспроизводство плодородия орошаемых темно-каштановых почв Поволжья и управление минеральным питанием сельскохозяйственных культур: Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. – Саратов, 2000. – 46 с.
4. Возбуцкая А.Е. Химия почвы. – М.: Высшая школа, 1964. – 398 с.
5. Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 391 с.
6. Кираев Р.С., Чанышев И.О., Галауетдинов З.Х. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве и продукции сельскохозяйственных

- культур в условиях Южного Приуралья // Почва, жизнь, благосостояние: Сб. материалов Всероссийской конференции. – Пенза, 2000. – С. 217-220.
7. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – Колос, 1996. – 367 с.
 8. Крупкин П.И. Изменение свойств черноземов Центральной Сибири при их сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. – 1991. – №9. – С. 73-80.
 9. Минеев В.Г., Дебрецени Б., Мазур Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. – М.: Колос, 1993. – С. 68-73.
 10. Медико-биологическое требование и стандартные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М.: Изд-во стандартов, 1990.

Национальный аграрный университет, г. Уральск

**ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗ ТЕХНОЛОГИЯНЫ ПАЙДАЛАНУ
ЖОЛЫМЕН ТОПЫРАҚ ПЕН ӨСІМДІКТЕРДІҢ ӨНІМДІК САПАЛЫ
КӨРСЕТКІШТЕРІН КӨТЕРУ**

Халық шар. ғылымд. канд. Б.Н. Насиев

*Батыс-Қазақстан аймағында астық дақылдарынан мол,
жоғары және экологиялық көрсеткіштері бойынша таза өнім
алу үшін органикалық тыңайтқыштарды қолданған жөн.*

*Сидералды дақыл ретінде ақбас түйе жоңышқаны өсірген
пайдалы.*

УДК 911.2:338.48(574.2)

**ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ
ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

М.А. Алькеев

В данной статье рассмотрены гидроминеральные ресурсы Павлодарской области. Показаны основные перспективные месторождения гидроминеральных ресурсов для развития рекреационной деятельности на территории Павлодарской области.

Современный уровень освоения природных комплексов для лечения, отдыха и туризма в Казахстане далеко не соответствует возросшему спросу и потенциальным возможностям республики. Для санаторных, рекреационных и туристских целей курортные ресурсы используются недостаточно организовано, сезонно и в ограниченных размерах. Удовлетворение потребностей населения республики в санаторно-оздоровительных учреждениях является важной приоритетной задачей.

Для решения этой задачи Павлодарская область, располагает значительными запасами гидроминеральных лечебных ресурсов. В области они представлены подземными минеральными водами, лечебными грязями и солёными (минеральными) озёрами.

Ввиду особенностей своего происхождения природные гидроминеральные ресурсы отличаются от обычных ресурсов химическими, физическими и биологическими свойствами, которые обуславливают их лечебные свойства для санаторно-курортного развития.

Как показали гидрогеологические и курортологические исследования, Павлодарская область богата гидроминеральными ресурсами. В их изучение значительный вклад в разные годы внесли такие крупные ученые, как Н.Н. Славянов, В.А. Александров, Э. Э. Карстенс, Е.В. Посохов, У.М. Ахмедсафин, В.С. Жеваго, Ж.С. Сыздыков. Характеристика местных минеральных вод приводится в работах С.М. Мухамеджанова, Н.Р. Шаймерденова, А.А. Свищева и многих других. К наиболее ранним работам по изучению лечебных грязей и минеральных озёр области относятся исследования по поручению Геологического комитета (1929) и Института неметаллических полезных ископаемых, Главного геолого-разведочного управления (1930). Исследования велись в направлении выяснения общих

геологических условий района, изучения состава рапы и соляных образований, характера питания озёр, их режима и определения запасов солей [7].

В 1933 г. с целью выявления мест для строительства курортов, сотрудники Первого Казахского краевого института П. Драверт, П.А. Нефёдов и М.И. Брякин обследовали более 20 минеральных озёр Северного Казахстана, дали высокую оценку лечебным свойствам некоторых озёр. В 1931, 1936, 1938 гг. сотрудниками Центрального института курортологии (В.В. Иванов 1936, 1939) были обследованы грязевые месторождения озера Муялды. Более подробный материал по лечебным грязям и солёным озёрам Павлодарской области даётся в монографии Е.В. Посохова [5, 6]. В 1952 и 1958 годах грязевые озёра расположенные в северной части Казахстана включая озеро Кызылкак на территории области были обследованы Свердловским институтом курортологии. Рекогносцировочное обследование грязевых озёр Павлодарской области проводил в 1956...1961 гг. Институт краевой патологии АН КазССР.

Большой вклад в изучение минеральных вод Павлодарской области внесли бальнеологи С.И. Замятин, Г.А. Невраев, И.Г. Железников, В.Ф. Хомнюк, которыми были выдано около 50 заключений об использовании минеральных вод в лечебных целях [8].

В работе сотрудников Центрального НИИ курортологии и физиотерапии В.В. Иванова и Г.А. Невраева [4] к основным количественным критериям оценки лечебных минеральных вод, отличающих их от пресной воды и определяющих их биологическое терапевтическое действие, относятся: общая минерализация, ионный состав, содержание углекислого газа, сульфидов, биологически активных компонентов, радиоактивность, pH, температура воды. По лечебным свойствам минеральные воды подразделяются на восемь бальнеологических групп: 1) без «специфических» компонентов и свойств, 2) углекислые, 3) сульфидные (сероводородные), 4) мышьяковистые, 5) железистые, 6) йодо-бромные и бромные, 7) кремнистые термальные, 8) радоновые [2]. На территории Павлодарской области наиболее широко представлены месторождения йодо-бромных, бромных, радоновых и железистых вод. По газовому составу радоновые и железистые относятся к азотным, йодо-бромные к метановым, а среди бромных выделяются азотные и метановые [9].

Первые сведения о минеральных, особенно бромных водах Павлодарского Прииртышья были получены в 1961...63 гг., при массовом гидро-

химическом опробовании водопунктов в процессе полевых работ Павлодарской гидрогеологической экспедиции.

По единству и сходству региональных условий формирования и размещения подземных минеральных вод в зависимости от геолого-структурной, геоморфологической, гидрогеологической, геохимической и гидрогеотермической обстановки на территории Павлодарской области подземные минеральные воды представлены двумя провинциями. Это провинция кислородно-азотных, азотных преимущественно холодных вод, представленная Центрально-Казахстанским гидрогеологическим районом. На территории области она занимает центральную часть левобережья Иртыша и юго-западную часть области. Вторая провинция – это провинция азотных, азотно-метановых и метановых вод артезианских бассейнов, представленная Ишим-Иртышским гидрогеологическим районом. Она занимает юго-восточную часть Западно-Сибирской гидрогеологической области. Это низменная равнина, расположенная на высоте 120...200 м, расчлененная долинами рек Оленты, Шидерты и Иртыша [11]. Она занимает большую часть Павлодарской области.

Характеристики минеральных вод даны по монографиям [9, 10].

Йодо-бромные и бромные подземные минеральные воды представлены: Актогайским, Тайгонырским, Аксуйским, Койтаским и Куркольскими месторождениями. Актогайские минеральные воды расположены на левом берегу Иртыша в 1,5 км юго-восточнее пос. Актогай. Минеральные воды вскрыты скважиной глубиной 160 м в песках среднего верхнего эоцена в интервале 126...132 м. Воды самоизливаются, пьезометрический напор их устанавливается на 6,3 м над поверхностью земли. Дебит скважин при понижении уровня воды на 3,47 равен 62 м³/сут. По химическому составу минеральная вода относится к сульфатно-хлоридной натриевой:



Тайконырские минеральные воды расположены в окрестности посёлка Харьковка Актогайского района. Это минеральные воды хлоридного натриевого состава с минерализацией 9,2 г/дм³ и содержанием брома 40 мг/дм³ вскрыты скважиной в интервале глубин 55...77 м в мелкозернистых песках среднего олигоцена:



На аналогичных по химическому составу и содержанию брома водах функционирует курорт Усть-Кут в Иркутской области.

Аксуйские минеральные воды расположены в 70 км от г. Павлодара, в районе солёного озера Шурек-Сор. Месторождение минеральных вод окружено множеством мелких солёных озёр (Есентыколь, Узынбулак, Сарыколь и др.).

Минеральные воды вскрыты скважиной на территории совхоза Куйбышева в интервале 65...110,6 м в мелкозернистых песках эоцен-олигоцена. Статический уровень их установился на 2,6 м ниже поверхности земли. При понижении его на 26,5 м дебит скважины составил 21,6 м³/сут. Воды бромные хлоридные сульфатные натриево-магниевые содержат немного йода (1,8 мг/ дм³):



Койтасские минеральные источники расположены на северо-западном берегу небольшого солёного озера Батырша, в 95 км северо-восточнее посёлка Баянаул. В районе источников много мелких озёр с солёной водой, самые крупные из них Алтыбай-Сор, Базма-Сор.

Минеральная вода вскрыта скважиной в интервале 5,2...48,9 м в трещиноватых аргиллитах нижнего силура, статический уровень её установился на глубине 5,2 м. При понижении его на 9,6 м суточный дебит скважины составил около 40 м³/сут. Вода солоноватая, содержит 30 мл/дм³ брома. По химическому составу она сульфатно-хлоридная натриевая, магниевая:



В воде установлены также йод (0,2 мг/ дм³), железо (2 мг/ дм³) и радон (5...7 эман, 1 эман = 3,7 Бк).

Куркольские минеральные источники расположены на левом берегу р. Иртыш в 50 км к югу от пристани Акку Лебяжинского района, вблизи посёлка Курколь. Они расположены на террасе Иртыша, изрезанной многочисленными старицами, заросшими кустарниковой растительностью.

Минеральные воды вскрыты скважиной в песках средне-верхнего эоцена в интервале 150...170 м. Статический уровень их установился на 2,5 м выше поверхности земли. Дебит скважины при понижении уровня воды на 38 м равен 108 м³/сут. По химическому составу они относятся к хлоридным натриевым, содержат 40 мг/дм³ брома и 1,2 мг/дм³ йода:



Подобные воды используют в санаториях Могилёвской области.

Радоновые воды. На территории области к группе радоновых относятся воды Жамантузских источников, расположенные в урочище Бес-

тау Маиского района. В районе много мелких озёр с горько солёной водой. Ближайшим к источникам является озеро Ашиколь.

Минеральные воды вскрыты скважиной в интервале 18...41,6 м в трещиноватых песчаниках палеозоя. Уровень их установился на глубине 15,4 м, при понижении его на 6,8 м дебит составил 5,5 м³/сут. Вода слабо солоноватая с температурой 6 °С, содержит радон (13 эман), имеет следующий химический состав:



Кроме основных химических компонентов в ней установлены железо (0,3 мг/дм³), йод (0,06 мг/дм³), бром (0,3 мг/дм³) и фтор (1,6 мг/дм³).

Воды железистые. На территории Павлодарской области представлены Кызылкакским минеральными источниками, которые расположены на южном склоне пологой котловины солёного озера Кызылкак в Иртышском районе. Их суммарный дебит 200...260 м³/сут. Химический состав источников:



Минерализация вод не превышает 1 г/дм³, а по количеству железа и слабой минерализации они напоминают воды курорта «Марциальные воды» в Карелии. Аналогичная вода, но с несколько большим содержанием железа (33 мг/дм³) используется для розлива в г. Санкт-Петербурге (Полостровская скважина).

Имеющаяся сеть здравниц, использующих в качестве основных лечебных факторов минеральные воды, не могут удовлетворить потребности населения области. В связи с этим необходимо создавать новые курорты и бальнеолечебницы, санатории и т.д. Наиболее перспективными для этой цели на территории области являются Актогайское и Аксуйское. В этих районах наряду с эффективно действующими на организм человека минеральными водами имеются благоприятные природные условия и развитая инфраструктура, обеспечивающие нормальное функционирование курортов и бальнеолечебниц. Также практический интерес для дальнейшего изучения и освоения представляют Павлодарское и Белогорское (Коктобе) месторождения подземных минеральных бромных вод. В г. Павлодаре на глубине 700...750 м в зоне регионального разлома в эффузивах погребённого фундамента такие воды вскрыты четырьмя скважинами на расстоянии 4...5 км друг от друга, что свидетельствует об их значительном площадном распространении. Они везде хлоридные натриевые с минерализацией 6,0...7,8 г/дм³, содержат 30...40 мг/дм³ брома. Температу-

ра воды в (пласте) 20 °С. Дебит скважины 50...80 м³/сут. В Белогорском (Кызылкураминском) месторождении скважиной 243 вскрыты хлоридные натриевые бромные воды [12].

На основании бальнеологических заключении Института краевой патологии Минздрава РК минеральные воды Павлодарской области рекомендуются для лечения целого ряда заболеваний и, прежде всего, желудочно-кишечного тракта, нервной системы, сердечно-сосудистой системы а при заболеваниях опорно-двигательного аппарата целесообразно использовать рапу и лечебные грязи минеральных озёр, ресурсами которых также богата область.

Лечебные грязи или пелоиды (от греческого слова *pelos*, грязь, ил), к числу которых принадлежат торфы и глины, употребляемые для грязелечения, относятся к числу полезных ископаемых и по своей природе бывают весьма разнообразны. Международная классификация различает следующие типы пелоидов: А – неорганические, Б – органические, В – торфяные, Г – смешанные виды, Д – продукты выветривания, Е – искусственные пелоиды [1]. Несмотря на различные условия происхождения того или иного типа лечебной грязи, для всех имеются общие закономерности в их лечебном действии. Они оказывают выраженное терапевтическое влияние благодаря своим теплофизическим свойствам, органоминеральному составу, содержанию биологически активных соединений, таких как оксиды железа, медь, алюминий, кобальт, аминокислоты, углеводород, сероводород, азот, а также антибиотико-витамино подобных веществ.

Лечебные грязи обладают бактерицидными и бактериостатическими (антимикробными) свойствами. Особая роль принадлежит содержащейся в пелоидах микрофлоре, от жизнедеятельности которой зависят биологические процессы, протекающие в них. В настоящее время в Павлодарской области выявлено более 10 грязевых месторождений (рис.). Карта гидроминеральных ресурсов Павлодарской области составлена на основе данных источников [3, 9, 11], лечебные грязи которых относятся к минеральным материковым сероводородным грязям и минеральным сапропелям. Минеральные материковые сероводородные грязи, формирующиеся в солённых водоёмах, представлены наиболее широко. Химический состав озёрных вод разнообразен. Наиболее распространены озёра с водами хлоридно-сульфатного, натриево-магниевого и хлоридно-натриевого типов. Минеральные сероводородные грязи распространены по всей территории области, эксплуатационные запасы минеральных сероводородных грязей практически неисчерпаемы. К наиболее крупным месторождениям

минеральных сероводородных грязей относятся грязи озера Кызылтуз, Муялды, Алкамерген.

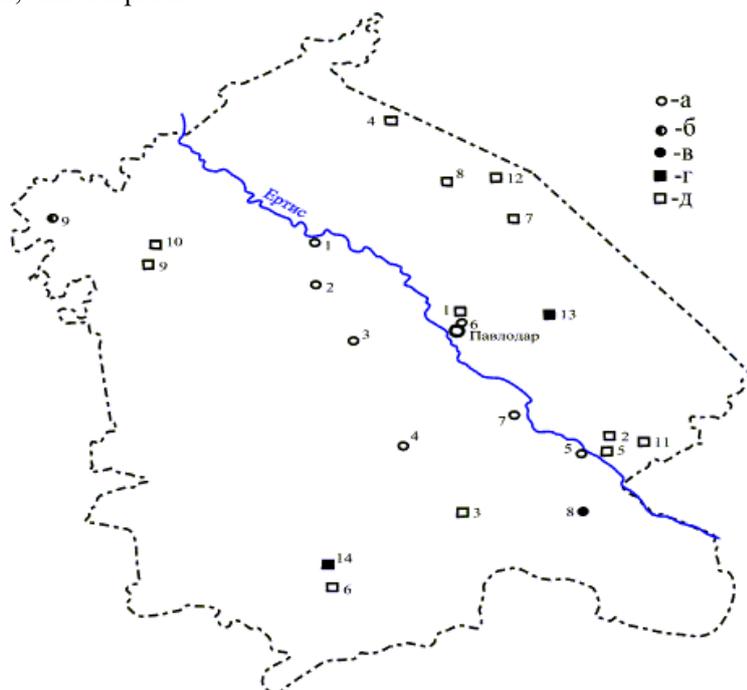


Рис. Карта гидроминеральных ресурсов Павлодарской области.

а – иодо-бромные и бромные воды: 1 – Актогайское, 2 – Тайгонырское, 3 – Аксуйское, 4 – Койтасское, 5 – Куркакольское, 6 – Павлодарское, 7 – Белогорское (Коктобе); б – радоновые воды: 8 – Жамантузское; в – железистые воды: 9 – Кызылкакское; г – сапропели: 13 – Маралды, 14 – Жасыбай; д – минеральные, материковые, сероводородные грязи и озера: 1 – Муялды, 2 – Туз-Чилик, 3 – Алка мерген, 4 – Кызыл туз, 5 – Кольча, 6 – Тузколь, 7 – Клевкино, 8 – Шоптыколь, 9 – Туздыколь, 10 – Ашаколь, 11 – Шербакты, 12 – Малый Атбулат.

Сапропелевые (органические) грязи встречаются в ряде пресных глубоких азональных водоёмов, расположенных в пределах Баян-Аульского горно-лесного массива (оз. Жасыбай). Характерными особенностями сапропелевых грязей являются: высокая влажность (до 97 %), очень низкая минерализация грязевого раствора (часто менее 0,1 г/дм³), высокое содержание органических веществ (до 90 % на сухой вес грязи). Мощность толщи сапропелевых отложений значительно выше, чем минеральных грязей и достигает 5...7 м. В связи с этим, несмотря на ограниченное распространение в области сапропелевых грязей в ряде озёр их запасы весьма велики и достигают нескольких млн. дм³ (Жасыбай) [11]. В

отличие от минеральных сероводородных грязей сапропель формируется в пресных высокопродуктивных озёрах за счёт отмирающей фауны и флоры в основном представителей планктона.

Общий обзор месторождений пелоидов показывает, что на территории Павлодарской области распространены весьма различные по составу лечебные грязи. По запасам семь из них можно отнести к месторождениям республиканского значения, где возможно строительство курортов и грязелечебниц. Остальные имеют местное значение, лечебные свойства которых можно использовать при внекурортном лечении. В настоящее время эти богатейшие природные лечебные ресурсы используются недостаточно, здесь на данный момент функционирует один бальнеогрязевой курорт Муялды, грязевой базой для которой является высокосолёные минеральные грязи озера Муялды. Грязь этого месторождения транспортируется и для внекурортного использования в местных бальнеолечебницах Павлодара, Экибастуза, Аксу и Маикаина.

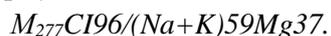
Использование пелоидов для целей лечения в санаторно-курортных условиях имеет прочную основу наряду с этим в последнее время практикуется использование минеральных озёр для принятия рапных ванн и купания. В этом отношении область обладает неисчерпаемым потенциалом. Здесь насчитывается более трёх тысяч озёр.

По Л.А. Яроцкому территория области расположена в пределах Западносибирского озёрного района который включает степную и лесостепную зоны Западносибирской низменности и Северного Казахстана: озёра Барабинской, Кулундинской и Прииртышской степей [1]. Павлодарская область является богатейшим солёным районом республики. Размеры озёр расположенных на территории области изменяются в широких пределах, от мелких водоёмов с площадью зеркала в 20...30 га до громадных озёр (тенизов) с площадью, измеряемой сотнями квадратных километров (Кызылкак, Жалаулы и др). Глубина озёр редко превышает 1,5...2 м. Некоторые озёра лежат в огромных и довольно глубоких впадинах, причём дно этих впадин находится ниже уровня Иртыша. Происхождение этих впадин связано с геологическим прошлым этого района: они являются остатками глубоких древних речных долин, последней ледниковой эпохи. Древние долины с достаточной чёткостью обозначаются в современном рельефе Обь-Иртышского водораздела. Их существованием объясняется линейное расположение многих озёр.

Классификация соляных озёр основана на химическом составе рапы (рассолы озёр). Соляные озёра делятся на следующие три класса: 1 – содовые или карбонатные озёра, 2 – сульфатные озёра, 3 – хлоридные озёра [5]. Содовые или карбонатные озёра, характерным признаком для этого типа озёр является наличие соды ($NaHCO_3$, Na_2CO_3). Содовые озёра в природе встречаются довольно редко. В пределах области встречается в районе Баянаула. Рассолы содовых озёр в силу своей высокой щёлочности, обладают мыльными свойствами. Сабындыколь (мыльное озеро). Сульфатные озёра, характеризуются высоким содержанием сернокислых солей магния и натрия. Рапа сульфатных озёр имеет горько-солёный вкус. Хлоридные озёра, в составе рапы этих озёр преобладают хлориды натрия и магния. Рапа хлоридных озёр имеет солёный вкус. Хлоридные озёра как и сульфатные имеют широкое распространение.

Характеристика минеральных озёр даётся по монографиям [3, 6].

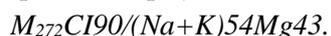
Озеро Маралды расположено в 50 км к востоку от г. Павлодара. Площадь озера 54 км², максимальная глубина 3,5 м. Вода в озере является по своему химическому составу (рапой) крепким рассолом хлоридной, магниевоназриевой. Формула химического состава рапы в литре:



Озеро Шербакты расположено в 40 км к юго-востоку с. Акку Лебязинского района, площадь 6,8 км², с пологим песчаным берегом и хорошим пляжем, максимальная глубина озера 4 м. Вода в озере по химическому составу является хлоридной назриевой рапой. Формула химического состава рапы в литре:



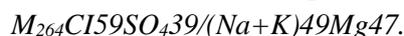
Озеро Тузколь расположено в 40 км от села Баянаул, его площадь 3,5 км². Вода по химическому составу является крепким рассолом хлоридной, магниевоназриевой рапой. Формула химического состава.



Слой грязи 8...10 см, пластичная с запахом сероводорода. Может быть использована в местных условиях.

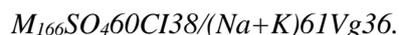
Озеро Клёвкино расположено в 17 км север-восточнее с. Успенка Успенского района, площадь озера 4,5 км². Вода горько-солёная, по химическому составу является рассолом сульфатно-хлоридной, магниевоназриевой, слой грязи 10...15 см. Может быть использована для лечения больных в местных условиях.

Озеро Малый Ажбулат расположено в 47 км к северо-востоку от села Успенка, площадь озера 7,74 км². Вода горько-солёная, по химическому составу является крепким рассолом сульфатно-хлоридной, магниевонатриевой. Формула химического состава рапы в литре.



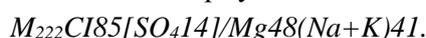
Слой грязи мощностью до 20 см. Может быть использована в местных условиях.

Озеро Шоптыколь расположено в 3 км к западу от озера Большой Ажбулат, площадь 2,5 км. Вода по химическому составу является крепким рассолом хлоридно-сульфатной, магниевонатриевой. Формула химического состава рапы в литре.



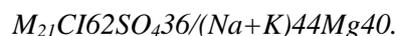
Толщина грязевого слоя в центре озера доходит до 50 см, грязь озера можно использовать в местных условиях.

Озеро Туздыколь расположено в Иртышском районе, площадь озера 1 км². Вода в озере по химическому составу является крепким рассолом хлоридной, натриево-магниевой. Формула химического состава.



Слой грязи от 20 см вблизи берега и до 50 см в центре. Грязь озера может быть использована для лечения в местных условиях, возможна организация летней грязелечебницы на озере.

Озеро Ашаколь расположено в 13 км юго-западнее села Косагаш Иртышского района, его площадь 1,9 км². Вода в озере является высокоминерализованной сульфатно-хлоридной, магниевонатриевой рапой. Формула химического состава:



Слой грязи толщиной 20...30 см, может быть использована для лечения в местных условиях.

Анализ условий распространения и формирования природных минеральных ресурсов позволяет сделать следующие выводы. Территория Павлодарской области очень богата гидроминеральными ресурсами. Это обилие и разнообразие по степени минерализации и химическому составу, температуре, содержанию газовых компонентов и биологически активных микроэлементов, а также по лечебным свойствам подземных минеральных вод. Наличие ценных типов пелоидов, которые представлены неорганическими материковыми сероводородными глинами и органоминеральными сапропелями, благоприятно для развития грязелечения. Практически по-

всеместно распространены минеральные озёра. Существующие курорты, санатории и бальнеолечебницы в республике не полностью удовлетворяют потребности населения в оздоровлении. Поэтому необходимо расширение и реконструкция действующих лечебно-профилактических учреждений, а также строительство новых курортов и бальнеолечебниц на базе существующих и перспективных разведанных месторождений. Перспективность и очерёдность освоения участков с гидроминеральными ресурсами с наиболее эффективными лечебными свойствами, в первую очередь, приуроченностью их к экономически развитым районам с высокой концентрацией населения.

Суммируя изложенные сведения, можно считать, что выявленные месторождения гидроминеральных ресурсов по качеству и лечебным свойствам могут служить надёжной базой для санаторно-курортного развития республиканского значения. Всё это говорит о необходимости более широкого освоения гидроминеральных ресурсов Павлодарской области, которые могли бы обслуживать потребности в лечении и отдыхе населения не только области, но и республики в целом, а так же сопредельных территорий Российской Федерации. Для этого Павлодарское Прииртышье обладает всеми необходимыми природными условиями: живописным низкогорным рельефом в Баянауле, сосново-ленточным бором в Шалдае, а также традиционными местами отдыха приуроченных к долине реки Иртыш и многочисленным озёрам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.А. Курортные ресурсы СССР. – М.: Медгиз, 1956. – 752 с.
2. Бондаренко Н.М., Жеваго В.С., Канн М.С. Эликсир бодрости и здоровья. – Алма Ата: Наука, 1990. – 111 с.
3. Замятин С.З. Курорты Казахстана. – Алма-Ата: Казгосиздат, 1962. – 263 с.
4. Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. – М.: Недра, 1964. – 167 с.
5. Посохов Е.В. Минеральные богатства соляных озёр Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1949. – 39 с.
6. Посохов Е.В. Соляные озёра Казахстана. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 187 с.
7. Рейнеке В.И. Соляные озёра левобережья р. Иртыш. – Л.: 1937. – 100 с.
8. Свищев А.А. Минеральные воды Павлодарского Прииртышья (распространение, формирование и практическое использование). Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Алма-Ата, 1971.

9. Сыдыков Ж.С., Канн М.С., Бондаренко Н.М., Алёщенко Г.Р. Лечебные минеральные воды Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1972. – 111 с.
10. Толстихин Н.И., Посохов Е.В. Минеральные воды. – Л.: Изд-во ЛПИ, 1975. – 169 с.
11. Фролов П.М. Гидрогеология СССР. Северный Казахстан. – Т.33. М.: Недра, 1966. 363 с.
12. Шапиро С.М. Подземные минеральные воды Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 231 с.

Институт географии

ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ ГИДРОМИНЕРАЛДЫҚ РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ РЕСУРСТАРЫ

М.А. Алькеев

Берілген мақалада Павлодар облысының гидроминералдық ресурстары қарастырылған. Павлодар облысында рекреациялық дамуын әрекетшілдік жасалуыны негізгі келешек гидроминералдық ресурстарынын кен орны көрсетілінген.

УДК 501.515.4

**КАРТЫ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ВЫДЕЛЕНИЕМ АНОМАЛЬНЫХ ЗОН**

А.В. Чередниченко

Описана процедура построения региональной карты грозовой деятельности на территории Алматинской области с учетом местной орографии. Метод опирается на применение данных метеорологического радиолокатора и наземной сети метеорологических станций. При построении карт особое внимание уделялось выделению аномальных зон.

Грозы являются одним из опасных явлений природы. Гроза – это комплексное метеорологическое явление, при котором возникают мощные электрические разряды между облаком и земной поверхностью или между облаками, сопровождающиеся световым эффектом (молния), а на близком расстоянии – и звуковым эффектом (громом). При грозе имеют место также град и ливневые осадки. Естественно, что на протяжении нескольких десятков лет разрабатываются методы прогноза грозовых явлений, изучаются условия их зарождения, жизни и поведения. Однако целью нашей работы было не разработать прогноз грозы на территории Алматинской области, а построить карту грозовой активности с выделением аномальных зон. Работа выполнялась по хозяйственному договору по заказу Алматы Пауэр Консолидейтед (АПК).

Такие карты требуются для энергетиков, чтобы при проектировании новых линий или реконструкции старых, предпринять ряд мер по их защите от грозовых явлений. Это относится как к проектированию самих линий, так и к проектированию подстанций и вспомогательных сооружений. Естественно, что такие карты могут сэкономить огромные средства. И хотя на сегодняшний день существует ряд Положений [9], где дается районирование территории всего бывшего Советского Союза, в том числе и Казахстана, по разным номиналам грозовой активности, но такой подход является приблизительным, поскольку не дает точного представления о грозах на небольшой территории, какой является Алматинская область. Обновление таких карт происходит раз в 12 лет, и осуществляется с целью уточнения зон грозовой активности для энергетических компаний, имею-

щих свои объекты на небольших территориях, и является обязательным условием их деятельности.

Под характеристиками грозовой активности подразумеваются средняя многолетняя повторяемость гроз, суммарная продолжительность гроз за год, а также средняя продолжительность отдельно взятой грозы. Для расчета вышеперечисленных характеристик были использованы данные наблюдений за тридцатилетний период. Содержание базы данных контролировалось на достоверность собранной информации с помощью алгоритмов семантического и физического контроля.

Перед исполнителем стояла задача построить следующие виды карт: «Карта повторяемости гроз на территории Алматинской области», «Карта среднегодовой продолжительности гроз на территории Алматинской области». Названия карт были установлены заказчиком темы с целью сохранения полной приемственности с предыдущими, выполненными ранее и заменить или уточнить их мы не могли. Кроме двух вышеназванных карт мы построили также карту средней продолжительности отдельно взятой грозы (рис. 3). Нам такая карта представлялась важной для более глубокого понимания условий формирования и развития гроз.

При разработке общей стратегии и порядка построения карты было рассмотрено несколько вариантов. В первую очередь нас заинтересовал вариант предыдущей карты, который был построен в 1992 году. Основой, которую заложили в него авторы, была зависимость между повторяемостью гроз и высотой места. В связи с этим изолинии повторяемости гроз в горных и предгорных районах велись параллельно изогипсам. Ряд авторов [2, 5] даже предлагают корреляционные зависимости между количеством осадков и количеством гроз. Однако по ряду соображений мы пришли к выводу о том, что такой подход оправдывает себя не во всех случаях. И на это есть ряд причин. Во-первых, при рассмотрении зависимости между количеством гроз и количеством осадков обе характеристики рассматривались в целом за год, в то время как грозы обычно начинаются в нашем регионе в апреле, а заканчиваются в октябре [8, 9]. Во-вторых, на количество гроз и их продолжительность существенную роль оказывает экспозиция склона и общая орография местности, а также траектории перемещения кучево-дождевых облаков – носителей гроз.

Рассмотрев ряд работ [3, 4, 10, 11, 12, 13] мы пришли к выводу, что лучшим вариантом на данном этапе будет следование Техническому заданию Заказчика и рассматривать явление грозы следует отдельно от осад-

ков. Для этого был разработан соответствующий алгоритм, позволяющий отобрать из базы исходных данных информацию о повторяемости и продолжительности каждой взятой грозы. Это позволило сразу получить необходимые данные для составления карт и продолжительности и повторяемости гроз.

Самый общий анализ собранных данных показал, что их недостаточно для уверенного однозначного проведения изолиний и повторяемости, и продолжительности гроз ввиду недостаточной плотности метеорологической сети в регионе. Тогда мы решили использовать дополнительно данные наблюдений метеорологического радиолокатора, расположенного в аэропорту г. Алматы и охватывающего своими наблюдениями практически всю необходимую территорию. Предполагалось использовать прежде всего информацию о пространственном распределении повторяемости кучево-дождевой облачности. Наша общая стратегия была направлена на то, чтобы совместить данные метеостанций, расположенных в Алматинской области, и данные метеорологического радиолокатора. Такой тандем позволил бы нам существенно детализировать нашу карту, а, кроме того, повысить ее точность.

Согласно данным [14] и др. в настоящее время подавляющее большинство радаров, установленных на территории бывшего СССР и Казахстана, применяющихся для метеорологических целей, являются обычными (не доплеровскими) радиолокаторами импульсного типа. Несмотря на отдельные различия, они имеют много общего. МРЛ позволяют контролировать большие пространства в радиусе до 300 км от места установки, представляя целостную картину распределения облачности и осадков над большими площадями. Последовательные во времени наблюдения дают возможность определить направление и скорость перемещения, эволюцию облачности и связанных с ней явлений.

В ближней зоне, т.е. на расстоянии до 40 км, можно определять более детальную вертикальную структуру облачности. Это удастся сделать, выполняя вертикальные разрезы в нужных направлениях. Появляется возможность получить информацию о числе облачных слоев, высотах верхней и нижней границ каждого из них, а для конвективной облачности - внутреннюю структуру и возможность опасных явлений.

Возможности МРЛ известны, например из [14] и др., но нас интересуют в первую очередь его возможности по обнаружению гроз и кучево-дождевой облачности, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вероятность обнаружения гроз, %

| Явления и облака | Расстояние (км) | Лето | Зима |
|------------------------------|-----------------|------|-------------|
| Грозы и грозовые облака (Cb) | 50...100 | 100 | Нет явлений |
| | 100...150 | 95 | |
| | 150...200 | 80 | |
| | 200...300 | 50 | |

В сравнении с наземными записями радиолокационная информация об облачности проигрывает в детализации облачности, что в данном случае второстепенно. В то же время она выигрывает, давая распределение полей облачности и осадков на больших площадях, с высоким пространственным разрешением, достигающим согласно [1] 1...2 км в ближней и несколько больше – в дальней зоне. И в тех условиях, когда визуальные наблюдения невозможны, т.е. ночью, при осадках и др. Заметим, что наблюдатель метеостанции фиксирует грозы в радиусе до 50 км и их относят к точке наблюдений.

Именно широкие возможности МРЛ, автоматизация всего процесса наблюдений и ежечасные наблюдения дали возможность использовать их данные для выполнения темы по определению грозовой активности по Алматинской области.

На этапе построения непосредственно самих карт нам потребовалась промежуточная карта между данными МРЛ и данными наземной сети. Необходимо было увязать среднюю повторяемость кучево-дождевых облаков по квадратам дальней зоны со средней повторяемостью гроз по данным метеорологических станций за пятилетний период параллельных наблюдений. Для точек, где располагались метеостанции, вычислялось соотношение повторяемости кучево-дождевой облачности к повторяемости гроз. Далее считалось, что в промежутках между метеостанциями это отношение меняется линейно и путем интерполяции его значения были вычислены для всех квадратов 30×30 км региона. Затем повторяемость кучево-дождевой облачности с помощью вычисленных отношений была пересчитана в повторяемость гроз для всех квадратов, в которых нет метеостанций. Далее величины отношений гроз к кучево-дождевой облачности, как климатические характеристики, были использованы для расчета такой же карты повторяемости гроз, но где в качестве средних величин взяты значения, вычисленные за тридцатилетний период, т.е. в соответствии с требованием Заказчика. Результаты таких расчетов представлены на рис. 1.

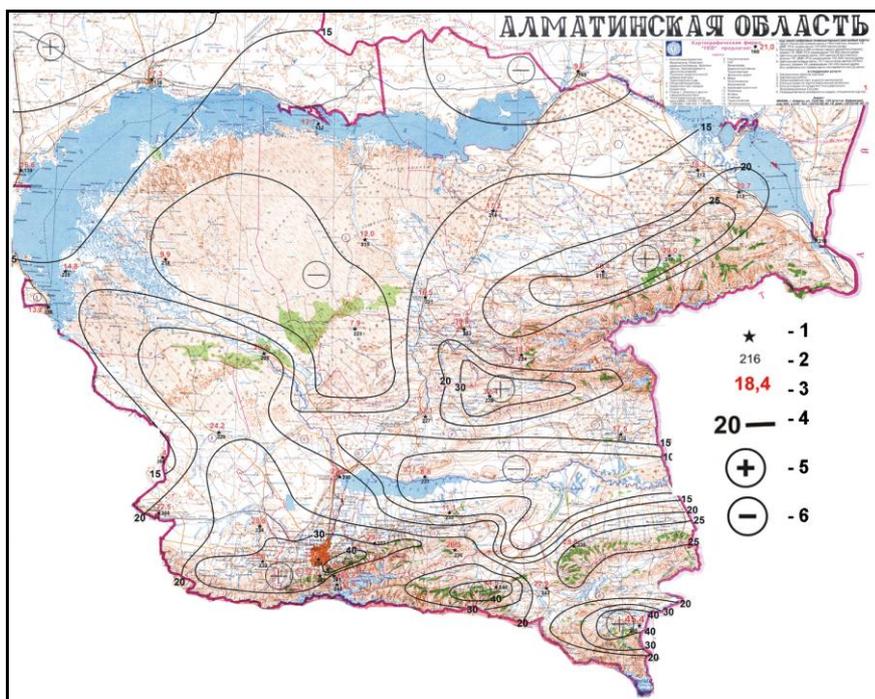


Рис. 1. Карта повторяемости гроз на территории Алматинской области. 1- метеостанция; 2 – номер метеостанции; 3 - повторяемость грозы, суток за год; 4 – линия равных значений; 5 – зона повышенной повторяемости гроз; 6 – зона пониженной повторяемости гроз.

Необходимость в промежуточной карте объясняется тем, что данные МРЛ отсутствуют на компьютерных носителях и требовалось выполнить первичную обработку вручную, что требует значительного времени. Используемая нами методика не требовала довольно сложной коррекции исходных данных МРЛ на снижение вероятности обнаружения с расстоянием (см. табл. 1.) Это в определенной степени упростило процедуру расчетов.

В работе [12] представлены карты распределения повторяемости кучево-дождевой облачности и гроз по данному региону за трехлетний период с применением хорошо обоснованного физически метода коррекции исходных данных. Однако, этот метод достаточно сложный технически. Сравнение нашей карты с картами, содержащимися в [13], указывает на хорошее вместе с тем их совпадение. Таким образом, используя информацию МРЛ, нам удалось существенно детализировать пространственное распределение повторяемости гроз в регионе, несмотря на относительно редкую сеть метеорологических станций.

На рис. 1 нанесены соответствующие значения числа суток с грозами за год и проведены изолинии. Можно видеть, что над северо-западной частью области, т.е. над западной частью Южного Прибалхашья, расположена обширная область пониженной повторяемости гроз (ниже 10 гроз/год). Над восточной частью озера Балхаш и севернее расположена вторая область пониженной повторяемости гроз, генетически связанная с первой, но меньше по площади.

Еще одна обширная зонально-ориентированная область с очень низкими величинами повторяемости гроз (менее 10 гроз/год) расположена вдоль реки Или от центральных районов Капчагайского водохранилища до границы с Китаем и далее, существование которой обусловлено орографическими факторами.

Вдоль западной части региона повторяемость гроз постепенно увеличивается в юго-восточном направлении от 15 гроз в год у побережья Балхаша (станция Куйган) до 33 гроз в год у северных склонов Заилийского Алатау (станция Узун-Агач). Вдоль северных склонов Заилийского Алатау в полосе длиной до 145 км и шириной 10...40 км расположена область высокой повторяемости гроз со сложным ее распределением по высоте с максимумом юго-восточнее г. Алматы до 42,4 гроз в год (область 1).

Сравнимая по размерам и природе образования область высокой повторяемости гроз расположена вдоль северо-западных склонов Джунгарии, от оз. Алаколь до Талдыкоргана, однако величина повторяемости там всего 21...29 гроз в год (область 2). Еще одна область высокой повторяемости у юго-восточных склонов Джунгарских гор с центром в районе Кугалы – 32,4 гроз в год (область 3).

Очень высокая повторяемость гроз в регионе имеет место у северных склонов Кунгей-Алатау, на станции Джаланаш – 44,5 случаев в год (область 4). Вдоль северных склонов хребта Кетмень повторяемость гроз ниже (до 30 случаев в год), но сама область достаточно вытянута вдоль гор до территории Китая и далее на восток (область 5). Область самой высокой повторяемости гроз, однако, находится в горном районе – станция Нарынкол до 45,4 случаев в год (область 6).

В целом можно заключить, что наиболее грозоопасными являются северные и северо-западные склоны гор Заилийского Алатау. В то же время ввиду особенностей орографии и воронкообразного движения воздушных масс в регионе высокая повторяемость гроз имеет место у юго-западных склонов Джунгарии и по западу региона.

В данном исследовании синоптические условия формирования и траектории передвижения гроз не рассматриваются. Такое исследование выполнено в [12, 13], где показано, что кучево-дождевая облачность и грозы в регионе связаны с перемещением холодных атмосферных фронтов преимущественно с северо-запада. Там же указывалось на наличие спералеобразного движения воздушных масс, на обширной территории, прилегающей к горам Заилийского Алатау с севера и являющейся орографической котловиной, открытой с северо-запада и севера. Анализируя нашу карту распределения повторяемости гроз, можно найти подтверждение этому (рис. 1). По западной и юго-западной части региона повторяемость гроз одна из самых высоких, и она быстро увеличивается с приближением к горам Заилийского Алатау, достигая хорошо выраженного максимума у его северных предгорий (50 случаев в год). Именно в этой части предгорий по данным МРЛ кучево-дождевая облачность проникает наиболее глубоко в горы (до 100 км и более). Затем, восточнее в том числе в районе Алматы, траектории приобретают направление, параллельное горам, с максимумом повторяемости гроз в предгорьях. Далее, траектории перемещения облачности приобретают северо-восточное направление, т.е. от гор, чем частично и объясняется минимум повторяемости гроз над восточной частью Капчагайского водохранилища и восточнее по долине реки Или. Уже поэтому изолинии повторяемости гроз следуют изогипсам только в самых общих чертах.

В этих воздушных потоках северо-восточного направления, отходящих от гор Заилийского Алатау повторяемость гроз (и осадков) заметно возрастает только у южных склонов Джунгарского Алатау (район Сары-Озек), что косвенно подтверждает и само существование в этом месте воздушных потоков такого направления.

Значительное влияние гор на повторяемость гроз заметно и у северных и северо-восточных склонов Джунгарского Алатау. Как и для Заилийского Алатау в среднем повторяемость гроз в предгорьях в 5 раз превышает их повторяемость над прилегающей с севера равниной.

Интересно отметить также, что с высотой повторяемость гроз увеличивается, а затем также резко снижается. В зоне ледников и прилегающих к ним территориях повторяемость гроз близка к нулю. Видимо, и количество осадков ливневого происхождения на этих высотах невелико. Это характерно как для Заилийского Алатау так и для Джунгарского Алатау.

Распределение средней суммарной за год продолжительности гроз представлено на рис. 2. Сравнение ее с картой повторяемости позволяет видеть, что области наибольшей повторяемости и наибольшей продолжительности (как и области наименьшей повторяемости и наименьшей продолжительности) совпадают. Более того, существует определенная корреляция: чем больше повторяемость, тем больше продолжительность. Однако, это не более чем общая зависимость. Так, в области 1 при наибольшей повторяемости 42,4 случая в год наибольшая продолжительность 56,7 часов в год, а в области 2, особенно в районе Уч-Арала, при повторяемости 20,7 случаев продолжительность достигает 58,1 часов в год.

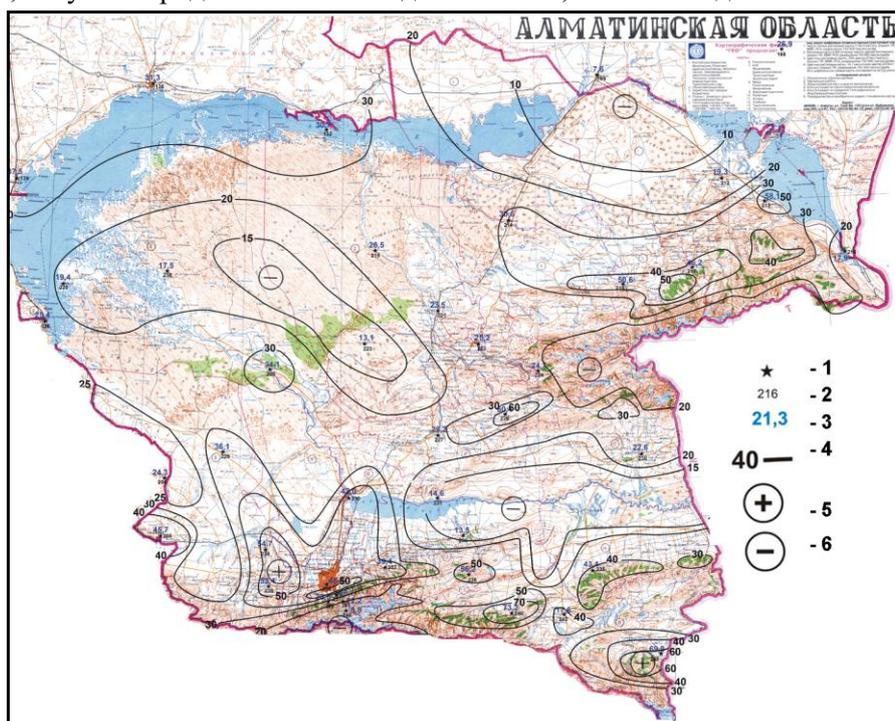


Рис. 2. Карта продолжительности гроз на территории Алматинской области, час/год.

1- метеостанция; 2 – номер метеостанции; 3 - повторяемость грозы, суток за год; 4 – линия равных значений; 5 – зона повышенной повторяемости гроз; 6 – зона пониженной повторяемости гроз.

Наибольшая длительность гроз имеет место в области у северных склонов Кунгей Алатау – 73,2 часов в год, несколько меньше у Нарынкола – 69,9 часов в год. В области 3, т.е. у юго-западных склонов Джунгарии, продолжительность гроз до 60,4 часов в год, при 32,4 случаев грозы за год.

Так же нами была построена карта средней продолжительности отдельной грозы (рис. 3). Дело в том, что как уже отмечалось выше, для энергетиков при проектировании линии важно знать вероятность повреждения линий или сооружений ударами молний или другими метеорологическим явлениями. В отношении грозы можно предположить, что чем гроза продолжительнее, тем вероятнее поражение объекта. При этом согласно Наставлению [6], за время начала грозы принят момент первого грома независимо от того, была видна молния или нет. Временем прекращения грозы считается момент удара грома при условии, что в следующие 15 минут он не повторится. Понятно, что наблюдатель может регистрировать несколько гроз в день, а в горных районах и того больше. В то же время продолжительность таких гроз может быть несколько минут. Следовательно существует проблема между повторяемостью гроз и их продолжительностью. Отсюда можно заключить, что карта средней продолжительности гроз позволяет более объективно оценивать грозоопасность территории.

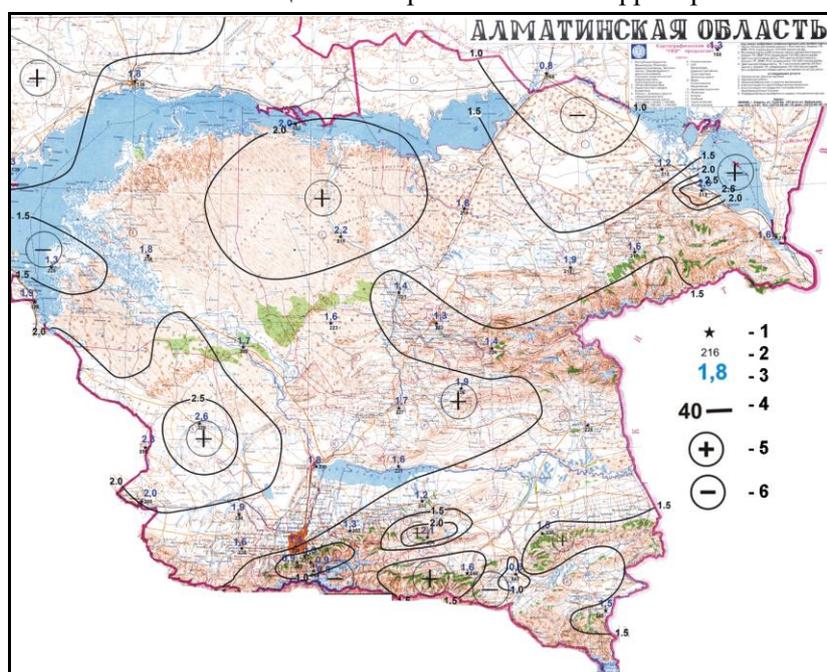


Рис. 3. Карта средней продолжительности отдельной грозы. 1- метеостанция; 2 – номер метеостанции; 3 - повторяемость гроз, суток за год; 4 – линия равных значений; 5 – зона повышенной повторяемости гроз; 6 – зона пониженной повторяемости гроз.

Наибольшая продолжительность наблюдающаяся на территории Алма-тинской области составляет два с половиной часа. Районов с такой продолжи-

тельностью обнаружено два: первый над М Айдайрлы, где гроза длится в среднем 2,6 часа. Второй над южной частью озера Алаколь (М Акчи) – 2,6 часа.

Над северо-западной частью озера Балхаш отмечена область с продолжительностью отдельной грозы в два часа. Такая же область отмечена нами над песками Ирижар, Жаманкум и Суртке, что находятся южнее центральной части оз. Балхаш. Следовательно, грозы, отмечаемые в пустыне Прибалхашья, несмотря на низкую повторяемость, имеют высокую продолжительность, в среднем большую, чем у северных склонов гор Заилийского и Джунгарского Алатау. Еще одна значительная зона со средней продолжительностью два часа находится над Западной частью Алматинской области перед Чу-Илийской горной системой.

Если говорить о средней продолжительности отдельной грозы на территории всей Алматинской области то видимо значение в 1,5 часа будет наиболее показательным поскольку отмечается на большинстве станций. Наибольшая по площади область пониженной продолжительности расположена на юго-востоке Алматинской области. Имея меридиональную ориентацию, она лежит перед горами Алатау, и простирается от Джунгарского хребта до Заилийской горной страны. Еще одна область с 1,5 часовой продолжительностью расположена между озерами Балхаш и Алаколь. Несколько областей с этой же продолжительностью отмечены перед хребтом Кунгей Алатау с Северной стороны, с западной стороны хребта Кетмень и в дельте реки Или в южной части оз. Балхаш.

Наименьшая продолжительность отдельно взятой грозы – 1 час. Таких областей отмечено три, и все они небольшие. Две из них находятся в предгорьях Заилийского Алатау: одна – над городом Алматы, другая – между хребтами Кунгей Алатау и Кетмень, что находится на юге Алматинской области. Еще одна область находится на севере и занимает территорию между оз. Балхаш и оз. Сасыколь и уходит в Восточно-Казахстанскую область.

Интересная особенность, обнаруженная нами в ходе выполнения работы, – области с повышенной продолжительностью отдельной грозы расположены в равнинной местности, в то время как грозы с наименьшей продолжительностью располагаются или в предгорьях или, в горах.

По проделанной работе были получены следующие выводы:

В регионе грозы обусловлены, в основном, фронтальной деятельностью, однако, орографические условия (горная местность) играют дополнительную, важную роль в грозообразовании.

Воздушные массы, сопровождающиеся грозами, появляются в исследуемом регионе чаще всего с северо-запада и, приостановившись перед горами, разворачиваются в восточном направлении, образуя воронку над южной частью Алматинской области. Эта особенность циркуляции оказывает заметное влияние на распределение повторяемости гроз.

Очаги наибольшей продолжительности и повторяемости гроз находятся в предгорной зоне. Начиная с некоторой высоты местности количество гроз уменьшается, а вблизи ледников их повторяемость близка к нулю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Нездойминова Г.А. Радиолокационные характеристики облаков и осадков. – Л.: Гидрометеоздат, 1986 – 231 с.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 616 с.
3. Кендал М.: Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973. – 900 с.
4. Ким И.С. Об изменении повторяемости типов синоптических процессов Средней Азии // Метеорология и гидрология. – 2001. – №3. – С. 45-56.
5. Климат Казахстана / Под ред. А.С. Утешева – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 368 с.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Ч. I. Вып. 3. Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 300 с.
7. Научно–прикладной справочник по климату СССР. Вып. 18. Кн. 2. Казахская ССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 440 с.
8. Научно–прикладной справочник по климату СССР Вып. 18. Кн. 1. Казахская ССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 514 с.
9. Правила устройства электроустановок. Законодательные акты и нормативные документы / Министерство энергетики Российской Федерации 6. изд.. – М.: Энергоатомиздат, 1986, Переработанное и дополненное - 648 с.
10. Чередниченко А.В. Аэросиноптические условия выпадения ливневых осадков в горах // Современные проблемы геоэкологии и зооологии. – Алматы. – изд. КазГНУ им. аль-Фараби, 2001. – С. 270-275.
11. Чередниченко А.В. Аэросиноптические условия выпадения ливневых осадков на северном макросклоне Заилийского Алатау. // Вестник КазГУ. – 2000 – С. 64-73
12. Чередниченко А.В. Климатические характеристики гроз над юго-востоком Казахстана // Гидрометеооргия и экология. – 1999. – С. 37-46.

13. Чердничко А.В. Об аэросиноптических условиях образования ранних гроз над юго-востоком Казахстана // Актуальные проблемы географии Республики Казахстан. – Изд. КазГУ им. аль-Фараби. – 1998. – С. 49-57.
14. Чердниченко В.С. Радиометеорология и аэрология – Бишкек: Изд. КРСУ, 1998. – 632 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ АУЫТҚУ ЗОНАСЫ
БЕЛГІЛЕНГЕН НАЙЗАҒАЙЛЫ БЕЛСЕНДІЛІК КАРТАСЫ**

А.В. Чердниченко

Алматы облысы аумағының жергілікті орографиясын есепке ала отырып найзағайлы белсенділіктің аймақтық картасын құру жұмысы сипатталады. Әдіс жер бетілік метеорологиялық бекеттер жүйесі және метеорологиялық радиолактор мәліметтерін қолдануға сүйенеді. Карта құру кезінде ауытқу зоналарын белгілеуге көңіл бөлінеді.

УДК 631.8:631.452

**ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПРИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

З.Д. Саттыбаева

Нашими исследованиями установлено, что в процессе сельскохозяйственного использования в пахотном слое черноземов обыкновенных наблюдаются процессы снижения гумуса на 3,8 т/га.

В Северном регионе Казахстана сосредоточено более 70 % посевов зерновых культур, на плодородных черноземах и каштановых почвах. Зерновая отрасль Казахстана является базой сельскохозяйственного производства, а зерно важным стратегическим ресурсом Казахстана. Поэтому от успешного решения проблем производства зерна в этом регионе во многом зависит состояние всего аграрного сектора экономики Казахстана.

Как известно, при освоении целинных и залежных земель и длительном их использовании в земледелии в них происходит снижение гумуса и питательных веществ. Обобщая многочисленные исследования различных авторов, считают, что потери гумуса в дерново-подзолистых почвах достигает 40 %, в черноземах до 25 % и в орошаемых сероземах более 50 % от исходного содержания. В результате длительной обработки черноземы в пахотном слое потеряли 20 %, а в подпахотном 17 % гумуса [4].

По данным южные черноземы Северного Казахстана в пахотном слое почвы за 30-ти летний период сельскохозяйственного использования потерями 12,9 % гумуса, а за 60-ти летний период они составили 21,1 %.

Основными причинами дегумификации являются бессменное возделывание однолетних культур, недостаточное применение органических удобрений, расширение площади чистого пара и сокращение посевов многолетних трав в севооборотах [1].

Интенсивность процессов разложения и накопления гумуса в значительной мере зависит от системы земледелия, в частности от системы обработки почвы, севооборота и удобрений.

Чистые потери гумуса почвой при возделывании зерновых культур составляют в зависимости от уровня урожая от 0,5 до 1 т/га в год. Под

пропашными они вырастают в 2...3 раза, а потери гумуса на парах на 10 % превышают его под интенсивной пропашной культурой [3].

Таким образом, непрерывно изменяясь в количественном и качественном отношении, гумус определяет уровень естественного плодородия почвы, ее богатство элементами минерального питания для растений и определяет физико-химические свойства почвы [4].

По данным Ю.В. Вознесенской, даже при полном обеспечении растений минеральным азотом урожай на 50 % формируется за счет гумуса почвы. Следовательно, получение высоких урожаев неизбежно связано с расходом органического вещества и, если оно не возобновляется, происходит падение плодородия. Стабилизация гумусового состояния почв на более низком уровне наступает через 30...50 лет. Наиболее резкое уменьшение содержания и запасов гумуса происходит первые 10...15 лет освоения. При дальнейшем использовании темп потерь гумуса затухает [1].

Наши исследования, проведенные на черноземах обыкновенных Кокшетауского филиала КазНИИЗХ им. А.И. Бараева свидетельствуют о дегумификации пахотного горизонта, в соответствии с рис.

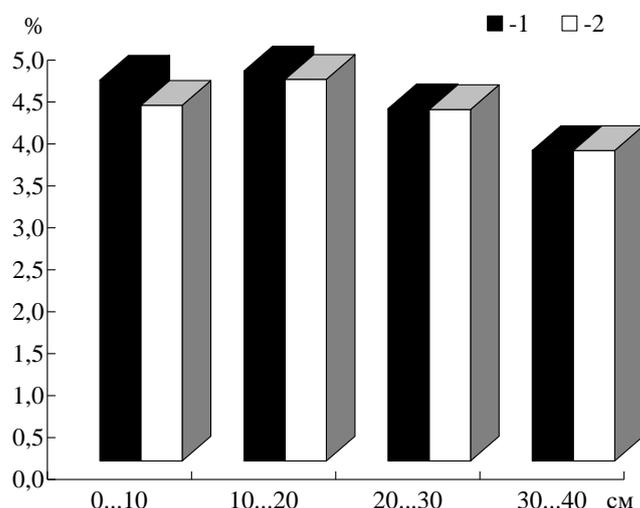


Рис. Изменение гумуса в черноземах обыкновенных при сельскохозяйственном использовании, в слое 0...40 см, севооборота (среднее за 1967 (1), 1992 (2) гг.)

Данные рис. показывают, что пахотные черноземы обыкновенные горно-сопочной зоны Северного Казахстана за 25-летний период сельскохозяйственного использования потеряли в верхнем 0...10 см слое 2,7 т/га гумуса или 6,4 % от исходного содержания. В горизонте 10...20 потери гумуса соста-

вили 1,1 т/га или 2,2 % относительно первоначальному содержанию. В ниже-лежащих горизонтах снижение гумуса не наблюдается. К сожалению, целинные участки к настоящему моменту не сократились.

Основными причинами снижения гумуса на пахотных почвах при длительном сельскохозяйственном использовании, на наш взгляд, являются следующие:

- органические удобрения не вносились;
- из минеральных удобрений вносились фосфорные удобрения в дозе 20 кг/га;
- в структуру севооборота многолетние травы не включались;
- не полная компенсация выноса питательных элементов с урожаем сельскохозяйственных культур;
- деятельность ветровой и водной эрозии почв;
- монокультура яровой пшеницы.

Гумусовый профиль старопахотных черноземов обыкновенных горно-сопочной зоны характеризуются следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Гумусное состояние черноземов обыкновенных горно-сопочной зоны Северного Казахстана при их длительном сельскохозяйственном использовании

| Показатель | Глубина горизонтов, см | Пределы величин |
|--|------------------------|----------------------|
| Содержание гумуса в горизонте, % | 0...20 | 4,69 |
| Запас гумуса, т/га | 0...20 | 85,9 |
| | 0...50 | 209,4 |
| Профильное распределение гумуса | 0...50 | постепенно убывающее |
| Обогащенность азотом | 0...20 | 11,8 |
| | 0...20 | 22,8 |
| Степень гумификации органического вещества | 0...10 | 1,79 |
| | 10...20 | 1,76 |
| Тип гумуса $C_{зк}$; $C_{фк}$ | 20...30 | 1,64 |
| Содержание негидролизуемого остатка, % | 0...10 | 61,2 |

Таким образом, без применения органических и минеральных удобрений, отсутствия многолетних и бобовых трав монокультура пшеницы способствует дегумификации пахотных черноземов обыкновенных в условиях горно-сопочной зоны Северного Казахстана.

Так, данные табл. 1 показывают, что содержание гумуса в пахотном слое, оценивается как среднее. Запас гумуса в пахотном слое состав-

ляет 85,9 т/га и оценивается в полуметровом слое – 209,4 т/га и оценивается как средний. Эти данные свидетельствуют о том, что трансформация гумуса интенсивнее произошла в пахотном горизонте, глубже процессы трансформации незначительны. Внутри профильное распределение гумуса носит характер постепенно убывающего.

Для оценки обогащенности гумуса азотом, В.И. Рылушкин и В.А. Фомин предлагают следующие градации: очень высокая C:N <5; высокая – 5...8; средняя – 8...10; низкая – 11...14; и очень низкая – >14 [3]. Обогащенность черноземов обыкновенных горно-сопочной зоны с интенсивной минерализацией органического вещества в процессе сельскохозяйственного использования.

Качество гумуса оценивается показателем степени гумификации, показателями грунтового состава гумуса природы гуминовых кислот.

По выше указанной градации степень гумификации органического вещества считается очень высокой, если $\frac{C_{зк}}{C_{общ}} \cdot 100\%$ больше 40, высокой – 30...40, средней – 20...30, слабой 10...20 и очень слабой – менее 10 %, так по степени гумификации органического вещества, рассматриваемые почвы характеризуются как средние. В составе черноземов обыкновенных горно-сопочной зоны фракции гуминовых кислот ($C_{зк}$) преобладают над фульвокислотами $C_{фк}$, что подтверждается исследованиями других авторов.

Таблица 2

Групповой состав гумуса черноземов обыкновенных горно-сопочной зоны Северного Казахстана в слое 0...30 см, %

| Глубина горизонта, см | Углерод, в % от общего | | | $\frac{C_{зк}}{C_{фк}}$ |
|-----------------------|------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| | гуминовых кислот | фульвокислот | негидролизованного остатка | |
| 0...10 | 22,8 | 12,7 | 61,2 | 1,79 |
| 10...20 | 23,1 | 13,1 | 60,5 | 1,76 |
| 20...30 | 23,5 | 14,3 | 59,4 | 1,64 |

Данные табл. 2 показывают, что рассматриваемые почвы характеризуются фульвато-гуматным составом гумуса. Считается высоким уровнем, если доля прочносвязанных гумусовых кислот превышает 60, средним – 40...60 и низким – менее 40 %. Так, в черноземах обыкновенных горно-сопочной зоны доля негидролизованного остатка составляет 60,5...61,2 %, которая характеризуется высоким уровнем. Для черноземных почв Северного Казахстана характерно высокое содержание негидро-

УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ВО 2 КВАРТАЛЕ 2004 ГОДА**

Канд. геогр. наук

М.Ж. Бурлибаев

Канд. геол. - мин. наук

Е.Ж. Муртазин

Н.У. Бултеков

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 квартале 2004 г. наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха проводились в 19 городах республики: Актау, Актобе, Алматы, Астана, Атырау, Балхаш, Жезказган, Костанай, Караганда, Павлодар, Петропавловск, Риддер, Семипалатинск, Тараз, Темиртау, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент, Экибастуз и пос. Глубокое (Восточно-Казахстанская область).

В течение квартала зарегистрировано 7 случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха – максимальная концентрация взвешенных

веществ в г. Балхаше превышали ПДК в 14...16 раз, максимальные концентрации диоксида серы превышал допустимую норму 10,5 раз, диоксида азота в 12,2 раза (табл. 1.1).

Наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха отмечался в г. Алматы ($ИЗА_5 = 15,5$) и г. Шымкенте ($ИЗА_5 = 14,5$) (табл. 1.2).

Таблица 1.1

Сведения о случаях высокого загрязнения (ВЗ) атмосферного воздуха

| Город | Наименование примеси | Число, месяц | Время | №ПНЗ | Концентрация | |
|--------|----------------------|--------------|--------|------|-------------------|--------------------------|
| | | | | | мг/м ³ | кратность превышения ПДК |
| Балхаш | Взвешенные вещества | 19 апреля | 07 час | №3 | 8,3 | 16,6 |
| | | | 13 час | №4 | 7,2 | 14,4 |
| | Диоксид серы | 19 апреля | 07 час | №3 | 5,230 | 10,5 |
| | Диоксид азота | 29 апреля | 13 час | №3 | 0,85 | 10,0 |
| | Диоксид азота | 30 апреля | 07 час | №3 | 1,04 | 12,2 |
| | Взвешенные вещества | 4 июня | 19 час | №3 | 8,2 | 16,4 |
| | | | 19 час | №4 | 7,8 | 15,6 |

Таблица 1.2

Загрязнение воздушного бассейна городов Казахстана во 2 квартале 2004 г.

| Пункт | ИЗА ₅ | Примесь Свыше ПДК | Средняя концентрация | | Максимальная концентрация | | Р, % выше ПДК |
|---------------|------------------|-------------------|----------------------|------------|---------------------------|------------|---------------|
| | | | мг/м ³ | кратно ПДК | мг/м ³ | кратно ПДК | |
| Актау | 4,5 | Пыль | 0,4 | 2,7 | 2,5 | 5,0 | 27 |
| | | NO ₂ | 0,03 | | 0,15 | 1,8 | 3 |
| Актобе | 10,3 | NO ₂ | 0,05 | 1,4 | 0,13 | 1,5 | 5 |
| | | Формальдегид | 0,014 | 4,7 | 0,023 | | |
| Алматы | 15,5 | Пыль | 0,1 | | 0,7 | 1,4 | 1 |
| | | Со | 2 | | 13 | 2,6 | 3 |
| | | NO ₂ | 0,08 | 2,0 | 0,42 | 4,9 | 33 |
| | | Формальдегид | 0,019 | 6,3 | 0,053 | 1,5 | 8 |
| Астана | 2,3 | Пыль | 0,2 | 1,3 | 1,1 | 2,2 | 3 |
| | | NO ₂ | 0,03 | | 0,20 | 2,4 | 6 |
| | | Nf | 0,002 | | 0,032 | 1,6 | 1 |
| Атырау | 0,6 | Пыль | 0,02 | 1,3 | 0,5 | | |
| Балхаш | 4,7 | Пыль | 0,3 | 2,0 | 8,3 | 16,6 | 3 |
| | | SO ₂ | 0,076 | 1,5 | 5,230 | 10,5 | 4 |
| | | NO ₂ | 0,05 | 1,2 | 1,04 | 12,2 | 16 |
| пос. Глубокое | 2,9 | NO ₂ | 0,04 | 1,0 | 0,17 | 2,0 | 12 |
| | | Фенол | 0,001 | | 0,012 | 1,2 | 0 |

| Пункт | ИЗА ₅ | Примесь Свыше ПДК | Средняя концентрация | | Максимальная концентрация | | Р, % выше ПДК |
|------------------|------------------|-----------------------|----------------------|------------|---------------------------|------------|------------------|
| | | | мг/м ³ | кратно ПДК | мг/м ³ | кратно ПДК | |
| Жезказган | 4,7 | <i>Пыль</i> | 0,3 | 2,0 | 0,9 | 1,8 | 11 |
| | | <i>No₂</i> | 0,02 | | 0,09 | 1,1 | 0,2 |
| | | <i>Фенол</i> | 0,004 | 1,3 | 0,014 | 1,4 | 5 |
| Караганда | 11,5 | <i>Пыль</i> | 0,2 | 1,3 | 1,1 | 2,2 | 3 |
| | | <i>No₂</i> | 0,06 | 1,5 | 0,28 | 3,3 | 22 |
| | | <i>Фенол</i> | 0,005 | 1,7 | 0,028 | 2,8 | 4 |
| | | <i>Формальдегид</i> | 0,012 | 4,0 | 0,027 | | |
| Костанай | 3,6 | <i>Со</i> | 2 | | 9 | 1,8 | 7 |
| | | <i>No₂</i> | 0,06 | 1,5 | 0,26 | 3,1 | 13 |
| Павлодар | 1,1 | <i>Hcl</i> | 0,03 | | 0,74 | 3,7 | 1 |
| Петропавловск | 4,3 | <i>Со</i> | 1 | | 6 | 1,2 | 0,2 |
| | | <i>Формальдегид</i> | 0,005 | 1,7 | 0,011 | | |
| Риддер | 7,3 | <i>So₂</i> | 0,077 | 1,5 | 0,128 | | |
| | | <i>No₂</i> | 0,07 | 1,7 | 0,16 | 1,9 | 23 |
| | | <i>Фенол</i> | 0,005 | 1,7 | 0,011 | 1,1 | 0,2 |
| Семипалатинск | 4,5 | <i>Пыль</i> | 0,2 | 1,3 | 2,5 | 5,0 | 5 |
| | | <i>Со</i> | 4 | 1,3 | 19 | 3,8 | 19 |
| | | <i>No₂</i> | 0,03 | | 0,14 | 1,6 | 9 |
| | | <i>Фенол</i> | 0,003 | 1,0 | 0,031 | 3,1 | 1 |
| Тараз | 8,5 | <i>Nh₃</i> | 0,05 | 1,3 | 0,22 | 1,1 | 0,2 |
| | | <i>No₂</i> | 0,05 | 1,3 | 0,17 | 2,0 | 9 |
| | | <i>Формальдегид</i> | 0,009 | 3,1 | 0,036 | 1,0 | 0,2 |
| Темиртау | 7,5 | <i>Пыль</i> | 0,3 | 2,0 | 1,1 | 2,2 | 8 |
| | | <i>Фенол</i> | 0,008 | 2,7 | 0,026 | 2,6 | 24 |
| | | <i>Nh₃</i> | 0,05 | 1,2 | 0,25 | 1,3 | 0,4 |
| | | <i>H₂S</i> | 0,002 | | 0,012 | 1,5 | 2 |
| Уральск | 1,2 | <i>No₂</i> | 0,02 | | 0,12 | 1,4 | 3 |
| Усть-Каменогорск | 6,4 | <i>Пыль</i> | 0,1 | 0,6 | 1,4 | 2,8 | 2 |
| | | <i>So₂</i> | 0,067 | 1,3 | 2,093 | 4,2 | 1 |
| | | <i>Со</i> | 2 | 0,6 | 7 | 1,4 | 1 |
| | | <i>No₂</i> | 0,05 | 1,2 | 0,37 | 4,4 | 14 |
| | | <i>Фенол</i> | 0,003 | 1,0 | 0,051 | 5,1 | 5 |
| | | <i>Хлор</i> | 0,03 | 1,0 | 0,14 | 1,4 | 0,1 |
| Шымкент | 14,5 | <i>Пыль</i> | 0,3 | 2,0 | 0,7 | 1,4 | 1,2 |
| | | <i>Со</i> | 3 | 1,0 | 7 | 1,4 | 2 |
| | | <i>No₂</i> | 0,07 | 1,7 | 0,65 | 7,6 | 11 |
| | | <i>Nh₃</i> | 0,05 | 1,3 | 0,17 | | |
| | | <i>Формальдегид</i> | 0,015 | 5,0 | 0,242 | 6,9 | 0,8 |
| Экибастуз | 1,4 | <i>Пыль</i> | 0,1 | | 0,4 | | |

Наибольшие средние концентрации взвешенных веществ (пыли) наблюдались в г. Актау 2,7 ПДК, в г. Балхаше, г. Темиртау, г. Шымкенте и г. Жезказгане и составила 2 ПДК, в г. Атырау, г. Астане, г. Караганде и г. Семипалатинске – превышала 1 ПДК. В г. Балхаше наблюдалась максимальная из разовых концентраций пыли 16 ПДК, в г. Актау и г. Семипалатинске составила 5 ПДК, в г. Астане, г. Усть-Каменогорске, г. Караганде и г. Темиртау – более 2 ПДК, в г. Шымкенте, г. Алматы и г. Жезказгане – 1 ПДК.

Средние за квартал концентрации **диоксида серы** в г. Балхаше, г. Риддере и г. Усть-Каменогорске составили 1 ПДК. В г. Балхаше отмечена максимальная из разовых концентраций диоксида серы более 10 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – более 4 ПДК.

Средний уровень загрязнения воздуха **оксидом углерода** в г. Семипалатинске и г. Шымкенте достигал 1 ПДК. В г. Семипалатинске зарегистрирована максимальная из разовых концентраций оксида углерода – выше 3 ПДК, в г. Алматы – выше 2 ПДК, в г. Костаная, г. Петропавловске, г. Усть-Каменогорске и г. Шымкенте – выше 1 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **диоксида азота** в г. Алматы, г. Шымкенте, Актобе, Караганда, Костанай, Риддер, Балхаш, Усть-Каменогорск и Тараз находилась в пределах 1...2 ПДК. Максимальная из разовых концентраций диоксида азота в г. Балхаше превышала 12 ПДК, в г. Шымкенте – 7 ПДК, в г. Алматы и г. Усть-Каменогорске – 4 ПДК, в г. Караганде и г. Костаная – 3 ПДК, в г. Астане, г. Таразе и пос. Глубокое – 2 ПДК, в г. Актобе, г. Жезказгане, г. Риддере, г. Семипалатинске и Уральске – 1 ПДК.

Высокий уровень загрязнения воздуха **формальдегидом** (более 6,3 ПДК) наблюдался в г. Алматы. Средняя концентрация формальдегида в г. Актобе и г. Шымкенте составили 5 ПДК, в г. Караганде составил 4 ПДК, в г. Таразе – 3 ПДК, в г. Петропавловске и г. Усть-Каменогорске – 1 ПДК. г. Шымкенте зарегистрирована максимальная из разовых концентрации формальдегида около 7 ПДК, в г. Алматы и г. Таразе выше 1 ПДК.

Средние концентрации **фенола** в г. Темиртау составили 2,7 ПДК, в г. Жезказгане, г. Караганде, г. Риддере, г. Семипалатинске и г. Усть-Каменогорске находилась в пределах 1...2 ПДК. В г. Усть-Каменогорске зарегистрирована максимальная из разовых концентраций фенола более 5 ПДК, в г. Семипалатинск – 3 ПДК, в г. Караганде и г. Темиртау – 2 ПДК, в г. Жезказгане, г. Риддере и пос. Глубокое – 1 ПДК.

В г. Усть-Каменогорске содержание **хлора** находилось на уровне 1 ПДК, максимальная из разовых 1,4 ПДК.

В г. Таразе, г. Темиртау и г. Шымкенте среднемесячная концентрация **аммиака** превышали 1 ПДК, максимальная из разовых – 1,1 ПДК наблюдались в г.Темиртау и Тараз.

В г. Павлодаре зарегистрирована максимальная из разовых концентраций **хлористого водорода** – более 3 ПДК, **фтористого водорода** в г. Астане и **сероводорода** в г. Темиртау – 1 ПДК.

По сравнению со 2 кварталом 2003 г. в городах Жезказган, Атырау, Костанай, Павлодар, Петропавловск, Темиртау, Уральск, Шымкент и Экибастуз состояние загрязнения атмосферного воздуха существенно не изменилось. В городах Актау, Астана, Караганда, Риддер, Усть-Каменогорск и пос. Глубокое отмечено снижение уровня загрязнения воздуха, а в городах Актобе, Балхаш, Тараз, г. Алматы и Семипалатинск - увеличение (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Приоритетный список городов Казахстана по уровню загрязнения атмосферного воздуха

| Город | ИЗА ₅ за 2 квартал | | | Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха |
|------------------|-------------------------------|---------|---------|---|
| | 2002г. | 2003 г. | 2004 г. | |
| Алматы | 9,9 | 9,7 | 15,5 | автотранспорт, энергетика |
| Шымкент | 7,2 | 14,7 | 14,5 | цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая |
| Караганда | 8,1 | 13,7 | 11,5 | энергетика, угледобывающая, автотранспорт |
| Актобе | 9,6 | 9,2 | 10,3 | черная металлургия, химическая |
| Тараз | 6,4 | 6,8 | 8,5 | химическая |
| Темиртау | 9,0 | 7,3 | 7,5 | черная металлургия, энергетика |
| Риддер | 12,9 | 8,1 | 7,3 | цветная металлургия, энергетика |
| Усть-Каменогорск | 15,3 | 9,8 | 6,4 | цветная металлургия, энергетика |
| Балхаш | 3,0 | 2,9 | 4,7 | цветная металлургия, энергетика |
| Жезказган | 7,2 | 5,1 | 4,7 | цветная металлургия, энергетика |
| Акау | 4,6 | 5,5 | 4,5 | химическая |

| Город | ИЗА ₅ за 2 квартал | | | Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха |
|--------------------|-------------------------------|-------------|-------------|---|
| | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | |
| Семипалатинск | 2,7 | 2,3 | 4,5 | энергетика, строительные материалы |
| Петропавловск | 3,4 | 3,8 | 4,3 | энергетика |
| Костанай | 3,4 | 3,7 | 3,6 | энергетика |
| пос. Глубокое | 10,6 | 5,8 | 2,9 | цветная металлургия |
| Астана | 2,9 | 4,4 | 2,3 | автотранспорт, энергетика |
| Атырау | 2,0 | 1,7 | 1,6 | нефтеперерабатывающая |
| Экибастуз | 1,9 | 2,0 | 1,4 | энергетика, угледобывающая |
| Уральск | 1,0 | 0,9 | 1,2 | энергетика |
| Павлодар | 1,7 | 1,3 | 1,1 | нефтеперерабатывающая, энергетика |
| Средний ИЗА | 6,14 | 5,94 | 5,92 | |

В сравнении со 2 кварталом 2002 в городах Актау, Актобе, Астана, Атырау, Костанай, Павлодар, Уральск и Экибастуз уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в г. Жезказгане, г. Риддере, г. Темиртау, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое – снизился, в городах Петропавловске, Алмате, Таразе, Балхаше, Семипалатинске, Караганде и Шымкенте – возрос (табл. 1.3).

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 квартале 2004 года, наиболее загрязненным является бассейн реки Иртыш (Табл. 2.1).

Максимально загрязнены поверхностные воды реки **Брекса** (ИЗВ – 13, 16, 7 класс – «чрезвычайно грязные») при превышении ПДК по меди (42,5 ПДК), цинку (до 18,5 ПДК), нефтепродуктам (до 2,5 ПДК) и марганцу (до 4,9 ПДК).

Таблица 2.1

Состояние качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям во 2 квартале 2004 г.

| Река (область) | ИЗВ | | Вещество | Средняя концентрация, мг/дм ³ | Кратность превышения ПДК | Характеристика качества воды |
|--------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| | 1 кв. 2004 г. | 2 кв. 2004 г. | | | | |
| р. Иртыш (Восточно-Казахстанская) | 1,63 | 2,64 | Азот аммонийный | 0,78 | 2,0 | 4 класс, загрязненная |
| | | | Нефтепродукты | 0,13 | 2,6 | |
| | | | Медь | 0,005 | 5,0 | |
| р. Иртыш (Павлодарская) | 1,07 | 2,10 | Нефтепродукты | 0,13 | 2,6 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Медь | 0,03 | 3,0 | |
| р. Бухтарма (Восточно-Казахстанская) | 1,64 | 2,48 | Медь | 0,0044 | 4,4 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Нефтепродукты | 0,125 | 2,5 | |
| | | | Азот нитритный | 0,063 | 3,2 | |
| р. Брекса (Восточно-Казахстанская) | 14,97 | 13,16 | Нефтепродукты | 0,1215 | 2,5 | 7 класс, чрезвычайно грязная |
| | | | Медь | 0,0425 | 42,5 | |
| | | | Цинк | 0,0185 | 18,5 | |
| | | | Марганец | 0,049 | 4,9 | |
| р. Тихая (Восточно-Казахстанская) | 19,75 | 8,80 | Нефтепродукты | 0,11 | 2,2 | 6 класс, очень грязная |
| | | | Медь | 0,0245 | 42,5 | |
| | | | Цинк | 0,132 | 13,2 | |
| | | | Марганец | 0,039 | 3,9 | |
| р. Ульба (Восточно-Казахстанская) | 7,53 | 6,17 | Нефтепродукты | 0,12 | 2,6 | 6 класс, очень грязная |
| | | | Марганец | 0,033 | 3,3 | |

| Река (область) | ИЗВ | | Вещество | Средняя концентрация, мг/дм ³ | Кратность превышения ПДК | Характеристика качества воды |
|--|---------------|---------------|----------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| | 1 кв. 2004 г. | 2 кв. 2004 г. | | | | |
| | | | Медь | 0,013 | 13,0 | |
| | | | Цинк | 0,085 | 8,5 | |
| р. Глубочанка (Восточно-Казахстанская) | 7,33 | 8,28 | Азот нитритный | 0,151 | 7,6 | 6 класс, очень грязная |
| | | | Медь | 0,0152 | 15,2 | |
| | | | Цинк | 0,121 | 12,1 | |
| | | | Марганец | 0,078 | 7,8 | |
| | | | Нефтепродукты | 0,15 | 3,0 | |
| р. Красноярка (Восточно-Казахстанская) | 9,24 | 5,53 | Медь | 0,0047 | 4,7 | 5 класс, грязная |
| | | | Цинк | 0,170 | 17,0 | |
| | | | Нефтепродукты | 0,137 | 2,8 | |
| | | | Азот нитритный | 0,075 | 3,8 | |
| | | | Марганец | 0,052 | 5,2 | |
| р. Уба (Восточно-Казахстанская) | 1,40 | 3,56 | Медь | 0,0028 | 2,8 | 4 класс, загрязненная |
| | | | Нефтепродукты | 0,11 | 2,2 | |
| | | | Марганец | 0,025 | 2,5 | |
| р. Урал (Западно-Казахстанская) | 0,93 | 0,99 | Фенолы | 0,002 | 2,0 | 2 класс, чистая |
| р. Чаган (Западно-Казахстанская) | 0,99 | 1,04 | Фенолы | 0,0015 | 1,5 | 3 класс, умеренно загрязненная |

| Река (область) | ИЗВ | | Вещество | Средняя концентрация, мг/дм ³ | Кратность превышения ПДК | Характеристика качества воды |
|-----------------------------------|---------------|---------------|----------------------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| | 1 кв. 2004 г. | 2 кв. 2004 г. | | | | |
| р. Деркул (Западно-Казахстанская) | 0,94 | 1,05 | Азот нитритный | 0,04 | 2,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| р. Илек (Актюбинская) | 6,16 | 2,99 | Бор Хром (6+) | 0,21 0,193 | 12,1 9,6 | 4 класс, загрязненная |
| р. Тобол (Костанайская) | 0,63 | 0,60 | ХПК | 37,7 | 1,3 | 2 класс, чистая |
| р. Ишим (Северо-Казахстанская) | 1,09 | 1,18 | Железо общее | 0,36 | 3,6 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| вдхр. Сергеевское | 0,93 | 0,74 | Железо общее | 0,19 | 1,9 | 2 класс, чистая |
| р. Ишим (Акмолинская) | 1,02 | 1,04 | Нефтепродукты Сульфаты | 0,13 123 | 2,6 1,2 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| вдхр. Вячеславское | 0,55 | 0,67 | Нефтепродукты | 0,07 | 1,4 | 2 класс, чистая |
| р. Ак-Булак (г. Астана) | 0,86 | 1,02 | Нефтепродукты | 0,14 | 2,7 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| р. Сары-Булак (г. Астана) | 1,62 | 1,75 | Нефтепродукты Сульфаты | 0,19 339 | 3,8 3,8 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| р. Жабай (Акмолинская) | 1,05 | 1,32 | Сульфаты Азот нитритный | 205 0,042 | 2,1 2,1 | 3 класс, умеренно загрязненная |

| Река (область) | ИЗВ | | Вещество | Средняя концентрация, мг/дм ³ | Кратность превышения ПДК | Характеристика качества воды |
|--------------------------------------|---------------|---------------|----------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| | 1 кв. 2004 г. | 2 кв. 2004 г. | | | | |
| р. Нура (Акмолинская) | 1,41 | 1,34 | Нефтепродукты | 0,23 | 4,6 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| оз. Копа (Акмолинская) | 1,63 | 1,03 | Нефтепродукты | 0,11 | 2,2 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Сульфаты | 211 | 2,1 | |
| оз. Боровое (Акмолинская) | 0,51 | 0,72 | Нефтепродукты | 0,11 | 2,2 | 2 класс, чистая |
| оз. Большое Чебачье (Акмолинская) | 0,66 | 0,70 | Нефтепродукты | 0,09 | 1,8 | 2 класс, чистая |
| Оз. Щучье (Акмолинская) | 0,35 | 0,66 | Нефтепродукты | 0,08 | 1,6 | 2 класс, чистая |
| р. Нура (Карагандинская) | 2,21 | 2,21 | Нефтепродукты | 0,11 | 2,2 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Медь | 0,005 | 5,0 | |
| | | | Ртуть | 0,0003 | 3,0 | |
| вдхр. Самаркандское (Карагандинская) | 1,61 | 1,63 | Нефтепродукты | 0,08 | 1,6 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Медь | 0,0035 | 3,5 | |
| | | | Ртуть | 0,00013 | 1,3 | |
| р. Кара-Кенгир (Карагандинская) | 2,92 | 2,99 | Медь | 0,008 | 8,0 | 4 класс, загрязненная |
| | | | Азот нитритный | 0,09 | 4,5 | |
| | | | Нефтепродукты | 0,12 | 2,4 | |
| вдхр. Кенгирское (Карагандинская) | 2,17 | 2,56 | Медь | 0,006 | 6,0 | 4 класс, загрязненная |
| | | | Цинк | 0,020 | 2,0 | |
| | | | Нефтепродукты | 0,21 | 4,2 | |

| Река (область) | ИЗВ | | Вещество | Средняя концентрация, мг/дм ³ | Кратность превышения ПДК | Характеристика качества воды |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| | 1 кв. 2004 г. | 2 кв. 2004 г. | | | | |
| р. Или (Алматинская) | 1,32 | 1,74 | Медь | 0,005 | 5,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| р. Шарын (Алматинская) | 1,23 | 1,79 | Медь | 0,003 | 3,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Цинк | 0,041 | 4,1 | |
| р. Шилик (Алматинская) | 1,64 | 0,88 | Цинк | 0,021 | 2,1 | 2 класс, чистая |
| р. Тургень (Алматинская) | 3,33 | 0,76 | Медь | 0,002 | 2,0 | 2 класс, чистая |
| р. Текес (Алматинская) | 2,10 | 0,98 | Цинк | 0,033 | 3,3 | 2 класс, чистая |
| р. Хоргос (Алматинская) | 1,30 | 1,78 | Медь | 0,007 | 7,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| вдхр. Капшагайское (Алматинская) | 1,30 | 1,20 | Медь | 0,0025 | 2,5 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| р. Малая Алматинка (г. Алматы) | 1,46 | 1,59 | Медь | 0,004 | 4,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Фенолы | 0,002 | 2,0 | |
| р. Есентай (г. Алматы) | 1,07 | 1,45 | Медь | 0,003 | 3,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Нефтепродукты | 0,08 | 1,6 | |

| Река (область) | ИЗВ | | Вещество | Средняя концентрация, мг/дм ³ | Кратность превышения ПДК | Характеристика качества воды |
|----------------------------------|---------------|---------------|------------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| | 1 кв. 2004 г. | 2 кв. 2004 г. | | | | |
| р. Большая Алматинка (г. Алматы) | 1,29 | 1,66 | Медь | 0,004 | 4,0 | 5 класс, грязная |
| | | | Железо | 0,26 | 2,6 | |
| Оз. Большое Алматинское | | 2,11 | Медь | 0,009 | 9,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| р. Талас (Жамбылская) | 0,68 | 0,75 | - | - | - | 2 класс, чистая |
| р. Шу (Жамбылская) | 1,83 | 1,80 | БПК ₅ | 5,75 | 1,9 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Медь | 0,0032 | 3,2 | |
| р. Асса (Жамбылская) | 0,80 | 0,77 | Азот нитритный | 0,038 | 1,9 | 2 класс, чистая |
| | | | - | - | - | |
| р. Сырдарья (Южно-Казахстанская) | 2,00 | 1,71 | Медь | 0,003 | 3,0 | 3 класс, умеренно загрязненная |
| | | | Сульфаты | 391 | 3,9 | |

Таблица 5.1

Химический состав атмосферных осадков (по данным наблюдений за 1 квартал 2004 года)

| Метеостанция | Количество осадков, мм | Концентрация ионов, мг/дм ³ | | | | | | | | | Сумма ионов, мг/дм ³ | рН | Электропроводность экспериментальная, мкСм/см |
|----------------------------|------------------------|--|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------------------------|------|---|
| | | анионы | | | | катионы | | | | | | | |
| | | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | HCO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | | | |
| Акмолинская область | | | | | | | | | | | | | |
| Астана | 134,8 | 14,55 | 18,48 | 1,59 | 10,72 | 0,16 | 5,52 | 9,14 | 1,70 | 9,69 | 71,55 | 6,76 | 138,3 |
| Боровое | 78,4 | 4,73 | 4,55 | 1,11 | 3,28 | 0,52 | 2,57 | 1,33 | 0,45 | 2,32 | 20,84 | 6,09 | 39,0 |
| Щучинск | 99,2 | 10,16 | 5,41 | 2,26 | 4,21 | 1,60 | 2,79 | 1,95 | 1,26 | 3,08 | 32,71 | 6,06 | 65,4 |
| Актюбинская область | | | | | | | | | | | | | |
| Аяккум | 116,9 | 30,28 | 12,85 | 2,26 | 27,75 | 0,31 | 7,30 | 5,97 | 6,09 | 12,96 | 105,80 | 7,25 | 195,6 |
| Новороссийское | 145,8 | 28,55 | 10,60 | 2,75 | 15,17 | 0,63 | 7,90 | 2,70 | 5,38 | 7,92 | 81,59 | 6,97 | 157,1 |
| Мугоджарская | 130,2 | 43,65 | 10,11 | 1,52 | 13,07 | 1,31 | 7,90 | 3,43 | 5,82 | 11,74 | 98,55 | 6,92 | 194,6 |
| Шалкар | 74,1 | 11,40 | 3,70 | 1,24 | 6,44 | 1,14 | 3,51 | 0,89 | 0,51 | 4,28 | 33,11 | 6,50 | 61,8 |
| Актобе | 139,9 | 29,54 | 19,53 | 1,34 | 14,67 | 0,51 | 14,10 | 1,79 | 3,53 | 11,58 | 96,60 | 6,94 | 187,0 |

| Метеостанция | Количество осадков, мм | Концентрация ионов, мг/дм ³ | | | | | | | | | Сумма ионов, мг/дм ³ | рН | Электропроводность экспериментальная, мкСм/см |
|---------------------------------------|------------------------|--|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------------------------|------|---|
| | | анионы | | | | катионы | | | | | | | |
| | | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | HCO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | | | |
| Алматинская область | | | | | | | | | | | | | |
| Алматы | 445,2 | 8,41 | 3,16 | 1,47 | 16,45 | 0,39 | 1,67 | 0,69 | 2,09 | 5,86 | 40,18 | 7,05 | 67,6 |
| Аул-4 | 60,4 | 51,53 | 18,58 | 1,38 | 17,11 | 1,84 | 13,11 | 8,03 | 4,96 | 16,15 | 132,70 | 7,01 | 251,2 |
| Есик | 107,6 | 17,47 | 20,06 | 0,52 | 12,32 | 0,18 | 9,55 | 1,37 | 2,46 | 12,15 | 76,08 | 6,98 | 147,3 |
| Капчагай | 138,2 | 4,26 | 1,99 | 0,69 | 4,43 | 0,24 | 1,03 | 0,37 | 0,61 | 2,34 | 15,95 | 6,35 | 29,0 |
| Мынжилки | 325,2 | 1,30 | 1,23 | 0,45 | 4,76 | 0,32 | 0,64 | 0,24 | 0,33 | 1,54 | 10,83 | 6,27 | 17,6 |
| Текели | 291,3 | 13,53 | 4,18 | 2,27 | 10,35 | 0,41 | 2,37 | 1,53 | 2,62 | 5,26 | 42,52 | 6,79 | 77,6 |
| Атырауская область | | | | | | | | | | | | | |
| Атырау | 78,0 | 104,51 | 38,32 | 1,57 | 23,14 | 1,10 | 26,63 | 7,29 | 9,45 | 31,84 | 243,85 | 7,27 | 458,0 |
| Восточно-Казахстанская область | | | | | | | | | | | | | |
| Большенарымское | 146,7 | 3,28 | 1,32 | 0,85 | 2,11 | 0,30 | 0,87 | 0,29 | 0,51 | 1,22 | 10,76 | 6,12 | 19,8 |

| Метеостанция | Количество осадков, мм | Концентрация ионов, мг/дм ³ | | | | | | | | | Сумма ионов, мг/дм ³ | рН | Электропроводность экспериментальная, мкСм/см |
|--------------------------------------|------------------------|--|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------------------------|------|---|
| | | анионы | | | | катионы | | | | | | | |
| | | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | HCO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | | | |
| Риддер | 299,3 | 10,31 | 4,71 | 0,71 | 10,02 | 0,37 | 2,53 | 1,16 | 2,49 | 4,14 | 36,43 | 6,74 | 67,9 |
| Семипалатинск | 177,8 | 6,28 | 5,76 | 0,85 | 5,12 | 0,32 | 2,15 | 0,75 | 1,30 | 3,90 | 26,41 | 6,40 | 50,4 |
| Усть-Каменогорск | 203,7 | 17,74 | 3,97 | 0,18 | 1,78 | 0,70 | 2,81 | 0,72 | 1,53 | 5,11 | 34,55 | 5,78 | 68,6 |
| Жамбылская область | | | | | | | | | | | | | |
| Бурно-Октябрьское | 221,6 | 18,52 | 9,90 | 3,70 | 17,12 | 1,74 | 2,44 | 2,44 | 4,39 | 9,45 | 69,71 | 7,07 | 133,8 |
| Тараз | 185,6 | 8,05 | 3,33 | 0,93 | 3,17 | 0,83 | 1,96 | 1,04 | 0,51 | 3,24 | 23,06 | 6,37 | 44,2 |
| Толеби | 128,5 | 23,02 | 5,95 | 1,45 | 17,01 | 0,74 | 6,48 | 2,56 | 3,68 | 7,08 | 67,97 | 6,92 | 124,9 |
| Западно-Казахстанская область | | | | | | | | | | | | | |
| Аксай | 185,9 | 32,39 | 10,73 | 1,57 | 11,60 | 0,70 | 6,82 | 2,26 | 4,78 | 10,52 | 81,37 | 6,74 | 160,6 |
| Каменка | 177,9 | 16,92 | 5,17 | 0,68 | 10,34 | 0,48 | 12,15 | 0,94 | 2,38 | 6,32 | 55,38 | 6,61 | 87,6 |
| Уральск | 116,4 | 17,01 | 4,99 | 1,03 | 11,20 | 0,48 | 2,52 | 1,73 | 4,42 | 4,33 | 47,70 | 6,78 | 91,5 |

| Метеостанция | Количество осадков, мм | Концентрация ионов, мг/дм ³ | | | | | | | | | Сумма ионов, мг/дм ³ | рН | Электропроводность экспериментальная, мкСм/см |
|-------------------------------|------------------------|--|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------------------------|------|---|
| | | анионы | | | | катионы | | | | | | | |
| | | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | HCO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | | | |
| Карагандинская область | | | | | | | | | | | | | |
| Караганда | 235,5 | 12,83 | 4,27 | 0,80 | 4,28 | 0,28 | 2,27 | 0,83 | 1,78 | 4,28 | 31,63 | 6,39 | 60,5 |
| Карагандинский СХОЗ | 167,8 | 21,68 | 12,18 | 2,39 | 11,04 | 0,24 | 4,48 | 2,87 | 3,93 | 10,33 | 69,13 | 6,79 | 137,1 |
| Балхаш | 67,8 | 17,30 | 6,96 | 0,55 | 13,82 | 0,70 | 6,21 | 1,86 | 1,91 | 6,21 | 55,52 | 6,93 | 99,3 |
| Жезказган | 107,5 | 7,99 | 3,22 | 0,76 | 3,88 | 0,95 | 2,77 | 1,30 | 0,63 | 2,28 | 23,76 | 6,51 | 46,2 |
| Кызылординская область | | | | | | | | | | | | | |
| Арал.море | 96,3 | 43,63 | 16,87 | 1,75 | 18,07 | 0,10 | 12,08 | 2,56 | 4,99 | 17,62 | 117,68 | 6,95 | 223,0 |
| Жусалы | 422,5 | 2,45 | 1,01 | 0,61 | 2,45 | 0,33 | 0,48 | 0,05 | 0,34 | 1,15 | 8,86 | 6,10 | 16,2 |
| Костанайская область | | | | | | | | | | | | | |
| Костанай | 67,7 | 29,85 | 12,30 | 1,97 | 7,71 | 2,23 | 5,17 | 4,21 | 4,16 | 7,20 | 74,80 | 6,50 | 138,5 |

| Метеостанция | Количество осадков, мм | Концентрация ионов, мг/дм ³ | | | | | | | | | Сумма ионов, мг/дм ³ | рН | Электропроводность экспериментальная, мкСим/см |
|-------------------------------------|------------------------|--|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------------------------|------|--|
| | | анионы | | | | катионы | | | | | | | |
| | | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | HCO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | | | |
| Мангистауская область | | | | | | | | | | | | | |
| Актау | 48,6 | 30,97 | 50,79 | 1,85 | 11,85 | 0,52 | 11,37 | 2,62 | 4,36 | 31,45 | 145,78 | 6,79 | 312,5 |
| Павлодарская область | | | | | | | | | | | | | |
| Экибастуз | 162,3 | 9,17 | 4,07 | 0,47 | 2,77 | 0,45 | 2,15 | 1,10 | 0,67 | 3,78 | 24,63 | 6,29 | 47,8 |
| Павлодар | 163,4 | 20,23 | 6,83 | 1,17 | 11,42 | 0,70 | 4,79 | 1,48 | 3,21 | 6,17 | 56,01 | 6,77 | 106,4 |
| Иртышск | 124,0 | 7,90 | 3,56 | 2,17 | 6,65 | 0,11 | 0,77 | 1,33 | 1,64 | 4,83 | 28,97 | 6,59 | 54,3 |
| Северо-Казахстанская область | | | | | | | | | | | | | |
| Петропавловск | 97,0 | 9,47 | 6,20 | 1,17 | 5,38 | 0,42 | 3,85 | 1,10 | 0,72 | 5,00 | 33,32 | 6,40 | 64,2 |

| Метеостанция | Количество осадков, мм | Концентрация ионов, мг/дм ³ | | | | | | | | | Сумма ионов, мг/дм ³ | рН | Электропроводность экспериментальная, мкСм/см |
|-----------------------------------|------------------------|--|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|---------------------------------|------|---|
| | | анионы | | | | катионы | | | | | | | |
| | | SO ₄ ²⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | HCO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | | | |
| Южно-Казахстанская область | | | | | | | | | | | | | |
| Казыгурт | 109,6 | 11,18 | 9,27 | 3,39 | 11,56 | 0,61 | 5,53 | 3,18 | 1,35 | 6,96 | 53,01 | 6,80 | 84,2 |
| Шымкент | 284,5 | 7,69 | 2,37 | 1,64 | 7,05 | 0,83 | 1,08 | 0,60 | 1,13 | 3,73 | 26,12 | 6,59 | 47,6 |

Река **Тихая, Глубочанка и Ульба** характеризуется как «очень грязные» (6 класс, ИЗВ – 6,17...8,80), при повышенном содержании азота нитритного (р. Глубочанка – 7,6 ПДК), меди (до 42,5 ПДК), цинка (до 13,2 ПДК), нефтепродуктов (до 3 ПДК) и марганца (до 7,8 ПДК).

Содержание загрязняющих веществ в реке **Красноярка** определялось по азоту нитритному (3,8 ПДК), меди (4,7 ПДК), цинку (17 ПДК), нефтепродуктам (2,8 ПДК) и марганцу (5,2 ПДК). Индекс загрязненности воды этой реки равен 5,53 (5 класс – «грязная»).

Качество воды в реке **Уба** относится к 4 классу – «загрязненные» (ИЗВ – 3,56). Наблюдались превышения ПДК по меди (до 2,8 ПДК) и нефтепродуктам (до 2,2 ПДК) и марганцу (2,5 ПДК).

Качество воды в реках **Бухтарма** относится к 3 классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ – 2,48). Наблюдались превышения ПДК по азоту нитритному (до 3,2 ПДК), меди (до 4,4 ПДК) и нефтепродуктам (до 2,5 ПДК).

На участке г. Усть-Каменогорск – г. Семипалатинск – г. Павлодар индекс загрязненности воды реки **Иртыш** составляет 2,64, что соответствует 4-му классу – «загрязненные», при содержании в воде реки азота аммонийного (2 ПДК), меди (5 ПДК) и нефтепродуктов (до 2,6 ПДК), а на участке г. Павлодар индекс загрязненности воды составил – 2,10 (3 класс – «умеренно загрязненные»). Превышения ПДК отмечалось по меди 3 ПДК и нефтепродуктам 2,6 ПДК.

Река **Урал** (Западно-Казахстанская область) отнесена к 2 классу – «чистая» (ИЗВ – до 0,99). Выявлено превышение ПДК по фенолам (до 2 ПДК).

Индекс загрязненности воды рек **Чаган и Деркул** (Западно-Казахстанская область) отнесены к 3 классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ – 1,04...1,05). Превышение ПДК наблюдались по азоту нитритному и фенолам (до 2 ПДК).

Река **Илек** в Актюбинской области относится к «загрязненным» водным объектам. Содержание бора составляет – 12,1 ПДК и шестивалентного хрома – 9,6 ПДК. Среднее значение ИЗВ – 2,99, по качеству вода реки 4-го класса.

Река **Тобол** (Костанайская область) по качеству воды относится к 2-му классу – «чистая», ИЗВ – 0,60. Превышение ПДК наблюдались по ХПК (1,3 ПДК).

Река **Ишим** (Северо-Казахстанская область) характеризуется как «умеренно загрязненная» – 3 класс ИЗВ – 1,18). Содержание загрязняющих веществ превышает концентрации по железу общему – 3,6 ПДК.

Повышенное содержание ПДК по железу общему наблюдались в вдхр. **Сергеевское** (Северо-Казахстанская область) – 1,9 ПДК, ИЗВ – 0,74, качество воды относится к 2 классу – «чистые».

Вдхр. **Вячеславское** и озёра **Боровое**, **Щучье** и **Большое Чебачье** (Акмолинская область) по качеству воды относятся ко 2-му классу – «чистые», (ИЗВ – 0,66...0,72). Отмечены превышения ПДК по нефтепродуктам (до 2,2 ПДК).

Реки **Ак-Булак** (г. Астана), **Ишим**, **Нура**, **Сары-Булак** (г. Астана), **Жабай**, и оз. **Копя** (Акмолинская область), характеризуется по качеству воды как «умеренно загрязненные» – 3 класс (ИЗВ – 1,02...1,75), при повышенном содержании азота нитритного (р. Жабай – 2,1 ПДК), сульфатов (до 3,4 ПДК) и нефтепродуктов (до 3,8 ПДК).

Качество воды р. **Нура**, водохранилище **Самаркандское** (Карагандинская обл.) относятся к 3-му классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ – 1,63...2,21). В поверхностных водах этих водных источников содержание загрязняющих веществ составило по меди (5 ПДК), нефтепродуктам (2,2 ПДК) и ртути (3 ПДК).

Качество воды в р. **Кара-Кенгир** и водохранилище **Кенгирское** (Карагандинская обл.) относится к 4 - классу «загрязненные» (ИЗВ – 2,92...2,99). В поверхностных водах этого водного источника содержание загрязняющих веществ составило по азоту нитритному (р. Кара – Кенгир – 4,5 ПДК), меди (8 ПДК), цинку (вдхр. Кенгирское – 2 ПДК) и нефтепродуктам (4,2 ПДК).

Качество воды рек **Или**, **Шарын**, **Хоргос** и вдхр. **Капшагайское** (Алматинская область) соответствует 3 классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ 1,20...1,79), при повышенном содержании меди (до 7 ПДК) и цинка (р. Шарын до 4,1 ПДК).

Река **Тургень**, **Шилик**, **Текес**, (Алматинская область) относится к 2 классу – «чистые» (ИЗВ – 0,76...0,98) ПДК наблюдались по меди (2 ПДК) и цинку (3,3 ПДК).

Озеро **Большое Алматинское** (Алматинская область) относится к 3 классу - «умеренно загрязненным» водным источникам (ИЗВ – 2,11), содержание загрязняющих веществ превышающих норму достигали по меди в 9 раз.

Индекс загрязненности воды рек **Малая** и **Большая Алматинка** и **Есентай** (г. Алматы) соответствует 3 классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ

до 1,66), при повышенном содержании по железу общему (р. Б. Алматинка – 2,6 ПДК), меди (до 4 ПДК), фенолам (р. М. Алматинка – 2 ПДК), и нефтепродуктов (р. Есентай до 1,6 ПДК).

Реки **Талас** и **Асса** (Жамбылская область) определены как «чистые» (2 класс – ИЗВ 0,75...0,77). Превышения ПДК по отдельным компонентам не выявлены.

Индекс загрязненности воды р. **Шу** (Жамбылская область) составил 1,80 (3 класс – «умеренно загрязненная»), при содержании азота нитритного (1,9 ПДК), меди (3,2 ПДК) и БПК₅ (1,9 ПДК).

Загрязненность р. **Сырдарья** (Южно-Казахстанская область) определяется значением ИЗВ – 1,71 (3 класс – «умеренно загрязненная»), при содержании меди (3 ПДК) и сульфатов (3,9 ПДК).

По сравнению с 1 кварталом 2004 года отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (Рис. 2.1).

По рекам Восточного Казахстана качество воды не изменилось в реках Иртыш (Павлодарская), Бухтарма, Брекса, Ульба и Глубочанка. В реках Тихая и Красноярка наблюдается небольшое улучшение качество воды. В реке Уба качество воды несколько ухудшилось.

В Западном Казахстане качество воды на один класс ухудшилось в реках Чаган и Деркул, улучшилось в реке Илек. По остальным рекам изменений не наблюдалось.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды ухудшилось в реке Ак-Булак и водохранилище Кенгирское и не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено улучшение качества воды в реках Шилик, Текес и Тургень. 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: Иртыш (г. Усть-Каменогорск и г. Семипалатинск), Ульба (г. Усть-Каменогорск), Уба (г. Шемонаиха), Урал (г. Уральск). По другим наблюдаемым водным объектам, находящихся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось: р. р. Ульба (рудн. Тишинский), Брекса (г. Риддер), Красноярка (с. Предгорное), Илек (г. Алга и г. Актобе) (Табл. 2.2).

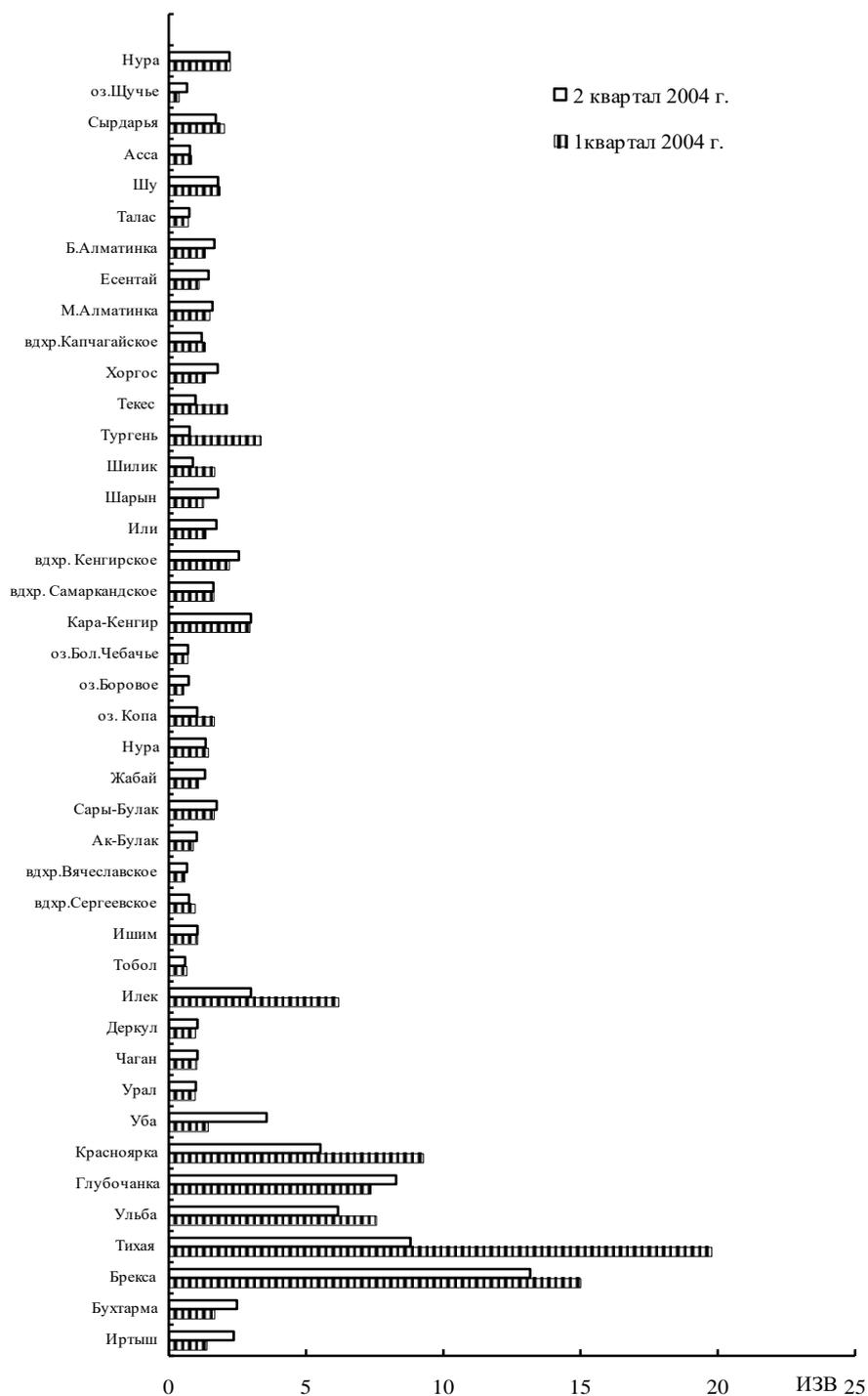


Рис. 2.1. Динамика индекса загрязнения воды.

Влияние населенных пунктов на уровень загрязненности поверхностных вод

| Наименование пункта контроля | ИЗВ | | Характеристика качества воды |
|-------------------------------|---------------|---------------|------------------------------|
| | 1 кв. 2004 г. | 2 кв. 2004 г. | |
| р. Иртыш, г. Усть-Каменогорск | 2,16 | 4,27 | 5 класс, грязная |
| р. Иртыш, г. Семипалатинск | 0,78 | 1,96 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Иртыш, г. Павлодар | 1,09 | 2,07 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Бухтарма, г. Зыряновск | 1,35 | 2,49 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Ульба, рудн. Тишинский | 15,61 | 8,36 | 6 класс, очень грязная |
| р. Ульба, г. Усть-Каменогорск | 2,10 | 4,52 | 5 класс, грязная |
| р. Тихая, г. Риддер | 19,61 | 12,87 | 7 класс, чрез. загрязн. |
| р. Брекса, г. Риддер | 14,87 | 8,79 | 6 класс, очень грязная |
| р. Глубочанка, с. Белоусовка | 7,24 | 6,52 | 6 класс, очень грязная |
| р. Глубочанка, с. Глубокое | 7,57 | 8,71 | 6 класс, очень грязная |
| р. Красноярка, с. Предгорное | 9,11 | 5,34 | 6 класс, очень грязная |
| р. Уба, г. Шемонаиха | 1,33 | 3,46 | 4 класс, загрязненная |
| р. Урал, г. Уральск | 0,93 | 1,37 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Чаган, г. Уральск | 0,99 | 1,09 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Деркул, п. Селекционный | 0,94 | 0,76 | 2 класс, чистая |
| р. Илек, г. Алга | 7,10 | 2,79 | 4 класс, загрязненная |
| р. Илек, г. Актюбинск | 4,18 | 2,94 | 4 класс, загрязненная |
| р. Ишим, г. Петропавловск | 1,11 | 1,03 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Ишим, с. Долматово | 1,13 | 1,38 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Ишим, г. Астана, | 1,07 | 1,05 | 3 класс, ум. загрязн. |
| 8 км ниже города | 1,14 | 1,00 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Ак-Булак, г. Астана | 0,86 | 1,02 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Сары-Булак, г. Астана | 1,62 | 1,75 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Жабай, г. Атбасар | 1,05 | 1,33 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Нура, г. Темиртау | 2,08 | 2,82 | 4 класс, загрязненная |
| р. Кара-Кенгир, г. Жезказган | 3,33 | 3,41 | 4 класс, загрязненная |
| р. Талас, г. Тараз | 0,72 | 0,85 | 2 класс, чистая |
| р. Тобол, г. Костанай | 0,63 | 0,60 | 2 класс, чистая |
| р. Малая Алматинка, г. Алматы | 1,46 | 1,59 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Есентай, г. Алматы | 1,07 | 1,45 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Бол.Алматинка, г. Алматы | 1,29 | 1,66 | 3 класс, ум. загрязн. |
| р. Бадам, г. Шымкент | 2,08 | 1,51 | 3 класс, ум. загрязн. |
| Шардаринское вдхр. | 1,99 | 1,94 | 3 класс, ум. загрязн. |

3 Радиационный гамма-фон за 1 полугодие 2004 года

Наблюдения за мощностью дозы гамма-излучения на местности осуществлялись ежедневно на 65 метеорологических станциях.

Среднегодовые 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 1 первое полугодие 2004 года.

| Область | Мощность дозы, мкЗв/ч | | |
|------------------------|-----------------------|--------------|-------------|
| | среднее | максимальное | минимальное |
| Акмолинская | 0,14 | 0,21 | 0,06 |
| Актюбинская | 0,13 | 0,21 | 0,08 |
| Алматинская | 0,15 | 0,23 | 0,08 |
| Атырауская | 0,14 | 0,17 | 0,09 |
| Восточно-Казахстанская | 0,15 | 0,24 | 0,06 |
| Западно-Казахстанская | 0,12 | 0,15 | 0,06 |
| Жамбылская | 0,14 | 0,21 | 0,11 |
| Карагандинская | 0,14 | 0,20 | 0,07 |
| Костанайская | 0,11 | 0,15 | 0,07 |
| Павлодарская | 0,14 | 0,24 | 0,08 |
| Северо-Казахстанская | 0,11 | 0,16 | 0,06 |
| Южно-Казахстанская | 0,14 | 0,20 | 0,09 |

В табл. видно, что средние за 1 полугодие 2004 года значения мощности дозы гамма-излучения по областям находятся в пределах 0,11...0,15 мкЗв/ч. В среднем радиационный гамма-фон за 1 полугодие 2004 г. составил 0,13 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах [7].

4 Плотность радиоактивных выпадений за 1 полугодие 2004 года

Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы в 1 полугодии 2004 г. осуществлялся в 13 областях Казахстана на метеорологических станциях путем отбора проб воздуха горизонтальными планшетам. На всех станциях проводился пятисуточный отбор проб. Эффективность отбора проб планшетом составляет 0,7. Суммарная бетта-активность определялась на установках малого фона УМФ-1500. Результаты лабораторных анализов приведены в табл. 4.1.

Среднесуточная плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан колебалась в пределах 0,7...1,3 Бк/м². Средняя величина плотности выпадений в 1 полугодии 2004 года составила 1,0 Бк/м².

Таблица 4.1

Плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан за 1 полугодие 2004 года

| № пп | Населенный пункт | Плотность радиоактивных выпадений, Бк/м ² | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|--|---------|------|--------|-----|------|-------------|
| | | месяц | | | | | | 1 полугодие |
| | | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | |
| Акмолинская область | | | | | | | | |
| 1. | Астана | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,0 |
| 2. | Атбасар | - | - | - | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 1,1 |
| 3. | Боровое | 0,9 | 1,0 | - | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,1 |
| 4. | Кокшетау | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,0 | 1,1 | 1,1 |
| 5. | Степногорск | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 0,8 | 1,1 | 1,0 |
| По области | | | | | | | | 1,0 |
| Актюбинская область | | | | | | | | |
| 1. | Актобе | 1,1 | 0,9 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,1 |
| 2. | Караул-Кельды | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,0 | 1,1 |
| 3. | Шалкар | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 1,0 |
| По области | | | | | | | | 1,0 |
| Алматинская область | | | | | | | | |
| 1. | Алматы | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,2 |
| 2. | Жаркент | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,0 | - | 1,0 |
| 3. | Лепсинск | 1,1 | 1,0 | 1,1 | - | - | 0,9 | 1,0 |
| 4. | Нарынкол | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,1 | 1,2 |
| 5. | Талды-Корган | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,1 |
| По области | | | | | | | | 1,1 |
| Атырауская область | | | | | | | | |
| 1. | Атырау | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| Восточно-Казахстанская область | | | | | | | | |
| 1. | Аягуз | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,1 |
| 2. | Баршатас | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 1,1 |
| 3. | Бахты | 1,0 | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 0,7 | 1,0 | 1,0 |
| 4. | Зайсан | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,0 |
| 5. | Кокпекты | 1,1 | 0,8 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,1 |
| 6. | Семипалатинск | - | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| 7. | Усть-Каменогорск | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 |
| По области | | | | | | | | 1,1 |
| Жамбылская область | | | | | | | | |
| 1. | Тараз | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 0,8 | 1,1 | 1,0 |
| 2. | Толеди | 1,1 | - | - | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,1 |

| № пп | Населенный пункт | Плотность радиоактивных выпадений, Бк/м ² | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--|---------|------|--------|-----|------|-------------|
| | | месяц | | | | | | |
| | | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | 1 полугодие |
| 3. | Чиганак | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 1,0 |
| По области | | | | | | | | 1,0 |
| Западно-Казахстанская область | | | | | | | | |
| 1. | Тайпак | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,1 |
| Карагандинская область | | | | | | | | |
| 1. | Балхаш | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 0,8 | 1,1 | 1,0 |
| 2. | Жезказган | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 0,8 | 1,1 | 1,0 |
| 3. | Караганда | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 1,0 |
| По области | | | | | | | | 1,0 |
| Костанайская область | | | | | | | | |
| 1. | Костанай | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Мангистауская область | | | | | | | | |
| 1. | Актау | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2. | Форт Шевченко | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| По области | | | | | | | | 1,0 |
| Павлодарская область | | | | | | | | |
| 1. | Иртышск | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 0,9 | 0,9 | 1,0 |
| 2. | Павлодар | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 3. | Экибастуз | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| По области | | | | | | | | 1,0 |
| Северо-Казахстанская область | | | | | | | | |
| 1. | Петропавловск | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,1 |
| Южно-Казахстанская область | | | | | | | | |
| 1. | Шымкент | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 2. | Туркестан | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,2 |
| По области | | | | | | | | 1,1 |

5 Химический состав атмосферных осадков за 1 полугодие 2004 года

Данные мониторинга наблюдения за загрязнением осадков проводились в 1 полугодии 2004 г. на метеостанции г. Астана, Борового, Щучинска (Акмолинская область); Аяккум, Новороссийское, Мугоджарская, Шалкар, Актобе (Актюбинская область); Алматы, Аул-4, Есик, Капчагай, Мынжилки, Текели (Алматинская область); Пешной, Атырау (Атырауская область); Большенарымское, Риддер, Семипалатинск, Усть-Каменогорск (Восточно-

Казахстанская область); Бурно-Октябрьское, Тараз, Толеби (Жамбылская область); Аксай, Каменка, Уральск (Западно-Казахстанская область); Караганда, Караганд. СХОС, Балхаш, Жезказган (Карагандинская область); Аральское море, Жусалы (Кызылординская область); Костанай (Костанайская область); Актау (Мангистауская область); Экибастуз, Павлодар, Иртышск (Павлодарская область); Петропавловск (Северо-Казахстанская область); Казыгурт, Шымкент (Южно-Казахстанская) (Табл. 5.1).

По программе Всемирной метеорологической организации в пробах осадков определялись катионы – аммоний, натрий, калий, кальций, магний; анионы – сульфаты, хлориды, нитраты; гидрокарбонаты, величина рН.

Величина общей минерализации находилась в пределах от 8,86 (Жусалы) до 243,85 мг/л (Атырау). В осадках преобладали сульфаты (30...35%), гидрокарбонаты (20...25%), хлориды (10...15%), ионы натрия (5...10%) и ионы кальция (10...15%). Кислотность осадков, выпадающих в Казахстане, имеет характер щелочной среды и составляет 5,78 (Усть-Каменогорск) – 7,27 (Атырау).

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.
6. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. М.: 1988. 10 с.
7. СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы, Агентство по делам здравоохранения РК. 2000. 80 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата
Центр экологического мониторинга окружающей среды

К 50-ЛЕТИЮ Т.К. КУДЕКОВА



В декабре 2004 г. исполнилось 50 лет со дня рождения и 28 лет научной и научно-организационной деятельности Генерального директора РГП «Казгидромет», кандидата геолого-минералогических наук Турсынбека Керимовича Кудекова.

Т.К. Кудеков родился 20 декабря 1954 года в Алматинской области. В 1976 г. окончил Казахский государственный политехнический институт по специальности «Гидрогеология и инженерная геология». В 1987 году защитил кандидатскую диссертацию в Московском Государственном Университете.

Начиная с февраля 1998 г. по настоящее время, Т.К. Кудеков работает в Гидрометеорологической службе Казахстана. Сначала в должности главного инженера, затем первого заместителя Генерального директора, а с апреля 1999 г. Генерального директора РГП «Казгидромет». Под его руководством Казгидромет перешел на качественно новый уровень производства: восстановлены многие виды работ и наблюдений гидрометеорологического и экологического направления, изменились подходы к качеству осуществления гидрометеорологической деятельности, внедряются современные методы и технологии.

Многое сделано им для развития международного сотрудничества. В настоящее время Национальная гидрометеорологическая служба Республики Казахстан осуществляет партнерство в области гидрометеорологии, экологии и климата с Национальными гидрометеорологическими службами не только стран СНГ, но и многих других государств. Он является Постоянным представителем Республики Казахстан при Всемирной метеорологической организации (ВМО).

Т.К. Кудеков член-корреспондентом Международной Академии минеральных ресурсов. Им опубликован ряд монографий и научных статей.

За плодотворную деятельность Кудеков Т.К. награжден медалью «Ерен еңбегі үшін».

Т.К. Кудеков активно участвует в просветительской деятельности. Начиная с 2000 г., он является председателем редакционного совета научно-технического журнала «Гидрометеорология и экология».

Мы сердечно поздравляем его с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, многих лет плодотворной и интересной работы.

Коллектив РГП «Казгидромет»
Коллектив КазНИИ экологии и климата
Редколлегия журнала

К 70-ЛЕТИЮ Р.И. ГАЛЬПЕРИНА



В июле 2004 г. исполнилось 70 лет со дня рождения видного гидролога Казахстана, профессора, доктора географических наук Роберта Израилевича Гальперина. Гальперин Р.И. родился в 1934 году в г. Тамбове в семье военного врача и учительницы.

Будучи студентом гидрологического факультета Ленинградского гидрометеорологического института, он начал заниматься научными исследованиями, принимая активное участие в экспедиционных работах на Балтийском, Белом, Баренцевом и Карском морях. В 1957 г. после окончания института он был направлен в Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт (ДВНИГМИ), где продолжил свои исследования на Японском и Охотском морях.

В 1958 г. Гальперин Р.И. был переведен в Управление Гидрометслужбы Казахской ССР, а в 1960 г. перешел на работу в отдел географии Академии наук Казахской ССР. Именно здесь были получены первые серьезные научные результаты. Его работы по оценке водных ресурсов легли в основу создания карты годовых осадков Восточного Казахстана.

В период с 1965 по 1971 гг. Гальперин Р.И. работал в мостовом отделе Каздорпроекта. Как известно, в этот период проектировалось и велось интенсивное строительство мостовых сооружений. Именно это определило практическую значимость исследований, выполненных Гальпериным Р.И., при разработке проектов мостов через реки Сырдарья, Уба, Иргиз, Бадам, Лепсы, Средний Тентек, Талгар, Большая Алматинка.

В 1970 г. Гальперин Р.И. успешно защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук на тему «Колебания стока и осадков на востоке Казахстана и их связь».

Второй значительный период научной биографии Гальперина Р.И. (1970...1976 гг.) связан с Казахским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом. Здесь он активно участвует в исследованиях водного баланса естественных и орошаемых территорий юго-востока Казахстана и разработке модели водно-солевого баланса рисовых чеков.

Стремление передать свои обширные знания молодым – это одна из характерных черт Роберта Израилевича. Поэтому в 1977 г. он переходит на работу в Казахский национальный университет им. аль-Фараби на кафедру гидрологии суши, где активно занимается педагогической деятельностью по настоящее время. Им разработан цикл лекций по базовым дисциплинам, таким как «Общая гидрология», «Гидрология суши», курсы лекций по водно-техническим изысканиям, гидроэкологии, актуальным проблемам гидрологии, гидрологии моря и исследованиям временных гидрологических рядов.

Работая в университете, Гальперин не прекращал научной работы. Им опубликованы две монографии: «Высокие уровни воды на реках равнинного Казахстана» и «Пространственно-временные закономерности и вопросы расчетов речного стока в Казахстане». В 1995 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Пространственно-временные закономерности водного и ледового режима рек Казахстана», а в 2000 г. избран действительным членом Международной Академии «Экология».

В разные годы Р.И. Гальперин был членом Проблемного совета по переброске части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию, членом Совета государственной экологической экспертизы Минэкобиоресурсов, членом экспертного совета ВАК РК по наукам о Земле, членом комиссии по Государственным премиям в области науки, техники и образования при Правительстве РК, членом диссертационного Совета, членом Национального совета по международной гидрологической программе

ЮНЕСКО, научным сотрудником Международного исследовательско-подготовительного центра по водным ресурсам и окружающей среде аридных и полусухих зон.

И в настоящее время профессор Гальперин Р.И. полон творческих сил и планов. Мы желаем ему крепкого здоровья, воплощения всех идей и научного долголетия.

Коллектив географического факультета КазНУ им. аль-Фараби

Коллектив КазНИИ экологии и климата

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»