

Қазақстан республикасының  
қоршаған ортаны қорғау  
Министрлігі

Республикалық мемлекеттік  
"Қазгидромет" қасіпорны

Министерство охраны  
окружающей среды Республики  
Казахстан

Республиканское государственное  
предприятие "Казгидромет"

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шығарылатын  
Ғылыми-техникалық журнал

## № 1

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2003



## 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., канд. экон. наук; Чердниченко В.С., доктор геогр. наук; Чигаркин А.В., доктор геогр. наук.

## РЕДКОЛЛЕГИЯ

Бурлибаев М.Ж., канд. геогр. наук (председатель); Кожасхметов П.Ж., канд. техн. наук (зам. председателя); 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

№ 1 (28)



Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство № 1538

Министерства печати РК.

Подписной индекс 75855.

Адрес редакции

480072, Алматы,  
пр. Сейфуллина, д. 597, к. 508

Телефон:

54-22-63

E-mail:

general@kniimask.almaty.kz

Подписано в печать

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

Объем 18,15 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 43

Цена договорная

Отпечатано в ЗАО ПА «KAZGOR»

480091, г. Алматы, пр. Абылай хана, 81

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

**П.А. Черкасов**

Температура воздуха и общая облачность в пределах  
Заилийско-Кунгейской горной ледниковой системы. .... 8

**Е.И. Колесников, Ю.А. Сороколетов**

Один год оперативных испытаний прогноза лавин  
методом ближайших соседей (NXD) в Заилийском  
Алатау. .... 22

**Н.И. Ивкина, Т.П. Строева**

Использование штормовой модели Каспийского моря для  
расчета ветровых течений в районе катастрофы парома  
«Меркурий». .... 32

**И.И. Скоцеляс, В.И. Ли, В.П. Попова**

Водный баланс Капшагайского водохранилища. .... 38

**Д.Р. Базаров, Ж.С. Казбеков, Дж.Х. Джуманов,  
Т.Г. Джунусов**

Компьютерная географическая информационная система  
Чирчикского месторождения подземных вод. .... 55

**А.Х. Хайдаров**

Методика картирования степени риска хозяйственной  
деятельности в районах, подверженных воздействию  
селей сейсмического генезиса. .... 62

**Т.Г. Токмагамбетов**

Анализ современного состояния оледенения северного  
склона Заилийского Алатау. .... 71

**Е.Н. Вилесов**

Баланс массы ледника Туяксу в последнее десятилетие  
20 века. .... 80

**О.В. Подольный**

Проблемы объекта в системе государственного  
мониторинга подземных вод Казахстана. .... 85

<b>Н.А. Амиргалиев, Т.Я. Лопарева, С.Т. Накыпбек, Б.К. Кенжебеков</b>	
О влиянии антропогенного загрязнения на состояние биологических объектов оз. Балхаш. ....	99
<b>Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Л.Ж. Мустафаева</b>	
Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее. ....	115
<b>М.С. Дуамбеков, Г.М. Абауова</b>	
Экологический ущерб, причинённый окружающей среде и природным ресурсам. ....	130
<b>К.Ш. Фаизов, И.К. Асанбаев</b>	
Экологическое состояние и свойства почв Казахстанской поймы реки Иртыш. ....	138
<b>Г.В. Гельдыева, Р.В. Плохих</b>	
Ландшафтная карта как основа географо-индикационных исследований (на примере Шортандинского района Акмолинской области). ....	146
<b>Т.К. Ахмеджанов, Ш.К. Альмухамбетова, Ш.К. Аязбаев, Г.Ж. Елекбаева</b>	
Пути улучшения промышленной экологии горно-металлургического и нефтегазового комплекса Республики Казахстан. ....	156
<b>А.М. Казова, А.С. Нуркеев, В.Н. Уманец</b>	
Влияние термохимических взаимодействий в фосфатно-силикатно-карбонатных системах на формирование выбросов в окружающую среду. ....	164
<b>А.С. Нуркеев</b>	
Кинетика образования выбросов загрязняющих веществ при обжиге фосфоритов. ....	171
<b>З.Н. Алтаева</b>	
Экологический мониторинг в стройиндустрии. ....	177

## **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

**М.Ж. Бурлибаев, Е.Ж. Муртазин**

О состоянии загрязнения окружающей среды Республики  
Казахстан в 4-ом квартале 2002 года. ....

184

## **ХРОНИКА**

**И.И. Скоцеляс** (1939 – 2003)

207

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

**P.A. Cherkasov**

Air temperature and total cloud cover within the Zailiysk-Kungey glacial cordillera. .... 8

**Ye.I. Kolesnikov, Yu.A. Sorokoletov**

One Year of Operational Tests of the Avalanche Forecasting by Nearest Neighbour Method (NXD) in Zailiysky Alatau. .... 22

**N.I. Ivkina, T.P. Stroyeva**

Use of the Caspian Sea Surge Model for Calculation of the Wind Currents at the "«Merkury" Sea Ferry Accident Zone. .... 32

**I.I. Skotselyas, V.I. Lee, V.P. Popova**

Water Balance of the Kapshagay Reservoir. .... 38

**D.R. Bazarov, Zh.C. Kazbekov, Dzh.KH. Dzhumanov,  
T.G. Dzhunusov**

Computer Geographical Information System of the Chirchik Deposit Groundwater. .... 55

**A.KH. Khaydarov**

Mapping Technique of Risk Degree of the Economic Activities in the Areas Exposed to Influence of the Seismic Genesis Mudflows. .... 62

**T.T. Tokmagambetov**

State-of-the-art glaciation analysis of the Zailiysky Alatau northern slope. .... 71

**E.N. Vilesov**

Balance of the Tuyuksu Glacier Mass at Last Decade of the 20 Century. .... 80

**O. V. Podol'ny**

Object problems in state monitoring system of the Kazakhstan's groundwater. .... 85

**SN.A. Amirgaliev, T.Ya. Lopareva, S.T. Nakypbek,  
B.K. Kenzhebekov**

About Anthropogenic Pollution Influence on the Biological Objects Condition of the Lake Balkhash. .... 99

<b>ZH. S. Mustafayev, A.T. Kozyikeyeva, L.ZH. Mustafayeva</b> Aral Sea Basin: the Past, Present and the Future. ....	115
<b>M.S. Duambekov, G.M. Abauova</b> Ecological Environment and Natural Resources Damage. ....	130
<b>K.Sh. Faizov, I.K. Asanbayev</b> Ecological Conditions And Properties of Soils in Kazakhstan Part of River Irtysh High-Water Bed. ....	138
<b>G.V. Geldyeva, R.V. Plokhikh</b> Landscape Map as a Basis of Geographical-Indication Researches (on the Example of Shortandy District of Akmola Oblast). ....	146
<b>T.K. Akhmedzhanov, SH.K. Al'mukhambetova, JA.KH. Ayazbayev, G.ZH. Eligbayeva</b> Improvement Methods of Industrial Ecology of the Mining and Metal and the Oil and Gas Complex of the Republic of Kazakhstan. ....	156
<b>A.M. Kazova, A.S. Nurkeyev, B.N. Umanets</b> Influence of the thermochemical interactions in the phosphate-silicate- carbonate systems on environmental discharge formation. ....	164
<b>A.S. Nurkeev</b> Kinetic Analysis of Formation of the Gase Pollutants During of Roasting of Phosphorites. ....	171
<b>Z.N. Altayeva</b> Ecological Monitoring in the Building Industry. ....	177
<b>REVIEWS AND CONSULTATIONS</b>	
<b>M.Zh. Burlibayev, E.J. Murtazin</b> About Condition of Natural Environment Pollution at 4 Quarter 2002. ....	184
<b>CHRONICLE</b>	
<b>I.I. Skotselyas</b> (1939 – 2003)	207

УДК 551.524.2/3

**ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И ОБЩАЯ ОБЛАЧНОСТЬ В  
ПРЕДЕЛАХ ЗАИЛИЙСКО-КУНГЕЙСКОЙ ГОРНОЙ  
ЛЕДНИКОВОЙ СИСТЕМЫ**

Доктор геогр. наук

П.А. Черкасов

*Описана методика второго варианта расчёта средней суточной температуры воздуха и общей облачности в зависимости от высоты места в пределах Заилийско-Кунгейской ледниковой системы.*

Метод, изложенный в статье [3], позволяет определять для каждого ледника ледниковой системы среднюю суточную температуру воздуха в трёхмерном пространстве за любой день года. Но, к сожалению, результаты этих расчётов не несут информацию о ежедневно меняющихся погодных условиях в горах, особенно о ходе общей облачности – главного фактора изменения режима солнечной радиации и, соответственно, абляции снега и льда. Поэтому точность расчёта изменения средней суточной температуры воздуха в зависимости от высоты места ограничена.

В то же время установлено, что летом (май – сентябрь) изменение температуры воздуха с высотой носит линейный характер. Это позволяет определять среднюю суточную температуру воздуха в заданной точке на леднике с помощью температурных градиентов  $\gamma$ . В Заилийском Алатау средний многолетний градиент средней суточной температуры воздуха  $\gamma_0$  в интервале высот предгорная равнина – субледниковая зона, подсчитывался по формуле

$$\gamma_0 = \frac{T_{zn} - T_{zo}}{\Delta z}, \quad (1)$$

где  $T_{zn}$  и  $T_{zo}$  – соответственно, температура воздуха на нижней и верхней высотной отметке  $z$ ;  $\Delta z$  – превышение между отметками, сотни метров. В мае и сентябре  $\gamma_0$  равен 0,65 °/100 м, в июне и июле – 0,69 °/100 м, в августе – 0,68 °/100 м. Они совпадают с градиентами за эти же месяцы года в Джунгарском Алатау.



Но ото дня ко дню погода (особенно состояние общей облачности) не остаётся постоянной. К.Я. Кондратьев и др. [2] выделяют три проявления радиационного воздействия облаков на температурный режим нижней (подоблачной) тропосферы по сравнению с условиями безоблачного неба: 1 – парниковый эффект, обуславливающий ослабление радиационного выхолаживания; 2 – альбедный эффект, приводящий к уменьшению прогрева воздуха; 3 – приземный эффект, приводящий к уменьшению прогрева воздуха за счёт потоков скрытого и явного тепла. Суммарное воздействие этих эффектов во всех случаях способствует формированию устойчивого профиля температуры, т. е., в конечном итоге, – уменьшению вертикального градиента температуры воздуха.

Поэтому появилась насущная необходимость исследовать вертикальный градиент температуры воздуха с учётом общей облачности для летних месяцев года. На материалах изучения ледников Джунгарского Алатау была установлена связь изменения общей облачности (в баллах) над горным рельефом  $\theta$ , (полученная как средняя декадная из средних суточных значений) с высотой в пределах двух высотных интервалов: 1– предгорная равнина,  $z = 500 \dots 800$  м над уровнем моря – субледниковая зона,  $z = 2900 \dots 3100$  м над уровнем моря на расстоянии между станциями 40...50 км; 2 – в высокогорной зоне, на ледниках, в интервале высот 3100...3700 м над точками, отстоящими друг от друга на расстоянии 3...5 км (рис. 1).

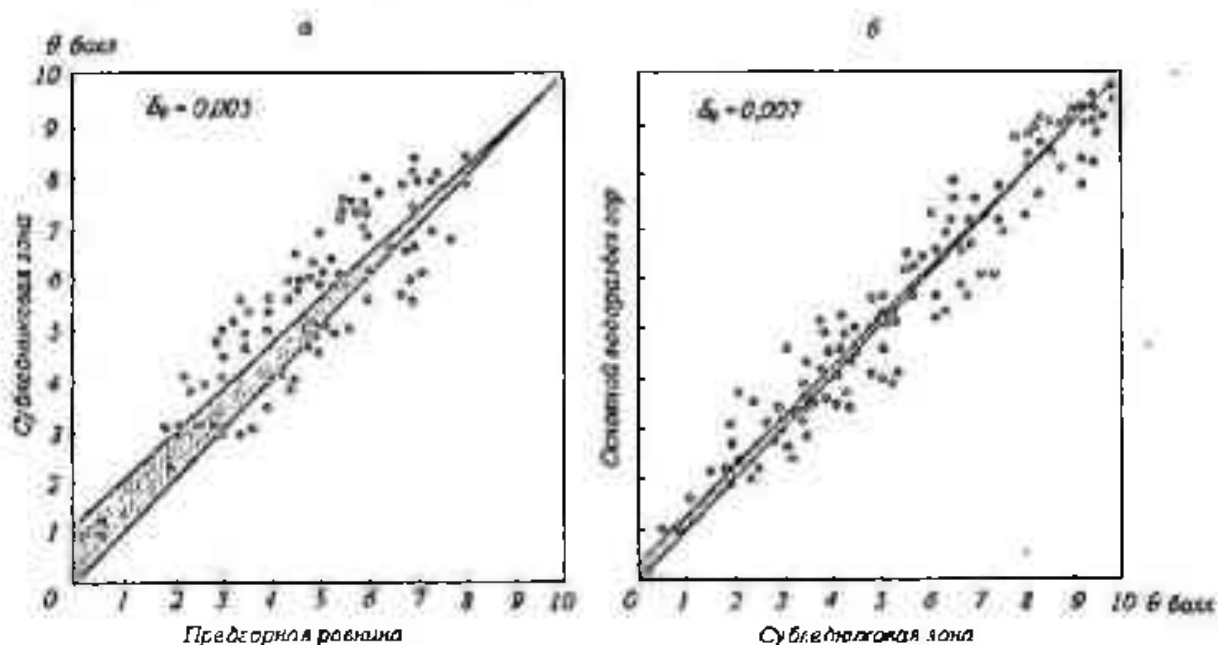


Рис. 1. Связь общей облачности  $\theta$  между предгорной равниной и субледниковой зоной гор (а) и между субледниковой зоной и основным водоразделом гор (б). Заштрихованный сектор – средний диапазон

*различий общей облачности в заданных высотных интервалах в зависимости от её количества.*

В первом случае коэффициент корреляции связи  $r$  равен 0,84, а во втором – 0,96. В обоих случаях эта связь определяется уравнением вида:

$$\theta_z = \theta_c + [(10 - \theta_c) \cdot \delta_\theta] \cdot (z - z_c) / 100, \quad (2)$$

где  $\theta_z$  - общая облачность (в баллах) над заданной высотой  $z$ ;  $\theta_c$  - общая облачность над станцией наблюдения, баллы;  $\delta_\theta = \Delta\theta/\Delta z$  - градиент изменения балла общей облачности по мере продвижения от периферии гор - низкого высотного уровня, к их центральной, - наиболее высокой части;  $\Delta\theta$  - разность общей облачности над станциями наблюдений у подножия гор и на ледниках, баллы,  $\Delta z$  - разность абсолютных высот станций наблюдений, сотни метров. Для интервала высот предгорная равнина – субледниковая зона  $\delta_\theta = 0,005$  балла, а в ледниковой зоне  $\delta_\theta = 0,007$  балла;  $z$  - абсолютная высота точки, для которой определяется степень общей облачности;  $z_c$  - абсолютная высота станции метеорологических наблюдений.

В связи с тем, что температура поверхности ледника в летнее время не поднимается выше 0 °С, в «приледниковом» слое воздуха днём создаётся устойчивая (инверсионная) стратификация атмосферы, препятствующая её прогреванию. В результате, над поверхностью ледника складываются специфические (по сравнению с поверхностью земли) условия формирования вертикального градиента температуры воздуха, а при переходе с земли на ледниковую поверхность имеет место так называемый температурный скачок. Это обстоятельство (для определения температуры воздуха на заданной высоте в пределах ледника) заставляет учитывать различия в температурных градиентах над поверхностью земли и над ледником.

По данным ряда станций на предгорной равнине и в субледниковой зоне, в пределах вышеназванных высот, по формуле (1) были рассчитаны вертикальные градиенты температуры в «приземном» слое воздуха для каждого месяца абляционного периода и установлена их зависимость от хода общей облачности (рис. 2А).

Вертикальный градиент температуры воздуха уменьшается по мере увеличения общей облачности, но интенсивность этого уменьшения не остаётся постоянной: от мая к июлю она растёт, а затем понижается. В крайних оценках хода общей облачности (от 0 до 3 баллов - антициклональный тип погоды и от 7 до 10 баллов - циклональный тип погоды) гра-

диенты температуры воздуха изменяются медленно, а в остальных (переходных) случаях облачности (от 3 до 7 баллов) - быстро.

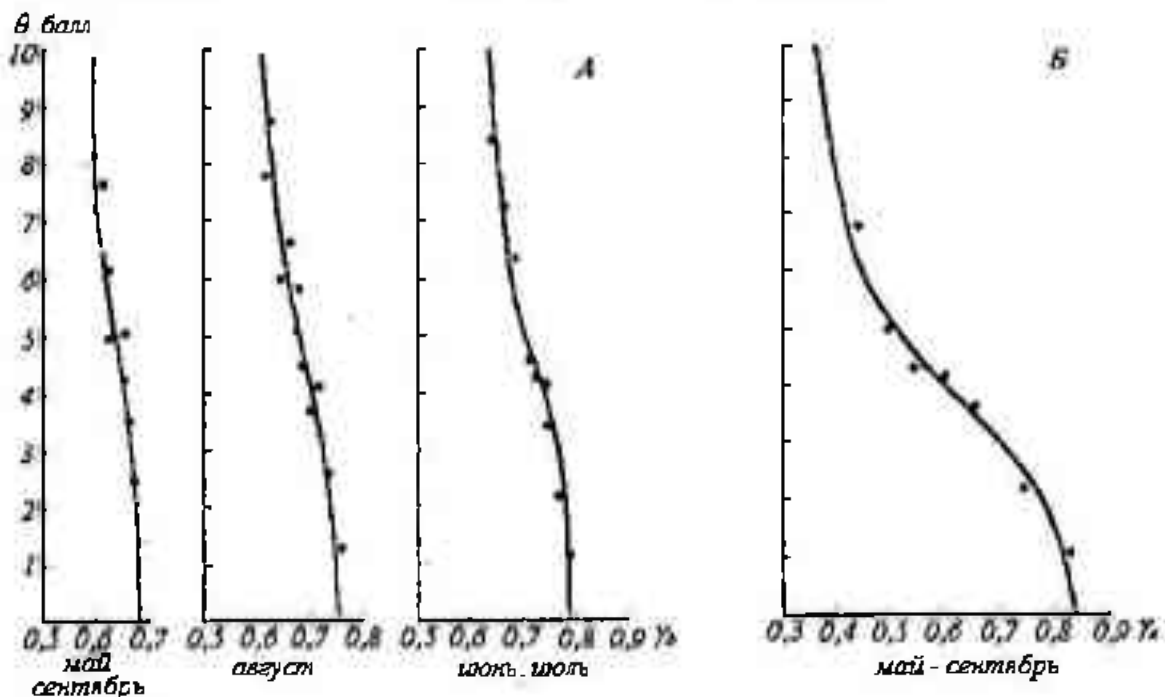


Рис. 2. Вертикальные градиенты средней суточной температуры воздуха в горах в зависимости от хода общей облачности с мая по сентябрь: А -  $\gamma_0$  в «приземном» слое воздуха до высоты 3,1 км; Б -  $\gamma_0$  в «приледниковом» слое воздуха до высоты 4 км.

Кривые рис. 2А аппроксимированы полиномами третьей степени:

для мая, сентября

$$\gamma_0 = 0,669 + 0,0062\bar{\theta}_0 - 0,003\bar{\theta}_0^2 + 0,0002\bar{\theta}_0^3, \quad (3)$$

для июня, июля

$$\gamma_0 = 0,778 + 0,118\bar{\theta}_0 - 0,008\bar{\theta}_0^2 + 0,0005\bar{\theta}_0^3, \quad (4)$$

для августа

$$\gamma_0 = 0,749 + 0,008\bar{\theta}_0 - 0,006\bar{\theta}_0^2 + 0,0004\bar{\theta}_0^3, \quad (5)$$

Среднее арифметическое отклонение величин  $\gamma_0$ , вычисленных по формулам (3–5), от экспериментальных во всех случаях составляют 0,002  $\gamma_0$ ; практически можно считать, что эти линии совпадают.

Вертикальный градиент температуры в «приледниковом» слое воздуха  $\gamma_t$  в абляционный период не подвержен временным изменениям, т. к. деятельная поверхность остаётся неизменной: это тающий снег или лёд с температурой не выше 0 °С. Поэтому определение вертикального градиента температуры воздуха в зависимости от общей облачности в леднико-

вой зоне (в интервале от 3100 до 3700 м) было выполнено в целом для всего абляционного периода.

Данные для построения зависимости вертикального градиента температуры воздуха в «приледниковом» слое воздуха от степени общей облачности были рассчитаны по формуле (1) и представлены на рис. 2Б. При изменении общей облачности от 0 до 10 баллов вертикальный градиент температуры воздуха над ледником  $\gamma_n$  изменяется от 0,85 до 0,35 на 100 м высоты, – заметно больше, чем над земной поверхностью, – хотя режим его, под влиянием облачности, подчиняется той же закономерности.

Аналитически эта зависимость выражается полиномом шестой степени с коэффициентами, найденными по методу наименьших квадратов:

$$\gamma_n = 0,845 + 0,011\bar{\theta}_n - 0,027\bar{\theta}_n^2 + 0,0001\bar{\theta}_n^3 + 0,0008\bar{\theta}_n^4 - 0,0001\bar{\theta}_n^5 + 0,000003\bar{\theta}_n^6, \quad (6)$$

Среднее арифметическое отклонение экспериментальной кривой от теоретической равно 0,02  $\gamma_n$ .

В силу вышеописанных заметных различий формирования «приземных» и «приледниковых» градиентов температуры воздуха в зависимости от хода общей облачности, и в связи с дискретностью наблюдений, в высотной зоне их контакта, приходящейся на концы языков ледников, возникает определённое расхождение в средней суточной температуре воздуха  $\Delta T_n$ . Величины  $\Delta T_n$ , полученные по двум вышеназванным системам температурных градиентов, были определены следующим образом.

По данным ежедневных определений средней суточной общей облачности  $\theta$  на наземных и ледниковых станциях за ряд лет наблюдений по формуле (2) была подсчитана общая облачность на уровне конца языка ледника  $\theta_n$ .

По известным наблюдаемым данным об общей облачности на внеледниковой и ледниковой станциях  $\theta_c$  и вычисленным данным на уровне конца языка ледника  $\theta_n$ , по формуле

$$\bar{\theta}_{\theta(n)} = (\theta_c + \theta_n) / 2, \quad (7)$$

определена средняя общая облачность  $\bar{\theta}_0$  и  $\bar{\theta}_n$ .

Средняя суточная температура воздуха на уровне конца языка ледника  $Tz_n$  была определена по формуле

$$Tz_n = \bar{Tz}_{0n} + \left( \gamma_0 \cdot \frac{z_0 - z_n}{100} \right), \quad (8)$$

где  $\bar{T}_{z_0}$  - средняя суточная температура воздуха в точке с плановыми координатами изучаемого ледника ( $\varphi, \lambda$ ) на высоте  $z_0 = 0,3$  км над у. м., методика получения которой описана в [3];  $\gamma_0$  - вертикальный градиент средней суточной температуры в приземном слое воздуха, зависит от среднего состояния общей облачности между избранными пунктами для каждого месяца абляционного периода  $\bar{\theta}_0$ , снимается с графика (рис. 2А) или вычисляется по формулам (3–5).

Аналогичные встречные вычисления средней суточной температуры воздуха на уровне конца языка ледника  $T_{z_1}$  были сделаны по данным натуральных наблюдений за температурой воздуха на леднике  $T_{z_1}$  с использованием вертикальных градиентов температуры в «приледниковом» слое воздуха  $\gamma_1$ , снятым с графика (рис. 2Б) или определённым по формуле (6), с учётом  $\bar{\theta}_1$  (см. формулу (9)).

$$T_{z_1}' = T_{z_1} + \left( \gamma_1 \cdot \frac{z_1 - z_0}{100} \right) \quad (9)$$

По результатам вычислений  $T_{z_0}$  и  $T_{z_1}'$  определена их разность  $\Delta T_{z_1}$ , возникающая у конца языка ледника; её величина зависит от балла общей облачности (рис. 3).

Аналитически эта зависимость описывается полиномом четвёртой степени

$$\Delta T_{z_1} = -0,238 - 0,008\bar{\theta}_1 - 0,005\bar{\theta}_1^2 + 0,002\bar{\theta}_1^3 + 0,00008\bar{\theta}_1^4 \quad (10)$$

Среднее арифметическое отклонение величин кривой связи, вычисленных по формуле (10), от экспериментальной кривой составляет всего 0,008  $\Delta T_{z_1}$ , поэтому можно считать, что эти линии практически совпадают.

На рис. 3 видно, что при общей облачности 0 – 3 балла почти нет вышеописанной разности средних суточных температур воздуха на уровне концов ледников ( $\Delta T_{z_1} = -0,2$ ), но в слое воздуха над ледяной поверхностью вертикальный градиент температуры  $\gamma_1$  (рис. 2Б) в это время достигает максимальных величин; идёт активный процесс трансформации (выхолаживания) воздушной массы по мере её продвижения от конца ледника в его верховье.

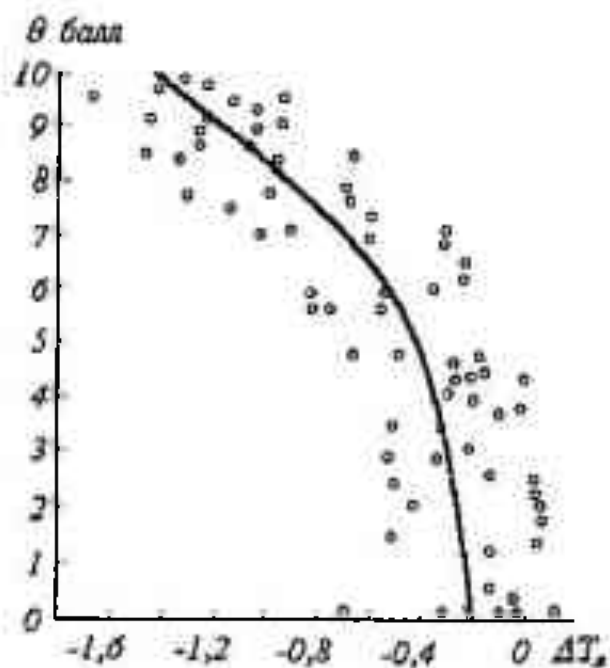


Рис. 3. Разность между средними суточными температурами воздуха  $\Delta T_{я}$ , полученными по дискретным «приземным»  $\gamma_0$  и «приледниковым»  $\gamma_1$  градиентам на уровне конца языка ледника в зависимости от общей средней суточной облачности  $\theta$ .

Различие градиентов в «приземном»  $\gamma_0$  и «приледниковом»  $\gamma_1$  слое воздуха, а также разности температур воздуха у конца языка ледника  $\Delta T_{я}$ , приводит к тому, что на заданном высотном уровне между температурами воздуха над ледниковой и неледниковой поверхностями автоматически возникает и учитывается так называемый температурный скачок  $\Delta T_{ск}$  определённой величины. По мере удаления от конца языка ледника он растёт. В наших случаях, на уровне фирновой линии (в диапазоне относительных высот 500 – 600 м от концов долинных ледников) при безоблачном небе  $\Delta T_{ск}$  увеличивается до 1,5 °С.

С ростом общей облачности начинает нарушаться нормальное распределение температуры воздуха с высотой. Присутствие облаков в высокогорной зоне, близко расположенных к ледниковой поверхности, приводит к быстрому выхолаживанию заключённой между ними массы воздуха и резкому уменьшению вертикального градиента его температуры (рис 2Б). В результате, на уровне конца языка ледника возникает более заметный разрыв в температурах воздуха  $\Delta T_{я}$ , чем в ясную погоду, и тем более, чем выше общий балл облачности: при 10 баллах  $\Delta T_{я} = 1,5$  °С (см. рис. 3).

В пасмурную погоду сочетание разности градиентов и температуры на уровне конца языка ледника приводит к тому, что в районе фирно-

вой линии температурный скачок  $\Delta T_{ск}$  между неледниковой и ледниковой поверхностями становится очень мал или исчезает совсем.

Е.Н. Вилесов и др. [1], по данным натуральных наблюдений в Зайлийском Алатау, получили формулу связи температурного скачка на уровне фирновой линии ледников  $\Delta T_{ск}$  с ходом общей облачности  $\theta$ . Из неё следует, что в ясную погоду  $\Delta T_{ск}$  достигает 1,87 °С, в полуюсную погоду (при средней облачности 5,5 балла) он уменьшается до 0,84 °С, а при циклональном типе погоды (10 баллов облачности) – равен нулю или даже становится положительным (скалы выхолаживаются быстрее, чем лёд). В этой работе  $\Delta T_{ск}$  над всей площадью ледника принимается одинаковым и изменяющимся только в зависимости от хода общей облачности. На самом деле, он постепенно изменяется в результате трансформации (выхолаживания) воздушной массы по мере её продвижения от конца ледника в его верховье. Этот факт учитывается в нашей модели расчёта.

Исследования показали, что в летние месяцы года (май – сентябрь) вертикальный градиент «приземного» слоя воздуха с переходом к «приледниковому» слою, в зависимости от погодных условий, подчиняется определённым закономерностям. В ясные дни, по мере поднятия и перехода в ледниковую зону на заданный высотный интервал, адиабатическое выхолаживание воздуха постепенно возрастает, кривая его интегрального хода приобретает вогнутый вид. В полуюсную погоду температура воздуха постепенно понижается с высотой, ход распределения приобретает вид прямой линии. В пасмурную погоду, по мере поднятия вверх, выхолаживание воздуха замедляется и интегральная кривая его распределения приобретает выпуклый вид.

Используя сведения о ходе общей облачности  $\theta$ , вертикальных градиентах температуры в «приземном»  $\gamma_0$  и «приледниковом»  $\gamma_л$  слое воздуха и дискретные разности температуры воздуха на уровне конца языка ледника  $\Delta T_л$ , зависящие от этой облачности, запишем полную формулу определения средней суточной температуры воздуха за май – сентябрь месяцы на заданной высоте  $z$  в пределах ледника

$$\bar{T}_z = \bar{T}_{z_0,з} + \left[ \left( \gamma_0 \cdot \frac{z_0 - z_л}{100} \right) + \left( \gamma_л \cdot \frac{z_л - z}{100} \right) \right] + \Delta T_л, \quad (11)$$

где  $\bar{T}_{z_0,з}$  - средняя суточная температура воздуха, вычисленная на уровне  $z_0 = 0,3$  км над ур. м. для точек с плановыми координатами ледника по

изложенной в [3];  $z_n$  - абсолютная высота конца языка ледника;  $z$  - абсолютная высота точки на леднике, для которой определяется средняя суточная температура воздуха.

Описанная задача решается при помощи алгоритма и программы SSTVL.

По формулам (12-16), описанным при изложении программы SSTVG [3], определяется средняя суточная температура воздуха  $\bar{T}_{z_n}$  в пределах плановых координат ледника на уровне  $z_n$ . В программе SSTVL по формуле (2), в которую входят данные о средней суточной общей облачности над ближайшей к леднику метеостанции и коэффициент  $\delta_\theta$  для интервала высот предгорная равнина ( $z_0$ ) – субледниковая зона ( $z_n$ ), определяется средняя суточная общая облачность на уровне конца языка ледника  $\theta_n$ .

По формуле (7) определяется средняя величина средней суточной общей облачности между облачностью, наблюдавшейся над ближайшей к леднику метеостанции  $\theta_c$  и облачностью над концом языка ледника  $\theta_n$ , вычисленной по формуле (2)  $\bar{\theta}_{\theta(z)}$ .

По одной из формул (3 – 5) для месяцев абляционного периода с учётом среднего балла общей облачности  $\theta_{(m)}$  определяется температурный градиент для интервала высот предгорная равнина – субледниковая зона  $\gamma_n$ .

По формуле (2), с коэффициентом  $\delta_\theta$  для ледниковой зоны, в которой вместо  $\theta_c$  будет взята  $\theta_n$ , определяется средняя суточная общая облачность над заданным высотным уровнем на леднике  $\theta_z$ .

По формуле (7) вычисляется средняя величина общей облачности между концом языка ледника и точкой  $z$  на его поверхности  $\bar{\theta}_z$ .

По формуле (6) с учётом среднего балла общей облачности  $\bar{\theta}_z$  рассчитывается температурный градиент в ледниковой зоне  $\gamma_n$ .

По формуле (10), в которой для расчётов используется общая облачность, вычисленная на уровне конца языка ледника  $\theta_n$ , определяется величина расхождений в температуре воздуха  $\Delta T$ , при переходе от системы счёта «до ледника» к системе счёта «на леднике», т. е. на уровне конца языка ледника.

После получения всех необходимых данных, средняя суточная температура воздуха на заданном высотном уровне ледника  $T_z$  определяется по формуле (11).

Метод разработан на материалах 25-летних (1966...1991 гг.) исследований массоэнергообмена экспериментального ледника Шумского в



Джунгарском Алатау и на протяжении 10 лет (1992...2002 гг.) опробировался при решении аналогичных задач на материалах исследований экспериментального ледника Туюкеу в Заилийском Алатау. Сравнение результатов расчётов и натуральных данных давали высокую точность определения средней суточной общей облачности и средней суточной температуры воздуха для летних месяцев года (V – IX).

Для демонстрации описанной модели с участием 15 ныне действующих метеостанций на территории Казахстана и Киргизии вокруг Заилийского и Кунгей Алатау приводятся карты высоты снеговой линии (рис. 4), средней суточной температуры воздуха (рис. 5) и средней суточной общей облачности (рис. 6) на 17 июля 1978 г., рассчитанные для высоты снеговой линии по плановым координатам 804-х ледников с площадью от 0,1 км<sup>2</sup> и более в пределах Заилийско-Кунгейской ледниковой системы.

Обращает на себя внимание чёткость работы модели. Так на карте (рис. 6) очень хорошо видно, как резко происходит увеличение облачности (а следовательно, годовых осадков) над хребтами между М. Алматинкой и Левым Талгаром, затем – по Чон-Кеминской перемычке и далее по осевому хребту Кунгей Алатау в пределах бассейна р. Чилик. Здесь происходит «переваливание» западных ветров через самую высокую часть хребта и, в связи с этим, происходит резкое увеличение облачности и осадков на наветренной части гор. После того, как насыщенные влагой массы воздуха переваливают на подветренную часть хребта, они круто спускаются в долину р. Чилик, очень быстро освобождаются от влаги (уходят от точки росы), поэтому нижняя часть долины, как правило, в основном малооблачна и бесснежна.

В таких особо обострённых условиях перераспределения осадков смогли сформироваться в бассейне р. Чилик самые большие ледники Заилийско-Кунгейской ледниковой системы: Корженевского, Богатырь, Джангырык. Периодические изменения в режиме вынужденных колебаний баланса внешнего массообмена и долгопериодных параметрических колебаний пластических свойств льда приводили ледники к релаксационным «вспышкам»: временному, порой катастрофически быстрому, наступлению языков ледников.

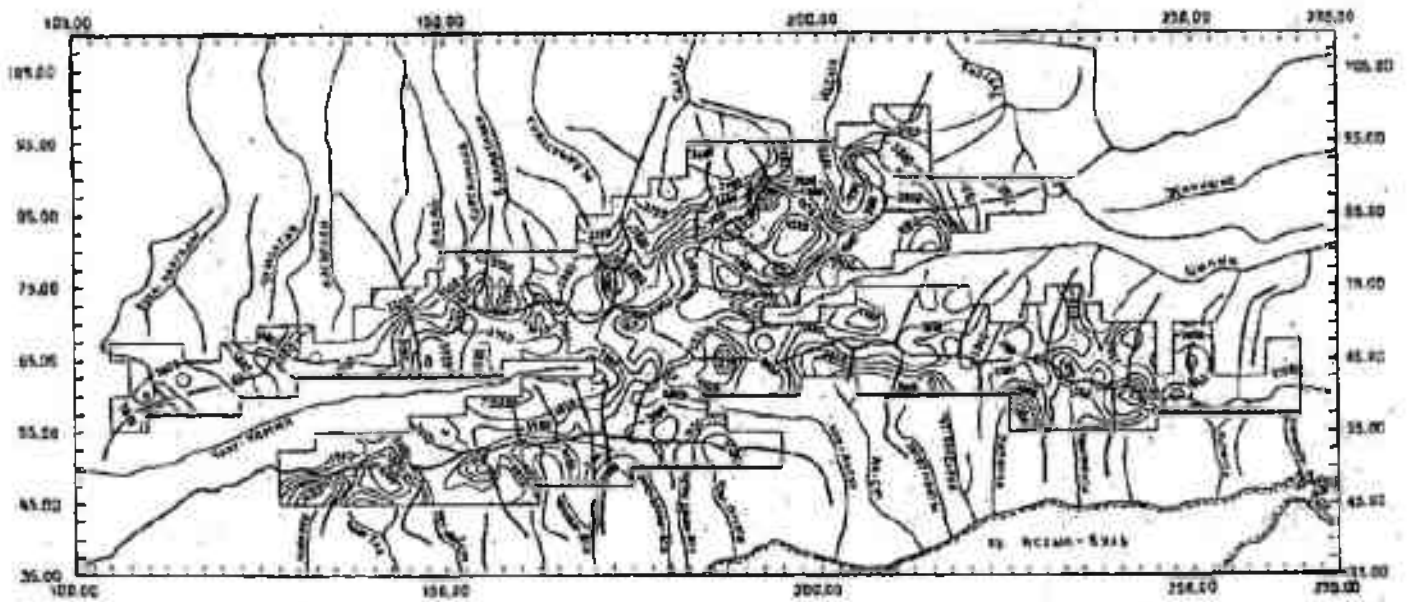


Рис. 4. Жетсайско-Кумейская ледниковая система. Высота снеговой линии 17 июля 1978 г. Изалинии проведены через 50 м.

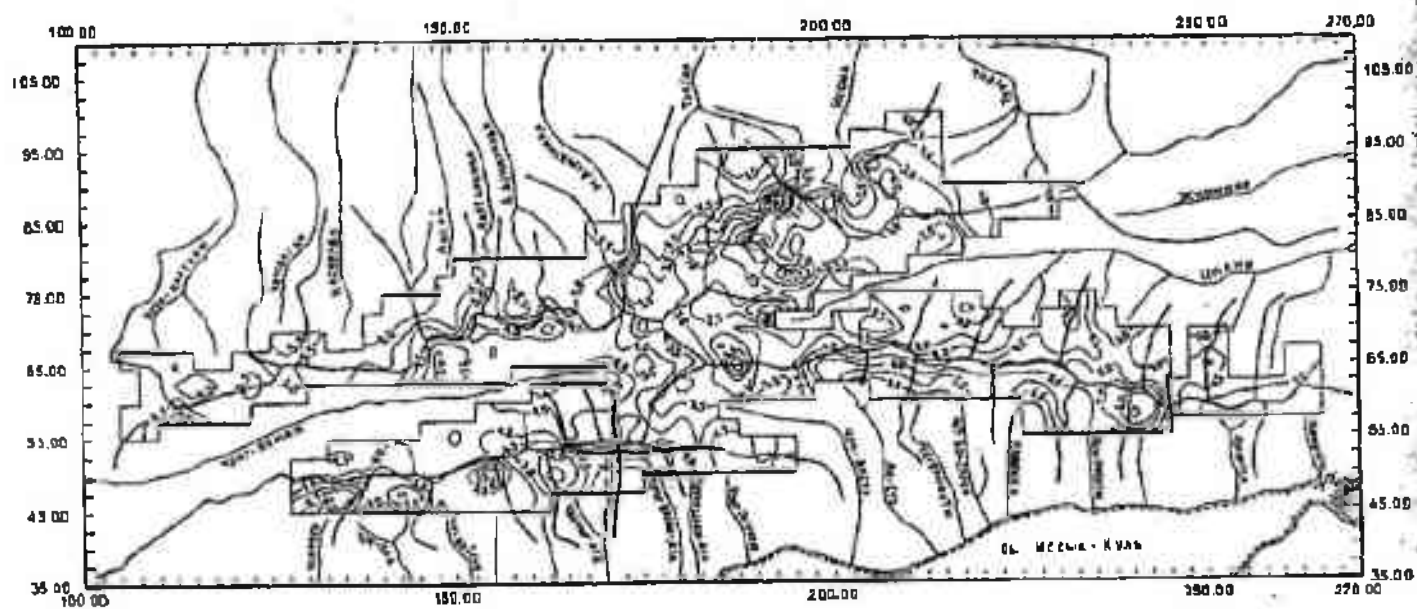


Рис. 5. Зайлиско-Кунгейская ледниковая система. Средняя суточная температура воздуха на высоте снеговой линии ледников 17 июля 1978 г. Изолинии проведены через 0,5 °С.



Об этом известно из работ исследователей начала 20 века, а также неоднократно фиксировалось позже. Именно так формируется система пульсирующих ледников.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е. Н., Шевелёв Ю. А., Денисова Т. Я. О величине температурного скачка в условиях оледенения Заилийского Алатау. Ледники, снежный покров и лавины горных районов Казахстана. - Алма-Ата, Издательство "Наука", 1983. - С. 47 - 53.
2. Кондратьев К.Я., Биненко В.И. Влияние облачности на радиацию и климат. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. - 240 с.
3. Черкасов П.А. Температура воздуха в пределах Заилийско-Кунгейской горной ледниковой системы// Гидрометеорология и экология. – 2002. - № 4. - С. 8 – 23.

Институт географии МОН РК

### **ІЛЕ-КҮНГЕЙ ТАУ МҰЗДАҒЫ ЖҮЙЕСІ ШЕГІНДЕГІ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫ МЕН ЖАЛПЫ БҰЛТТЫЛЫҚ**

Геогр. ғылымд. докторы П.А. Черкасов

*Іле-Күңгей тау мұздағы жүйесі шегіндегі зерттелуші орынның биіктігіне байланысты орташа тәуліктік ауа температурасы мен жалпы бұлттылығын есептеудің екінші нұсқасы әдісі суреттелген.*

УДК 551.578.483

**ОДИН ГОД ОПЕРАТИВНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРОГНОЗА ЛАВИН  
МЕТОДОМ БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ (NXD) В ЗАИЛИЙСКОМ  
АЛАТАУ**

Канд. геогр. наук

Е.И. Колесников

Ю.А. Сороколетов

*Рассмотрены общие принципы прогноза лавин методом ближайших соседей. Показаны результаты оперативных испытаний NXD2000 на снеголавинной станции Чымбулак за зиму 2001-2002 гг.*

Известно, что наиболее надежными мерами защиты лавиноопасных участков дорог, капитальных строительных объектов и др. от снежных лавин является строительство дорогостоящих инженерных противолавинных сооружений: галерей, лавинорезов, снегоудерживающих щитов и т.д. На втором месте стоят профилактические мероприятия (спуск лавин с помощью взрывчатых веществ, артобстрела), регулярное и эффективное проведение которых также обеспечивает безопасность от лавин. И лишь на третьем месте стоит прогнозирование лавиноопасных периодов, которое имеет фоновый характер и не обеспечивает 100 % надежность. Во всех методах прогноза лавин присутствуют два таких негативных элемента как ошибка страховки и ошибка риска. Высокий процент перестраховки приводит к неоправданным экономическим убыткам и недоверию потребителя к лавиноопасной информации, а недоучет лавинной опасности может привести к трагическим последствиям.

В ранних 1980-ых Бусер (1983) [7] развивал программу прогноза лавин, основанную на методе самых близких соседей (NXD). Эта программа представляет собой базу данных снегометеорологических наблюдений (переменных) за определенный период. В качестве переменных, прежде всего, были выбраны те переменные, которые описывают или влияют на состояние снега. Все сложные переменные умножены на константы, так что их среднеквадратичные отклонения подобны. Это гарантировало, что сложные переменные с малыми вариациями имеют то же самое влияние на исходы, как и сложные переменные с большими вариациями, когда их вес изменен.

Сложные переменные составляют N-мерное пространство, в котором каждый день представлен точкой. Чтобы находить соседей, должен

быть определен критерий, что бы интервал между двумя точками (днями) можно было рассчитать. для этого был использован критерий веса [7].

Если две сложные переменные коррелированы, можно смотреть на это вссовым вектором. Теоретически оптимальное число соседей располагается от 8 до 30, в зависимости от числа дней в базе данных и числа сложных переменных.

Так как данный метод предусматривает громоздкие расчеты, то для него предусмотрена компьютерная программа.

Горноспортивная база Чимбулак расположена в урочище Чимбулак на высоте 2200...2500 м. Благоприятные природные условия привлекают альпинистов, туристов, горнолыжников к этому району с доступным рельефом, позволяющим прокладывать лыжные трассы с перепадом высот 900...1000 м. Именно по этим причинам Чимбулак был выбран для установки NXD2000 – программы локального прогноза лавин. Распространение лавин в Заилийском Алатау наиболее хорошо изучено. Наибольшая лавинная активность характерна для среднегорного пояса (от 1400...1500 до 2700...2800 м), имеющего крутосклонный, глубокорасчлененный рельеф.

Производственные испытания данной методики проводились в отделе гидропрогнозов Гидрометцентра РГП Казгидромет по материалам текущих и прогнозируемых снеголавинных и метеорологических наблюдений на снеголавинной станции (СЛС) Чимбулак. В основу компьютерных испытаний по подбору снеголавинных аналогов для прогноза лавин заложена база снеголавинных и метеорологических данных на СЛС Чимбулак за 30-ти летний период наблюдений (около 4000...4500 случаев ежедневных наблюдений), составленная В.П. Благовещенским и И.В. Кондрашовым. Испытания проводились в трех вариантах.

Первый вариант - это пополнение базы данных и оценка фактических наблюдений лавинного диагноза по ним, т.е. постфактум. Второй вариант - это прогноз лавин по предложенной инструкции. И третий вариант - это прогноз лавин по инструкции с некоторым увеличением заблаговременности лавинных прогнозов.

Предикторы, использованные при испытаниях в 3-х вариантах следующие:

- температура воздуха на метеостанции Чимбулак в 03 часа по Гринвичу;
- ожидаемая максимальная температура воздуха на высоте 2000 м (по прогнозу погоды по горам);

- ожидаемая максимальная температура поверхности снега (в периоды оттепелей и весеннего снеготаяния равная 0 °С);
- высота снега на СЛС Чимбулак в 03 часа по Гринвичу. В третьем варианте бралась высота за предыдущие сутки;
- ожидаемое приращение высоты снега, рассчитанное как частное от деления ожидаемого количества осадков (максимальной величины в каждой градации) на среднюю плотность свежевыпавшего снега, равную 0,065 г/см<sup>3</sup> в ноябре - марте и 0,08 г/см<sup>3</sup> - в апреле [3];
- ожидаемая суточная сумма осадков (максимальная величина в каждой из градаций) на высоте 2000 м по прогнозу погоды по горам;
- максимальная скорость ветра за прошедшие сутки на М Чимбулак;
- ожидаемое сцепление в самом слабом слое снежной толщи по шурфу (восточная стационарная площадка) – бралась фактическая величина за предыдущие сутки;
- ожидаемый водный эквивалент снега выше самого слабого слоя - бралась величина за предыдущие сутки с прибавлением ожидаемого количества осадков, если они ожидаются;
- ожидаемая сумма часовых положительных температур, рассчитанная по хронологическим графикам хода ожидаемых ночных и дневных температур на высоте 2000 м.

В этом перечне предикторов представлены первичные входные данные от ежедневных измерений, охватывающих зимние периоды, начиная с 1969 г. Эти репрезентативные данные из потенциальной зоны отрыва лавин (2000...3000 м) потому что они были измерены на высоте 2200 м.

Табл. 1 дает сведения об обработке первичных данных и переводе их в сложные переменные. Формулы перевода в сложные переменные заложены в программу и выполняются автоматически. Как было указано выше, в Заилийском Алатау преобладают лавины из свежевыпавшего снега и адвекционные лавины (лавины при оттепелях). Благодаря этому вес сложных переменных, отвечающих за подсчет этих факторов, имеет больший вес по сравнению с остальными [3].

Имеются некоторые замечания по испытываемой методике.

Известно, что прогноз какого-либо явления, основанный на прогнозе другого явления, чреват теми обескураживающими последствиями, что если не оправдался один прогноз, то автоматически не оправдывается и другой. В данной методике из десяти используемых предикторов, восемь нуждаются в заблаговременном количественном прогнозе. Это такие ин-



формативные лавинообразующие факторы как: суточная сумма осадков ( $\Sigma X_{сут}$ ), суточный прирост высоты снега ( $\Delta H_{сут}$ ), сумма ежечасных положительных температур ( $\Sigma +t$  °C), сцепление в самом слабом слое ( $C$ ), водный эквивалент снежной толщи выше самого слабого слоя ( $W$ ) и другие. Известно также, что оправдываемость количественного прогноза этих предикторов оставляет желать лучшего.

Таблица 1

Сложные переменные и их вес

№	Название переменной	Вес переменной
1	Прирост снега	1
2	Сумма прироста снега за предыдущие дни	1
3	Водный эквивалент нового снега	1
4	Водный эквивалент нового снега за предыдущие сутки	0,5
5	Высота снега	1
6	Уменьшение высоты снега	1
7	«Скачок» положительных температур	1
8	Средняя скорость ветра	3
9	Средняя скорость ветра за предыдущие дни	3
10	Метелевый перенос снега	1
11	Дневное изменение температуры	1
12	Дневное изменение температуры за предыдущие сутки	0,5
13	Максимальная температура воздуха	1
14	Максимальная температура воздуха за предыдущие сутки	0,5
15	Сумма положительных температур	1
16	Сумма положительных температур за предыдущие дни	0,5
17	Индекс стабильности	1
18	Температура поверхности снега	1

Лавинообразование - скоротечное явление. При экстремальных условиях сход лавин может начаться уже через 3...4 часа после начала сильного снегопада или интенсивной оттепели. Поэтому при разработке методик прогноза лавин конкретного генезиса используются фактические наблюдаемые данные. Именно поэтому в руководствах и методических указаниях по снеголавинным работам оправдательная заблаговременность штормовых предупреждений о начале лавиноопасного периода составляет

всего 2...3 часа, которые основываются на данных учащенных наблюдений и определении фактических критериев лавинообразования [2, 4].

В отечественном лавиноведении разработка методик прогноза лавин производится, дифференцировано, по конкретному генезису, с использованием основных информативных предикторов[6]: для лавин из свежеснеговывающего снега (СВП) – это  $H_{сут}$ ,  $\Sigma X$ ,  $\Delta H$ ; для оттепельных лавин – это  $t_{max}$  °C,  $\Sigma +t$  °C,  $C$ ,  $W$ ; для метелевых лавин – это максимальная скорость ветра, продолжительность метели и т.д. А испытываемая методика, учитывая перечисленные предикторы, как бы предусматривает оценку возможности схода различных лавин: свежеснеговывающего снега, оттепельных, метелевых, инсоляционных и даже перекристаллизационных. Однако при этом возможны такие случаи, когда суммарный «вес» второстепенных предикторов может превысить «вес» основного информативного предиктора и вызвать ошибочный прогноз.

Банк фактических метеорологических и снеголавинных данных за 30-ти летний холодный период построен с учетом метеорологических суток (с 15 по 15 по Гринвичу), а по инструкции ежедневная оценка лавинной опасности, с использованием фактических значений, высоты снега и температуры воздуха начинается в 03 по Гринвичу. По этой причине предупреждение выдается, фактически, на половину суток (на день), а в случае выпадения сильных осадков ночью и начавшимся сходом лавин, выдается не прогноз, а диагноз.

Методика предусматривает в большей степени подбор метеорологических аналогов, нежели лавинных. Поэтому имелись случаи, когда (по методике) лавиноопасный период заканчивался несмотря на продолжающуюся оттепель (в связи с изменением величин других предикторов  $H$ ,  $\Delta H$ ,  $C$ ,  $W$ ), хотя в оперативной практике лавиноопасный период нужно продлять до окончания оттепели, по мере избирательного схода лавин в зависимости от крутизны, экспозиции и высотной зоны склонов.

Из-за маломощности снега на стационарной площадке шурфования наблюдения были прекращены в конце второй декады апреля, а в третьей декаде отмечался массовый сход крупных грунтовых лавин, который по методике не прогнозировался из-за отсутствия вводимых данных. Фактически, продолжительные лавиноопасные периоды в апреле по этой причине не прогнозируются ежегодно.

Те редкие случаи схода метелевых лавин в водораздельной высокогорной зоне также не предусмотрены методикой, так как СЛС Чимбулак

расположена на дне долины, характеризующейся штилевым режимом, а в высокогорье отмечаются случаи ураганных ветров.

Ну и, конечно, не оправдавшиеся прогнозы выпадения сильных осадков или интенсивных оттепелей резко отрицательно влияют на оправдываемость лавинных прогнозов.

Имеются еще несколько проблем, которые ограничивают использование метода самых близких соседей [7].

- Непрерывность данных.

При вычислении сложных переменных требуются данные за несколько предыдущих суток, так что отсутствие данных приводят к проблемам. Например, если нет никаких данных в воскресенье, то не будут определяться ближайшие соседи для этих суток до среды, пока свежий снег, накопленный в течение трех суток, не будет использоваться как сложная переменная.

- Резкие изменения временного интервала переменных.

Часто используются переменные, характеризующие периоды длительностью 24 часа. Однако, условия, связанные с устойчивостью состояния снега на склонах могут драматично изменяться в течение нескольких часов. Более короткие периоды не могут использоваться, потому что длина периода определена практическими соображениями, а именно, в какой степени возможно непрерывно контролировать лавинную обстановку.

- Отсутствие, перебои или неопределенные лавинные наблюдения.

Для того чтобы гарантировать качество исследования самого близкого «соседа», лавинные наблюдения должны быть достоверны и полны. Сутки без наблюдения должны быть отмечены, чтобы из-за этого «соседи» не были определены как хорошие сутки. Другая проблема – сутки в начале лыжного сезона, когда никакие лавинные работы не выполняются. Наконец, любой неправильный или неопределенный ввод информации может привести к неверному истолкованию соседних суток.

- Однородность данных и наблюдений.

Изменения в локализации или методе измерений снега и метеоданных может прервать временной ряд наблюдений и привести к противоречиям в базе данных, к которым чувствительна модель. Если изменения слишком большие, ранние данные не могут быть использованы. В лучшем случае старый и новый ряд перекрываются, и множественный регрессионный анализ может быть использован для получения корректирующей функции.

• Определение суток с лавинами.

Один из главных вопросов, что делает сутки лавиноопасными. Не ясно, является ли лавина длиной 400 м вдвое опасной чем одна лавина длиной в 200 м или день с десятью лавинами вдвое опаснее чем один день с пятью. Обычно же это определяется, как, одна лавина в день. Не сделано таюже никакого различия между катастрофическими лавинами и безопасно малыми подвижками снега.

Таким образом, все перечисленные затруднения и проблемы не могли не сказаться на качестве ожидаемой снеголавинной ситуации в бассейне р. Малой Алматинки. За период испытаний (144 суток) в бассейне р. Малой Алматинки отмечено 13 дней со спонтанным сходом лавин, что составляет около 10 % от всего периода, то есть, доминировала преимущественно нелавиноопасная обстановка (в ноябре - декабре из-за маломощности снежного покрова, в январе - феврале из-за длительных периодов устойчивой антициклональной погоды и по другим причинам). Поэтому преобладали и прогнозы с характеристикой «нелавиноопасно». Этот вид прогноза также важен и ответственен, как и прогноз «лавиноопасно», но далеко не всегда. Так, в осенне-зимний период, когда горнолыжные трассы функционируют с перебоями из-за малоснежья или в ясную погоду, когда нет снегопадов и метелевого снегопереноса, даже непосвященному человеку ясна нелавиноопасная обстановка в горах. И особого достоинства в эффективности работы в такие периоды, как Швейцарской, так и других методик, нет. А таких случаев в течение зимнего периода большинство. Другое дело весной, при максимальном снегонакоплении, Когда идут осадки различных градаций и оттепели чередуются одна за другой, прогнозы «нелавиноопасно» приобретают особую важность и ответственность. Однако, таких случаев гораздо меньше. За счет большого перевеса прогнозов «нелавиноопасно» над прогнозами «лавиноопасно» оправдываемость общих прогнозов во всех трех вариантах высокая (83...90 %). Однако, оценка предупрежденности случаев схода лавин показала совсем другие результаты. Даже по фактическим данным она составила всего 50 %, а по прогностическим и того меньше. Из 13-ти суток со спонтанным сходом лавин по испытываемой методике спрогнозировано всего 5 случаев, недоучет составил около 60 %.

Оправдываемость прогнозов является показателем рационального использования той или иной методики.

А.М. Обуховым [5] и Н.А. Багровым [1] предложены критерии  $H$  и  $Q$  оценки альтернативных прогнозов явлений, имеющих редкую повторяемость; эти критерии наиболее пригодны для оценки прогнозов лавиноопасности. Для практических эффективных методов прогноза значение критериев не должно быть меньше 0,2...0,3.

По Н.А. Багрову

$$H = \frac{u - u_0}{1 - u_0}, \quad (1)$$

где  $u = (n_{11} + n_{22})/n$  и  $u_0 = \frac{n_{01} n_{10}}{n n} + \frac{n_{02} n_{20}}{n n}$ .

По А.М. Обухову

$$Q = 1 - \alpha - \beta, \quad (2)$$

где  $\alpha = \frac{n_{12}}{n_{11} + n_{12}}$  и  $\beta = \frac{n_{21}}{n_{21} + n_{22}}$ .

Здесь  $n_{11}$  – число случаев правильного прогноза с формулировкой «лавиноопасно»,  $n_{12}$  – число случаев неправильного прогноза с формулировкой «лавиноопасно»,  $n_{21}$  – число случаев правильного прогноза с формулировкой «нелавиноопасно»,  $n_{22}$  – число случаев неправильного прогноза с формулировкой «нелавиноопасно»,  $n_{01}$  – число прогнозов с формулировкой «лавиноопасно»,  $n_{02}$  – число прогнозов с формулировкой «нелавиноопасно»,  $n$  – общее число прогнозов.

Результаты испытаний в течение зимы 2001...2002 гг. приведены в табл. 2...5.

Таблица 2

Оправдываемость прогнозов (%) по основному варианту (период 27.11.01...19.04.02 г.)

Оправдываемость прогноза									$\alpha$	$\beta$	$H$	$Q$
общая			схода лавин			отсутствия лавин						
1	2	3	1	2	3	1	2	3				
144	119	83	22	5	23	122	114	93	0,07	0,77	0,19	0,16

*Примечание:* 1 – количество прогнозов, 2 – количество оправдавшихся прогнозов, 3 – оправдываемость прогнозов;  $\alpha$  – ошибка страховки,  $\beta$  – ошибка риска,  $H$  – критерий Багрова,  $Q$  – критерий Обухова.

Таблица 3

## Прогнозируемость явлений по основному варианту

Сход лавин			Отсутствие лавин		
число дней с лавинами	спрогно- зировано	надежность прогноза, %	число дней без лавин	спрогно- зировано	надежность прогноза, %
13	5	38	131	114	87

Таблица 4

## Оправдываемость прогнозов (%) по фактическим данным (период 27.11.01... 19.04.02 г.)

Оправдываемость прогноза									$\alpha$	$\beta$	$H$	$Q$
общая			схода лавин			отсутствия лавин						
1	2	3	1	2	3	1	2	3				
144	130	90	15	7	47	129	123	95	0,05	0,53	0,45	0,42

Примечание: см. обозначения табл. 2.

Таблица 5

## Прогнозируемость явлений по фактическим данным

Сход лавин			Отсутствие лавин		
число дней с лавинами	спрогно- зировано	надежность прогноза, %	число дней без лавин	спрогно- зировано	надежность прогноза, %
13	7	54	131	123	94

Таким образом, выдавать категоричные прогнозы по этой методике, основываясь только на показания программы, к сожалению, не представляется возможным. Она может быть использована только как вспомогательное средство при оценке снеголавинной обстановки в горах. Специалист-лавинщик должен проанализировать выданную на экран снегометеорологическую и лавинную информацию по дням-аналогам, а потом, используя текущую информацию со станции об осадках, интенсивности их выпадения, приросте свежесвыпавшего снега, наличие или отсутствие метелевого снегопереноса в высокогорье и др., а также прогноз погоды по горам, принимать решение о выдаче того или иного лавинного прогноза.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.А. К вопросу об оценке гидрометеорологических прогнозов // Метеорология и гидрология. – 1953. - №6. – С. 13-16.

2. Канаев Л.А. Руководство по снеголавинным наблюдениям и методам снеголавинного обеспечения. - Ташкент, 2001, - 167 с.
3. Кондрашов И.В. Прогноз лавин и некоторых характеристик снежности в горах Казахстана. - Л.: Гидрометиздат, 1991. - 73 с.
4. Методические указания по снеголавинному обеспечению народного хозяйства. - Ташкент, 1987. - 48 с.
5. Обухов А.М. К вопросу об оценке успешности альтернативных прогнозов. // Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1955. - № 4. - С. 339-349.
6. Практическое пособие по прогнозированию лавинной опасности. - Л.: Гидрометиздат, 1979. - 200 с.
7. Avalanche forecast by nearest neighbour method. Huser Othmar, Butler Monika, Good Wolter. "IAHS Publ.", 1987, № 162, С. 557-568.

Казгидромет

## **ЛЕ АЛАТАУЫНДАҒЫ ҚАР КӨШКІНІ БОЛЖАМЫН ЕҢ ЖАҚЫН КӨРІШІЛЕР ӘДІСІМЕН (NXD) ЖЕДЕЛ СЫНАҚТЫҢ БІР ЖЫЛЫ**

Геогр. ғылымд. канд.      Е.И. Колесников  
Ю.А. Сороколетов

*Қар көшкіндерін ең жақын көршілер әдісімен болжаудың жалпы принциптері қарастырылған. Шымбұлақ қар көшкіні станциясында 2001-2002 жж. қысында жасалған NXD2000 жедел сынақтардың нәтижелері көрсетілген.*

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШТОРМОВОЙ МОДЕЛИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕТРОВЫХ ТЕЧЕНИЙ В РАЙОНЕ КАТАСТРОФЫ ПАРОМА «МЕРКУРИЙ»

Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

*В статье рассмотрены вопросы, связанные с оперативным моделированием ветровых течений в районе катастрофы парома «Меркурий» в октябре 2002 г. Описан способ, который был применен, и приведены примеры расчетов.*

Ветровые течения занимают особое место в динамике вод Каспийского моря, так как основным видом колебаний уровня воды являются колебания анемобарического происхождения. Они отличаются большой изменчивостью, учет которой вследствие быстрых и разнообразных изменений крайне сложен. Развиваясь в верхних слоях в результате воздействия ветра на водную поверхность, эти течения служат одной из главных причин перемещения водных масс на большие расстояния и тем самым являются определяющими в распространении поступающих в море загрязнений. Из-за неоднородности поля ветра и изменчивости его скорости во времени ветровые течения имеют сложную пространственную структуру.

Необходимо отметить, что натуральных наблюдений за ветровыми течениями крайне мало, но тем не менее, исследование течений представляет большой практический и научный интерес. Согласно теории Экмана «влекущее» действие ветра создает дрейфовые течения, а неравномерное перемещение масс воды в пространстве приводит к наклону поверхности моря и возникновению градиентных течений. Из литературных источников известно, что исследователи, как правило, используют простейшие теоретические соотношения, связывающие скорость течения со скоростью ветра через ветровой коэффициент. Связь скоростей течений с ветром определяется по измеренным параметрам этих процессов в естественных условиях [5]. Но для получения таких зависимостей необходимо достаточное количество прямых наблюдений за течениями. Кроме того ветровой коэффициент принимается, как правило, постоянным для всего моря. Поэтому, представляется целесообразным для исследования ветровых течений применять математическое



моделирование. Этот способ был выбран для расчета ветровых течений в районе катастрофы парома «Меркурий» в октябре-ноябре 2002 г., которая произошла 22 октября. По данным Агентства по чрезвычайным ситуациям Казахстана паром «Меркурий 2» затонул в 100 км от г. Баку. На пароме находились цистерны с сырой нефтью общей массой 2000 т. В результате аварии они попали в море и сейчас находятся на глубине 300 м. Емкости были закупорены, но Государственная комиссия по ликвидации последствий аварии отметила, что на месте катастрофы наблюдалось нефтяное пятно длиной 15 км и шириной 8 км. Точное количество разлившейся нефти до сих пор не установлено. Из тех же источников стало известно, что на место катастрофы было направлено специализированное судно «Краб-2» для сбора разлившейся нефти. Однако, Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан выражало серьезную озабоченность тем, что нефтяное пятно может переместиться к казахстанскому берегу. Поэтому РГП «Казгидромет» было дано задание составить прогноз направления и скорости течений для данного района.

Для этой цели была использована гидродинамическая модель Каспийского моря, в основу которой положен гидродинамический модуль MIKE 21, разработанный в Датском гидравлическом институте и адаптированный к мелководным условиям Северного Каспия [2, 3, 6-8]. Алгоритм расчета по этой модели представлен на рис. 1.

Необходимо отметить, что гидродинамический модуль MIKE 21 является основным модулем модели и обеспечивает гидродинамический базис для вычислений. Он моделирует изменения уровня воды и потоков в ответ на явления, происходящие в водоеме. Уровни воды и потоки разлагаются в прямоугольной координатной сетке, охватывающей интересующее пространство, при условии наличия батиметрических данных, коэффициентов шероховатости дна, поля ветра, гидрографических граничных условий и т.д. Гидродинамический модуль модели решает систему вертикально интегрированных уравнений неразрывности и сохранения количества движения в двух горизонтальных измерениях, добиваясь хорошего пространственного и временного разрешения, и исследует влияние быстро изменяющихся под действием атмосферных процессов возмущений в метровом слое на динамику нижележащего слоя.

Как отмечалось выше, существует четкая зависимость скорости ветрового течения от скорости ветра. Поэтому первой задачей моделирование стал расчет ветровых характеристик, как по всему морю, так и кон-

кретно в районе аварии. Как показали результаты моделирования, преобладающими ветрами в этот период будут ветры северных и южных направлений (рис. 2), довольно частые на Каспийском море.

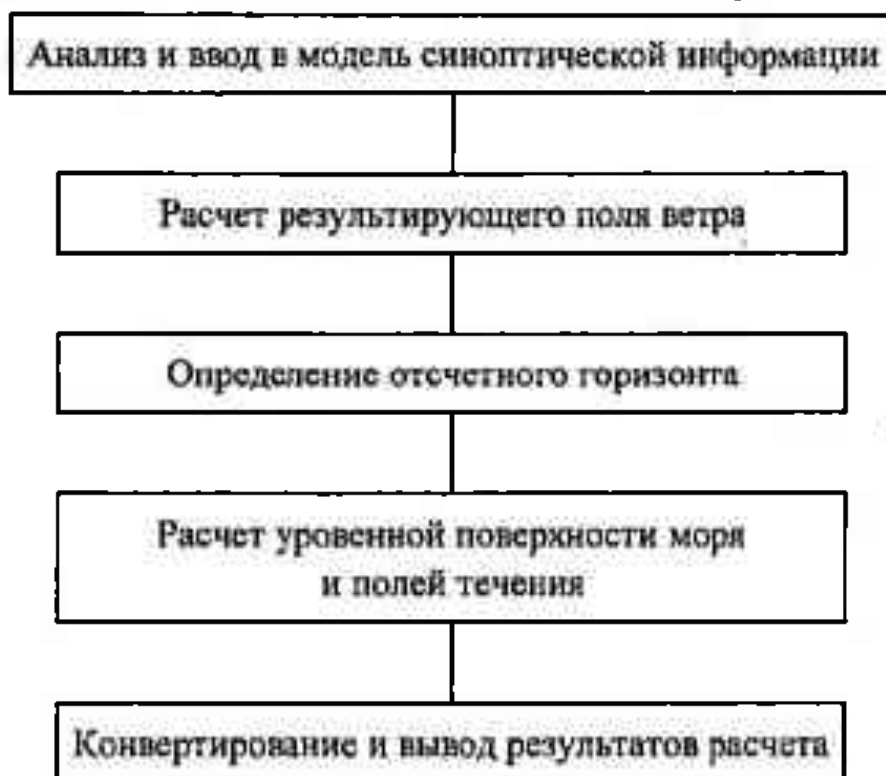


Рис. 1. Алгоритм расчета по гидродинамической модели Каспийского моря.

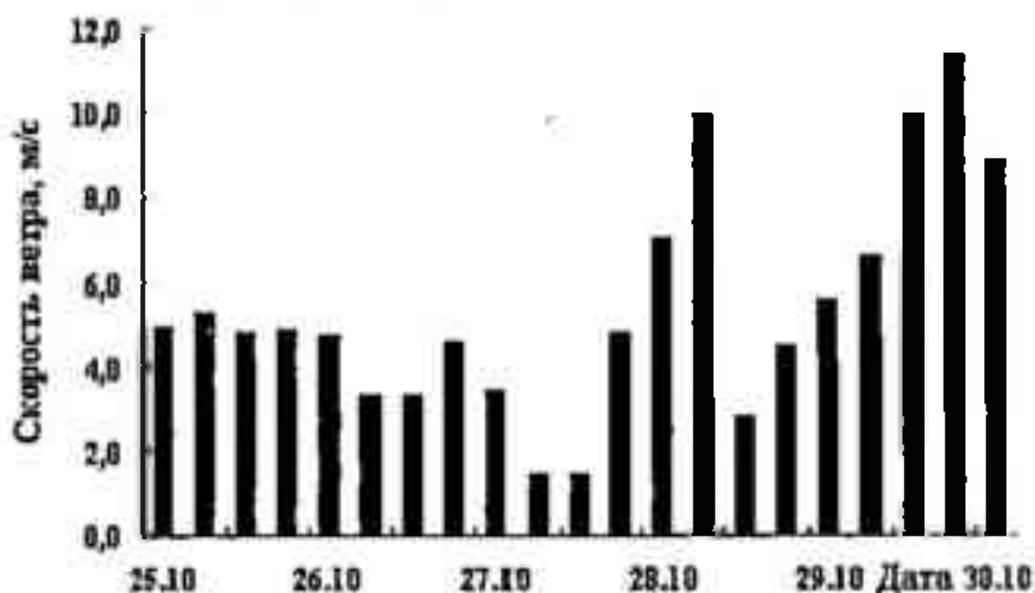


Рис. 2. Преобладающие направления ветра в районе аварии парома в период с 25 октября по 3 ноября 2002 г.

По данным натуральных наблюдений сильные ветры этих направлений способны вызвать кратковременные (в течение нескольких часов) усиления скоростей течения до 50...60 см/с [4]. Однако расчеты показали, что скорость ветра в данный период будет невелика (рис. 3).

Необходимо отметить, что скорость перемещения пятна и его направление определить было довольно трудно. Для этой цели средствами

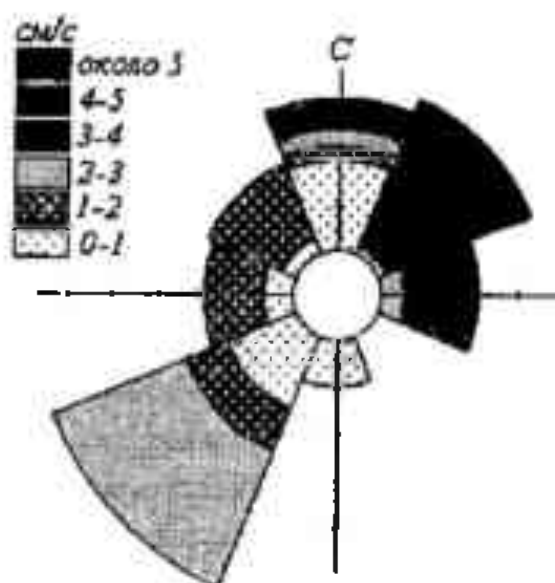
гидродинамической модели был выявлен и смоделирован ход уровня Каспийского моря в данном районе, на основе которого подготовлены прогностические карты направления и скорости течения морской воды. В качестве основы при расчете уровенной поверхности и ветровых течений использовался прогноз ветра заблаговременностью 120 ч, получаемый по каналам связи из Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды. Акватория Каспийского моря аппроксимировалась квадратной сеткой 10×10 км.



*Рис. 3. Расчетная скорость ветра в районе катастрофы в период с 25.10 по 3.11.2003 г.*

Из-за отсутствия данных по азербайджанской гидрометстанции Баку для расчета фонового (начального) положения уровня моря использован измеренный уровень воды, полученный с казахстанской станции Актау и туркменских станций Кара-Богаз-Гол и Туркменбаши. В итоге, в среднем за весь период расчетов он варьировал около отметки минус 27,0м. Результаты моделирования показали, что в исследуемом районе не прогнозируется значительных колебаний уровенной поверхности и они будут происходить около фоновой отметки. Соответственно не будут наблюдаться и сильные ветровые течения (рис. 4). Максимальная скорость течения может достигнуть 5 см/с, а в среднем составит 3 см/с, что согласуется с наблюдаемыми значениями. Проверка результатов расчета осуществлялась с помощью ветрового коэффициента, который для Каспийского моря принимался равным 0,003 [1]. Анализ полученных результатов позволил заключить, что в расчетный период нефтяное пятно не должно перемещаться в северо-восточном направлении, т.е. в казахстанскую часть

Каспийского моря, а будет дрейфовать в районе катастрофы. Эти выводы были подтверждены аннотационными обследованиями.



*Рис. 4. Распределение скоростей и направления течений в районе катастрофы в период с 25 октября по 3 ноября 2002 г.*

В заключении можно сделать вывод, что застраховаться от стихийных бедствий невозможно. Но хотя наступление стихийных природных бедствий нельзя избежать, воздействие большинства из них можно смягчить, а последствия экстремальных явлений уменьшить. Оперативно предсказав на основе численного моделирования возможные пути распространения загрязнения, можно значительно сократить время по его обнаружению и тем самым поддержать усилия по подготовке к нему и смягчению негативных воздействий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко А.Л. О ветровых течениях в морях / Водные ресурсы.- Т. 28.- N 1.- 2001.- С. 110-113.
2. Ивкина Н.И. Опыт применения гидродинамической модели MIKE 21 для прогнозирования сгонно-нагонных явлений на Каспийском море // Гидрометеорология и экология.- 1998.- № 1-2.- С. 105-112.
3. Йенсен Х.Р., Ивкина Н.И., Строева Т.П. Некоторые результаты тестирования системы предупреждения штормовых нагонов на Каспийском море// Гидрометеорология и экология.- 2002.- N 1.- С. 93-100.

4. Косарев А.Н., Тужилкин В.С., Красножен Г.Ф. Гидрология и циркуляция вод Каспийского моря / Экологические проблемы Каспия.-М., Киров: «Вятка».- 2000.- С. 165-175.
5. Ю.В. Суставов, Е.С. Чернышева, И.Е. Цупрова Исследования ветровых течений Балтийского моря на основе математической модели взаимодействия пограничных слоев / Труды ГОИИ.- Л: Гидрометеониздат.- Вып. 157.- 1982.- С. 29-43.
6. Skill assessment of an operation hydrodynamic forecast system for North Sea and Danish Belts // Vested, H.J., Woge, Nielsen J., Jensen, H.R. and Bolding, Kristensen K. // Quantitative skill assessment for coastal ocean models.- 1995.- Vol. 47.- P. 373-396.
7. Vieira, J., Fons, J., Kofoed-Hansen, H. Statistical and hydrodynamic models for the operational forecasting of floods in the Venice Lagoon // Coastal engineering. -1993.- Vol. 21, № 4.-P. 301-331.
8. Warren, I.R., Bach, H.K. MIKE 21- a modeling system for estuaries, coastal waters and seas // Environmental software. – 1992. - Vol. 7.- № 4.- P. 229-240.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

### **«МЕРКУРИЙ» ПАРОМЫНЫҢ АПАТЫ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕЛ АҒЫСТАРЫН ЕСЕПТЕУ ҮШІН КАСПИЙ ТЕНІЗІНІҢ ДАУЫЛЫН ПАЙДАЛАНУ**

Геогр. ғылымд. канд.    Н.И. Ивкина  
Т.П. Строева

*Мақалада 2002 жылдың қазан айында болған «Меркурий» паромының апаты аймағындағы жел ағыстарын жедел үлгілеумен байланысты мәселелер қарастырылған. Қолданылған тәсіл суреттеліп, есептеу үлгілері келтірілген.*

УДК 556.552(574.51)

**ВОДНЫЙ БАЛАНС КАПШАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Канд. геогр. наук

И.И. Скоцеляс

Канд. техн. наук

В.И. Ли

Канд. геогр. наук

В.П. Попова

*Дан краткий обзор предшествующих исследований. Изложена методика расчета годового водного баланса Капшагайского водохранилища. Приведены результаты расчета за 1971...2000 гг. и их анализ.*

**Краткий обзор предшествующих исследований**

Капшагайское водохранилище располагается на р. Или, в западной части Илийской долины, и является вторым по размерам среди искусственных водоемов Республики Казахстан. Площадь водосбора 113 тыс. км<sup>2</sup>. Кроме р. Или, его достигает ряд мелких водотоков (реки - Шилик, Каскелен, Мал. Алматинка, Кутентай, Саз-Талгар, Есик, Курузек, Карасу, Лавар, Терень-Кара, Актоган, ручьи - Шадай и Шенгельды).

Наполнение водохранилища начато в 1970 году. Несмотря на более чем 30-летнее существование, в настоящее время оно заполнено примерно наполовину по сравнению с проектировавшимся объемом. В 2000 году его объем составлял 16,42 км<sup>3</sup>, площадь зеркала - 1275 км<sup>2</sup>, в 2001 году - соответственно 16,60 км<sup>3</sup> и 1282 км<sup>2</sup>.

При проектировании водохранилища его водный баланс рассчитывался на уровни 1990, 1995 и 2000 годов исходя из наполнения водоема до отметок 480 и 485 м. В водном балансе учитывались приток поверхностных вод за вычетом их безвозвратных отъемов выше Капшагайской ГЭС, испарение с водной поверхности, фильтрация воды, сброс ее через агрегаты ГЭС и изменение объема водохранилища. Для расчета притока поверхностных вод использовался ряд естественного стока р. Или за период 1911...1981 гг. Среднее значение последнего за весь период составило 14,84 км<sup>3</sup>/год. Безвозвратные отъемы воды в бассейне рассматривались в трех вариантах - 0,83, 1,20, 1,40 км<sup>3</sup>/год. При этом приток поверхностных вод к водохранилищу по первому варианту безвозвратного водопотребле-

ния находился в пределах 9,84...22,81, по второму варианту - 9,47...22,44, по третьему варианту - 9,27...22,24 км<sup>3</sup>/год. Средние значения притока поверхностных вод за весь рассматривавшийся период соответственно равны 14,01, 13,64, 13,44 км<sup>3</sup>/год. Испарение с водохранилища при нормальном подпертом уровне (НПУ) = 480 м, более близкому к современному уровню, изменялось от 0,81 до 1,63 км<sup>3</sup>/год и в среднем составляло 1,19 км<sup>3</sup>/год. Фильтрация воды принималась постоянной, 0,32 км<sup>3</sup>/год. Сброс воды через агрегаты ГЭС рассчитывался также в трех вариантах - исходя из гарантированной водоотдачи не менее 10,80, 11,00 и 11,40 км<sup>3</sup>/год.

Первый водный баланс Капшагайского водохранилища, за 1971 год, составлен К. Б. Шергиной [11, 12]. В 1978...1987 годах водные балансы этого водоема помещались в серии "Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод" Государственного водного кадастра (ГВК), издаваемой Казгидрометом. Вопросы испарения с водной поверхности водохранилища отдельно посвящены работы С.Н. Нургалиева [5], К.Б. Шергиной [13], Е.В. Большаковой и Э.В. Пакалн [1]. Оценка притока поверхностных вод в водоем за 1971...1973 годы дана в [14], бокового притока за 1970...1997 годы - в [8]. В упомянутой работе Е.В. Большаковой и Э.В. Пакалн приведены также результаты определения испарения с территории, подтопленной водохранилищем, и пополнения подземных вод.

В опубликованных годовых водных балансах Капшагайского водохранилища учитывались приток поверхностных вод, поступление воды с атмосферными осадками, сброс воды в нижний бьеф, испарение с водной поверхности, потери воды на орошение и испарение с подтопленных территорий, изменение объема в водоеме.

Основной приток поверхностных вод к водохранилищу К.Б. Шергиной и Казгидрометом принимался по данным наблюдений за стоком р. Или в 170(171) км выше ГЭС. Для учета боковой приточности большей частью использовались данные гидрометрических измерений на постах, располагавшихся у выхода из гор или находившихся на сравнительно небольшом удалении от последних. Только для оценки притока по рекам Шилик и Каскелен Казгидрометом и по р. Шилик К. Б. Шергиной привлекалась фактическая информация о расходах воды на устьевых участках. С площади водосбора, не охваченной гидрометрическими измерениями, К.Б. Шергиной [11] боковая приточность рассчитывалась по среднемесячному модулю стока:

$$V_{\text{пр}} = 86,4 \cdot M \cdot F_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{пр}}$  - боковая приточность с площади водосбора, не охваченной гидрометрическими измерениями, м<sup>3</sup>/мес;  $M$  - модуль стока по карте среднего годового стока [6], дм<sup>3</sup>/с км<sup>2</sup>;  $F_{\text{пр}}$  - площадь водосбора, не охваченная гидрометрическими измерениями, км<sup>2</sup>.

В работе [12] К. Б. Шергина, а позже и Казгидромет, для определения боковой приточности использовали эмпирическое выражение

$$V_{\text{пр}} = n(0,0004 \cdot Q_{\text{ш}} + 0,0002 Q_{\text{к}}), \quad (2)$$

где  $V_{\text{пр}}$  - боковая приточность с площади водосбора, не охваченной гидрометрическими измерениями, км<sup>3</sup>;  $n$  - число суток в месяце;  $Q_{\text{ш}}$  - расход воды реч. Шенгельды у с. Шенгельды, м<sup>3</sup>/с;  $Q_{\text{к}}$  - то же р. Курты у колхоза им. Ленина (пос. Куртстрой).

Как полагает К.Б. Шергина [11], полученные таким путем величины  $V_{\text{пр}}$  включают также подземный приток воды в водохранилище и подрусловой сток в створах тех рек, в которых производились гидрометрические измерения. С этим, по-видимому, нельзя полностью согласиться, так как выражение (1) не учитывает изменения стока, происшедшие под влиянием хозяйственной деятельности. В выражении (2) этот учет не полный. Общий приток вод в водохранилище, по данным этих исследований, за рассматривавшиеся годы находился в пределах 12,40...17,78 км<sup>3</sup>/год.

Согласно исследованиям С.М. Шапиро и Т.Н. Винниковой [10], подземный сток равен 0,22 км<sup>3</sup>/год (607 590 м<sup>3</sup>/сут). По Ж. Достаяеву [3], из предгорной равнины, примыкающей к Заилийскому Алатау, в 1970...1982 гг. подземный сток в сторону Капшагайского водохранилища составлял от 0,10 до 0,28, в среднем 0,19 км<sup>3</sup>/год. При этой оценке подземный сток принимался пропорциональным поверхностному из той же территории, что в принципе не совсем правильно: ежегодные изменения его должны быть более сглаженными. Последнее связано с тем, что выклинивание подземных вод по времени запаздывает по сравнению с потерями поверхностного стока в подземные горизонты.

В работе [8] боковую приточность к Капшагайскому водохранилищу рекомендуется определять по формуле

$$Q_{\text{бп}} = 1,02 \sum Q - 1,37 Q_{\text{вз}} - 18,7, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{бп}}$  - суммарный средний годовой расход воды рек в нижней части



предгорной равнины, расположенной в междуречье Каскелен - Шилик,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\sum e$  - то же при выходе из гор,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{88}$  - суммарный забор воды из водотоков в бассейне р. Шилик,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Формула (3) получена на основе обобщения всех имевшихся данных о стоке в устьях боковых притоков Капшагайского водохранилища и заборах воды на хозяйственные нужды в 1942...1997 гг. Связь, которую эта формула выражает, достаточно тесная ( $r = 0,89$ ). Поскольку расстояние от устьевых постов до водохранилища, как правило, было небольшим, можно полагать, что формула (3) учитывает, по крайней мере, большую часть выклинивавшихся подземных вод.

Поступление воды на поверхность водохранилища с атмосферными осадками К.Б. Шергина определяла по данным наблюдений на М Капчагай, Шилик и Жаркент (Панфилов). В измеренные на этих станциях осадки по методике ГГО-КазНИИ вводились поправки на смачивание, испарение и ветровой недоучет [2]. Казгидромет использовал данные по М Капчагай, Карачок и Шилик. Объем воды, поступившей с атмосферными осадками за рассматривавшиеся годы, был в пределах  $0,23...0,53 \text{ км}^3/\text{год}$ .

Сброс воды в нижний бьеф водохранилища и К.Б. Шергиной, и Казгидрометом принимался по данным учета стока через створ Капшагайского гидроузла, а испарение с водной поверхности определялось по формуле А.П. Браславского и С.Н. Нургалиева, имеющей вид:

$$E = 0,14n(e_0 - e_{200})[1 + 0,8 \cdot u_{200} + f(\Delta t)], \quad (4)$$

где  $E$  - слой испарившейся воды с поверхности водоема,  $\text{мм}/\text{мес}$ ;  $n$  - число суток в месяце;  $e_0$  - максимальная упругость водяного пара при температуре испаряющей поверхности,  $\text{гПа}$ ;  $e_{200}$  - упругость водяного пара, содержащегося в воздухе на высоте 2 м над водоемом,  $\text{гПа}$ ;  $u_{200}$  - скорость ветра над водоемом,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $\Delta t$  - разность температур поверхности воды и воздуха на высоте 2 м,  $^\circ\text{C}$ .

Одним из основных недостатков этой формулы является то, что она не учитывает взаимодействие свободной и вынужденной конвекции. Объемы испарившейся воды, рассчитанные по ней за несколько лет для Капшагайского водохранилища, находились в пределах  $0,96...2,29 \text{ км}^3/\text{год}$ . Слой испарения за год с его поверхности, по расчетам С.Н. Нургалиева за 1936...1971 годы, изменялся от 1010 до 1228 мм, при среднем значении 1129 мм.

Испарение с подтопленных территорий, по оценке Е.В. Большаковой и Э.В. Пакалн, за период 1971...1979 годы изменялось в пределах

0,20...0,70 км<sup>3</sup>/год. Эта оценка производилась отдельно для теплого и холодного периода года. Для теплого периода использовался метод радиационного баланса и комплексный метод [7], для холодного - эмпирическая формула, учитывающая дефицит влажности воздуха на высоте 2 м над снежной поверхностью. При расчетах испарения учитывался гидрогеологический прогноз развития подпора и изменения залегания подземных вод, составленный С.М. Шапиро и Т.Н. Винниковой в зависимости от объема водохранилища [10].

К.Б. Шергина испарение с подтопленных территорий определяла по методике А.Р. Константинова [4]. Величина этого испарения, включающая и испарение с территории, увлажненной оросительными каналами, в 1971 году составила 0,82 км<sup>3</sup>/год. Казгидромет эту составляющую водного баланса принимал постоянной в течении всех лет - равной 0,78 км<sup>3</sup>/год.

В начальный период существования Капшагайского водохранилища часть задержанной воды в нем расходовалась на пополнение подземных вод, включавшее насыщение зоны аэрации ложа и фильтрацию в берега [9]. В водном балансе водохранилища эта составляющая ранее не учитывалась, однако отдельно, как упоминалось выше, пополнение подземных вод оценивалась Е.В. Большаковой и Э.В. Пакалн. Для его расчетов этими исследователями использовались выражения, приведенные, в частности, в работе И.А. Шикломанова [15]:

$$W_{п.з.} = W_{з.з.} + W_{б.з.} \quad (5)$$

$$W_{з.з.} = F_3 \cdot H_3 \cdot \mu_3 \cdot 10^{-3}, \quad (6)$$

$$W = 0,5 \cdot K_n \cdot \mu_6 \cdot W_{общ} \cdot H_6^{0,6}, \quad (7)$$

где  $W_{п.з.}$  - пополнение подземных вод, км<sup>3</sup>/год;  $W_{з.з.}$  - насыщение зоны аэрации ложа водохранилища, км<sup>3</sup>/год;  $W_{б.з.}$  - объем воды, поступивший в берега, км<sup>3</sup>/год;  $F_3$  - площадь затопления, км<sup>2</sup>;  $H_3$  - средняя мощность зоны аэрации ложа водохранилища, м;  $\mu_3$  - недостаток насыщения грунта (коэффициент водоотдачи);  $K_n$  - коэффициент наполнения водохранилища;  $\mu_6$  - коэффициент водоотдачи грунтов на территориях, прилегающих к водохранилищу;  $W_{общ}$  - полный объем водохранилища по проекту, км<sup>3</sup>;  $H_6$  - средняя глубина залегания уровня подземных вод на территориях, прилегающих к водохранилищу, м.

По расчетам Е.В. Большаковой и Э.В. Пакали, наибольшие затраты воды на фильтрацию в ложе и берега водохранилища пришлось на 1971, 1972 и 1975 годы и составляли соответственно 0,87, 0,89 и 0,92 км<sup>3</sup>/год, в остальные годы - находились в пределах 0,26...0,29 км<sup>3</sup>/год. В этой оценке прежде всего вызывает сомнение значение, полученное для 1975 года: уровень воды в водохранилище в 1975 году находился на отметке 473,17 м, в 1974 году - на отметке 474,33 м, следовательно, и  $W_{б.в.}$  в 1975 году должно было быть меньше, чем в предыдущем. Кроме того, долина р. Или преимущественно заполнена песчано-гравийно-галечниковыми отложениями [10], для которых коэффициент водоотдачи  $\mu$  находится в пределах 0,25...0,35 [3, 9]. В работе же Е.В. Большаковой и Э.В. Пакали принято значение  $\mu = 0,12$ , характерное для тонкозернистых песков и супесей.

При составлении водных балансов водохранилища за некоторые годы Казгидромет также учитывал заборы воды на хозяйственные нужды. Таким образом, на основе изложенного можно отметить, что необходимы уточнения ранее составленных водных балансов Капшагайского водохранилища и дополнительная их оценка за остальные годы.

#### Принятая методика расчета водного баланса

Для расчетов ежегодных водных балансов Капшагайского водохранилища принято следующее уравнение:

$$V_{пов.} + V_{подз.} + V_x - V_c - V_u - V_{н.п.} - V_{н.в.} - V_z = \Delta W, \quad (8)$$

где  $V_{пов.}$  - приток поверхностных вод, км<sup>3</sup>/год;  $V_{подз.}$  - приток подземных вод, км<sup>3</sup>/год;  $V_x$  - атмосферные осадки, выпавшие на водное зеркало водохранилища, км<sup>3</sup>/год;  $V_c$  - сброс воды в нижний бьеф, км<sup>3</sup>/год;  $V_u$  - испарение с водной поверхности, км<sup>3</sup>/год;  $V_{н.п.}$  - испарение с подтопленных территорий, км<sup>3</sup>/год;  $V_{н.в.}$  - пополнение подземных вод, км<sup>3</sup>/год;  $V_z$  - забор воды на хозяйственные нужды за вычетом сброса в водохранилище использованных вод, км<sup>3</sup>/год;  $\Delta W$  - изменение объема воды в озере за год, км<sup>3</sup>/год;

Приток поверхностных вод определен как сумма объемов годового стока р. Или в 164 (171, 170) км выше Капшагайской ГЭС, боковой приточности из левобережных рек, впадающих в водохранилище, и руч. Шенгельды у с. Шенгельды. При этом в связи с неполными данными за сток Или в 164 км выше ГЭС в 1996 году для его восстановления использовано эмпирическое выражение

$$Q_{164} = 0,80Q_{3-12} + 39, \quad (9)$$

где  $Q_{164}$  - средний годовой расход воды р. Или в 164 км выше ГЭС,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  
 $Q_{3-12}$  - средний расход воды за март - декабрь в том же створе,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Боковая приточность из левобережных рек рассчитана по формуле (3). При этом суммарный средний годовой расход воды рек у выхода из гор ( $\Sigma Q$ ) на предгорную равнину, примыкающую к северному склону Заилийского Алатау, получен по наблюдениям на гидрологических постах р. Шилик - с. Малыбай, р. Асы - с. Асысага, Турген - с. Таутурген, р. Есик - г. Есик, р. Талгар - г. Талгар, р. Мал. Алматинка - г. Алматы, р. Бол. Алматинка - в 2 км выше устья р. Проходной, р. Проходная - устье, руч. Тересбутак - устье, р. Аксай - с. Аксай, р. Каскелен - г. Каскелен, р. Шемолган - с. Шемолган.

За те годы, когда наблюдения за стоком на каком-либо из перечисленных постов не производились или были не полными,  $\Sigma Q$  определена путем приведения суммарного расхода воды по остальным постам с помощью установленных корреляционных связей. Особенно сложная в этом отношении ситуация сложилась в 1998...2000 гг.: данные по годовому стоку отсутствовали по большинству постов у выхода из гор. Поэтому приток поверхностных вод в водохранилище за 1998...2000 гг. вычислен с учетом выражения

$$Q_{\text{нов}} = 1,072 \cdot Q_{164} + Q_{\text{ш}} - 6,2, \quad (10)$$

где  $Q_{\text{нов}}$  - суммарный средний годовой расход воды всех рек, достигающих водохранилища,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{164}$  - средний годовой расход воды р. Или в 164 (171, 170) км выше ГЭС,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{\text{ш}}$  - то же для руч. Шенгельды у с. Шенгельды.

Годовой сток руч. Шенгельды до 1993 года включительно принят по данным наблюдений, за более поздние годы - средним из предшествующих лет ( $0,21 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Подземный приток воды в водохранилище рассматривался в двух вариантах. В первом варианте эта составляющая баланса была принята равной  $0,22 \text{ км}^3/\text{год}$ , во втором - не учитывалась по отмеченной ранее причине.

Поступление воды с атмосферными осадками определено как среднее арифметическое по данным наблюдений на метеорологических станциях Капчагай, Карачок и Шилик. В измеренные осадки на этих станциях по методике ГГО-КазНИИ вводились поправки на смачивание, испарение и ветровой недоучет. За те годы, когда наблюдений по станции Карачок не было, для определения осадков использовалась выражение

$$X_3 = 0,95X_2 + 4,11, \quad (11)$$

где  $X_3$  - средний слой атмосферных осадков по метеорологическим станциям Капчагай, Карачок и Чилик, мм;  $X_2$  - то же по станциям Капчагай и Чилик.

Сброс воды из водохранилища в нижний бьеф принимался в двух вариантах - по данным учета стока через Капшагайский гидроузел и по наблюдений на посту Казгидромета р. Или - уроч. Капшагай.

Расчет испарения с водной поверхности произведен методом теплового баланса с помощью модели, разработанной А.П. Браславским. В качестве исходных данных использованы наблюдения за температурой и влажностью воздуха, скоростью и направлением ветра, общей и нижней облачностью, измеренные на метеорологических станциях Капчагай, Карачок и Шилик. Для акватории водохранилища испарение определено как среднее арифметическое значение из полученных результатов по трем станциям, а за годы до открытия станции Карачок - по выражению

$$E_3 = 0,82E_2 + 208,5, \quad (12)$$

где  $E_3$  - средний слой испарения, рассчитанный по данным наблюдений на метеорологических станциях Капчагай, Карачок и Чилик, мм;  $E_2$  - то же по станциям Капчагай и Чилик.

Испарение с затопленных территорий до 1979 года включительно принято по работе [1], а за более поздние годы равным  $0,78 \text{ км}^3/\text{год}$ . Последнее связано с тем, что уровень воды в последующий период был близким к наблюдавшемуся в 1979 году и лишь в отдельные годы повышался на  $1 \dots 3 \text{ м}$ . При таком непродолжительном повышении уровня воды, очевидно, не могли произойти существенные структурные изменения в растительном покрове на затопленных территориях. Кроме того, как показано в работе [1], увеличение площади водохранилища, соответствующее таким колебаниям уровня воды, не должно значительно повлиять на испарение с затопленных территорий.

Для определения пополнения подземных вод использовано выражение (7), позволившее рассчитать общий объем оттока в берега за период ее возможного существования. Расчет произведен при  $K_n = 0,50$ ,  $\mu_n = 0,30$ ,  $H_b = 3,5 \text{ м}$ ,  $W_{\text{общ}} = 28,14 \text{ км}^3$ . При этих исходных данных объем оттока воды в берега  $W_{\text{бк}} = 4,48 \text{ км}^3$ . Распределение его по годам, с начала заполнения водохранилища, принято, согласно И.А. Шикломанову [15], в следующих пропорциях: 30, 20, 15, 10, 8, 6, 5, 4 %. То есть полученный объем

*W<sub>6.в.</sub>* ранжирован в убывающем порядке исходя из предположения, что через 8 лет отток воды в берега прекратится.

Что же касается насыщения водой ложа водохранилища, то оно, как считает И.А. Шикломанов, происходит в течение первых 10...20 суток после начала заполнения водохранилища. При составлении ежегодных водных балансов эта составляющая не учитывалась. Такой учет необходим только в водном балансе за 1970 год, рассчитать который невозможно из-за отсутствия прежде всего уровенных наблюдений на водохранилище.

Объемы заборов воды из водохранилища и сброса вод в последнее после хозяйственного использования в 1990...2000 годах приняты по данным Балхаш-Алакольского водохозяйственного управления. За более ранние годы такая информация сохранилась только частично. Поэтому в водных балансах водохранилища за многие годы водозаборы и сбросы использованных вод учтены приближенно на основе данных за годы, для которых соответствующая информация имелась.

Ежегодные фактические изменения объемов воды в водохранилище получены по уровням воды, осредненным по постам г. Капчагай, М Карачок и 109 км выше ГЭС. При этом уровни на начало года и на конец предыдущего года принимались одинаковыми, средними за 31.12 и 01.01 соседних лет. Определение объемов производилось путем интерполяции координат кривой зависимости объема от уровня воды, построенной Институтом энергетики АН КазССР по данным батиметрической съемки водохранилища. Аналогично, но только по координатам кривой зависимости площади от уровня и средним годовым значениям последнего, получены также площади водохранилища, использовавшиеся при расчетах объемов испарения и выпавших атмосферных осадков.

Исключение составили 1993 и 1994 годы. Объем воды соответственно на конец и начало этих лет установлен по осредненным уровням воды на упомянутых постах за период 27.12...05.01. Такое отличие в определении объема водохранилища по сравнению с другими годами связано со сгонно-нагонными явлениями, наблюдавшимися в данный промежуток времени.

Одновременно водомерные наблюдения на постах, расположенных у г. Капчагай, М Карачок и в 109 км выше ГЭС, производились только в 1974...1987 гг. Для остальных лет была осуществлена привodka уровней, измеренных на одном-двух постах, к их значениям по трем постам. Для

этого использовались уравнения, параметры которых приведены в табл. 1. Общий вид уравнений следующий:

$$H = kH^* + b, \quad (13)$$

где  $H$  - расчетный средний годовой ( $H_{cp}$ ), на начало ( $H_n$ ) или конец года ( $H_k$ ) уровень воды, приведенные к наблюдениям по трем постам, см;  $H^*$  - фактический средний годовой ( $H_{cp}$ ), на начало ( $H_n$ ) или конец года ( $H_k$ ) уровень воды при наличии наблюдений по одному-двум постам;  $k, b$  - параметры выражений.

Таблица 1

Параметры уравнения (13) для приведения уровней воды к наблюдавшимся по трем постам

Расчетный уровень, см	Параметры выражений при наличии постов					
	г. Капшагай и М Карачок		г. Капшагай		М Карачок	
	$k$	$b$	$k$	$b$	$k$	$b$
$H_{cp}$	0,999	2,34	1,004	-2,46	0,995	6,12
$H_n$	0,997	3,37	1,009	-6,26	0,992	7,28
$H_k$	0,995	4,32	1,002	-1,43	0,989	9,44

В 1994, 1995 и 1999 годах водомерные наблюдения проводились только на посту М Карачок и то в течение не всех месяцев. Для этих лет среднегодовые уровни восстановлены соответственно по следующим уравнениям:

$$H_{cp} = 1,01H_{1-5,7-10} - 8,1, \quad (14)$$

$$H_{cp} = 0,31 \cdot H_{н.з.} + 0,69 \cdot H_{к.з.} + 1,1, \quad (15)$$

$$H_{cp} = 0,90 \cdot H_{4-12} - 76,8, \quad (16)$$

где  $H_{cp}$  - средний годовой уровень воды в водохранилище, см;  $H_{1-5,7-10}$  - средний уровень воды за январь-май и июль-октябрь по посту у М Карачок, см;  $H_{н.з.}$  - восстановленный уровень воды на 01.01, см;  $H_{к.з.}$  - то же на 31.12;  $H_{4-12}$  - средний уровень воды за период апрель-декабрь по посту у М Карачок, см.

В 1998 году на водохранилище водомерных наблюдений вообще не было. В этом случае уровень воды на начало года принят равным его значению на конец предыдущего года, а среднегодовой уровень и уровень на конец года 1998 года получены по выражениям

$$H_{cp} = 0,65 \cdot H_n + 14,6 \cdot V_{164} + 97,5, \quad (17)$$

$$H_k = 0,55 \cdot H_n + 29,1 \cdot V_{164} - 13,4, \quad (18)$$

где  $H_{cp}$  - средний годовой уровень воды в водохранилище, см;  $H_n$  - уровень воды на 01,01, принятый равным его значению на 31.12 по посту у мет. ст. Карачок, см;  $V_{164}$  - объем годового стока р. Или в 164 км выше ГЭС, км<sup>3</sup>/год. Уровни воды за все годы приведены к единой отметке "нуля графика" 467,50 м в Балтийской системе.

Таким образом, при расчетах ежегодных водных балансов Капшагайского водохранилища, с одной стороны, использованы наиболее современные методические разработки. С другой стороны, возникали различные трудности, связанные с частичным или полным отсутствием такой исходной информации, как сток рек, уровни воды в водохранилище, подземный приток воды, водозаборы и сбросы воды. Несмотря на эти трудности, использованные вспомогательные связи для восстановления недостающих данных позволили в значительной мере решить возникавшие проблемы.

### Результаты расчета водного баланса и их анализ

Водные балансы Капшагайского водохранилища рассчитаны за 1971...2000 гг. в четырех вариантах. В качестве примера в табл. 2 представлены результаты расчетов по 4 варианту.

За рассматривавшийся период приток поверхностных вод изменялся в пределах 10,35...22,68 км<sup>3</sup>/год, объем выпавших осадков от 0,18 до 0,57 км<sup>3</sup>/год. Средние их значения за 1971...2000 годы соответственно составляли 14,43 и 0,21 км<sup>3</sup>/год. Элементы расходной части балансов находились в следующих пределах: 10,44...17,20 км<sup>3</sup>/год - сброс воды в нижний бьеф через Капшагайский гидроузел; 10,15...18,95 км<sup>3</sup>/год - годовой объем стока р. Или в уроч. Капшагай; 0,76...1,34 км<sup>3</sup>/год - объем испарившейся воды, 0,18...0,90 км<sup>3</sup>/год; 0,04...0,19 км<sup>3</sup>/год - забор воды на хозяйственные нужды за вычетом обратного ее сброса в водохранилище. В среднем за весь период сброс воды в нижний бьеф через Капшагайский гидроузел составлял 12,63, годовой объем стока р. Или в уроч. Капшагай был равен 12,47, объем испарившейся воды - 1,16 км<sup>3</sup>/год. Наибольшие водозаборы из водохранилища производились в конце 80-х годов. В 90-е годы изъятия воды на хозяйственные нужды постепенно уменьшались и достигли минимума в 1998...1999 годах. Сбросы использованных вод обратно в водохранилище по сравнению с водозаборами были незначительными.

В первом варианте расчетов водного баланса водохранилища сброс воды в нижний бьеф принят по данным учета стока через Капшагайский гидроузел, подземный приток воды - равным 0,22 км<sup>3</sup>/год.



Таблица 2

## Водный баланс Капшагайского водохранилища

Год	Приход			Расход						$\Delta W_{\phi}$	$\Delta W_p$	$\delta$
	$V_{\text{плос}}$	$V_x$	Всего	$V_c$	$V_u$	$V_{\text{осн}}$	$\overline{W_{\text{осн}}}$	$V_s$	Всего			
1971	17,12	0,20	17,32	12,36	0,76	0,20	0,90		14,22	3,70	3,10	0,60
1972	14,51	0,37	14,88	10,72	0,92	0,36	0,67		12,67	1,90	2,21	-0,31
1973	17,53	0,39	17,92	13,66	1,14	0,46	0,45		15,71	2,98	2,21	0,77
1974	12,07	0,28	12,35	11,89	1,15	0,55	0,36		13,95	-1,28	-1,59	0,31
1975	11,3	0,20	11,50	11,73	1,16	0,45	0,27		13,61	-0,21	-2,10	1,89
1976	12,3	0,43	12,73	11,35	1,14	0,54	0,22		13,25	1,10	-0,51	1,61
1977	13,33	0,34	13,67	10,91	1,23	0,55	0,18		12,87	-0,32	0,81	-1,13
1978	13,36	0,36	13,72	10,47	1,25	0,60		0,12	12,44	1,12	1,28	-0,16
1979	14,75	0,43	15,18	11,45	1,15	0,70		0,12	13,42	1,60	1,76	-0,16
1980	16,51	0,32	16,83	13,31	1,34	0,78		0,12	15,55	0,89	1,29	-0,40
1981	16,2	0,42	16,62	13,78	1,21	0,78		0,12	15,89	-0,34	0,73	-1,07
1982	13,14	0,27	13,41	12,43	1,30	0,78		0,12	14,63	-1,35	-1,22	-0,13
1983	12,92	0,27	13,19	10,15	1,30	0,78		0,12	12,35	-0,05	0,84	-0,89
1984	12,32	0,32	12,64	10,66	1,24	0,78		0,12	12,80	-0,53	-0,16	-0,37
1985	14,81	0,45	15,26	10,85	1,20	0,78		0,19	13,02	0,95	2,23	-1,28
1986	13,38	0,28	13,66	10,5	1,25	0,78		0,19	12,72	-0,45	0,94	-1,39
1987	17,63	0,57	18,20	14,95	1,20	0,78		0,19	17,12	0,64	1,08	-0,44

Год	Приход			Расход						$\Delta W_e$	$\Delta W_n$	$\delta$
	$V_{\text{вн}}$	$V_z$	Всего	$V_c$	$V_a$	$V_{\text{и.л.}}$	$W_{\text{и.л.}}$	$V_2$	Всего			
1988	22,69	0,54	23,23	17,58	1,25	0,78		0,19	19,80	2,07	3,43	-1,36
1989	13,84	0,28	14,12	15,14	1,25	0,78		0,19	17,36	-2,96	-3,25	0,29
1990	14,17	0,36	14,53	13,5	1,17	0,78		0,19	15,64	-1,39	-1,11	-0,28
1991	14,48	0,18	14,66	10,34	1,20	0,78		0,11	12,43	1,14	2,23	-1,09
1992	11,9	0,39	12,29	10,34	1,09	0,78		0,11	12,32	-0,03	-0,04	0,01
1993	16,75	0,49	17,24	13,43	1,14	0,78		0,11	15,46	2,15	1,78	0,37
1994	15,33	0,46	15,79	16,34	1,23	0,78		0,10	18,45	0,18	-2,66	2,84
1995	10,63	0,26	10,89	12,14	1,22	0,78		0,10	14,24	-1,68	-3,35	1,67
1996	15,43	0,41	15,84	12,14	1,14	0,78		0,08	14,14	1,21	1,69	-0,48
1997	13,17	0,27	13,44	12,61	1,26	0,78		0,07	14,72	-0,16	-1,28	1,12
1998	18,61	0,53	19,14	16,43	1,17	0,78		0,04	18,42	0,94	0,72	0,22
1999	21,45	0,43	21,88	18,95	1,23	0,78		0,04	21,00	0,53	0,89	-0,36
2000	17,54	0,43	17,97	16,29	1,30	0,78		0,07	18,44	-0,86	-0,48	-0,38
Сред.	14,40	0,36	14,76	12,47	1,16	0,69	0,07	0,09	14,48	0,26	0,28	-0,02

Преобладающее большинство невязок балансов ( $\delta$ ) в этом варианте, для 20 лет, находится в пределах  $\pm 1,00$  км<sup>3</sup>/год, для 25 лет  $\delta < \pm 1,50$  км<sup>3</sup>/год. Максимальная невязка ( $\delta_{max}$ ) пришлось на 1994 год и составила 2,94 км<sup>3</sup>/год. В среднем за 30-летний период  $\delta = -0,01$  км<sup>3</sup>/год.

Во втором варианте сброс воды в нижний бьеф принят по данным наблюдений за стоком на посту р. Или - уроч. Капшагай, подземный приток воды - равным 0,22 км<sup>3</sup>/год. Для 19 лет  $\delta < \pm 1,00$  км<sup>3</sup>/год, для 25 лет  $\delta < \pm 1,50$  км<sup>3</sup>/год. Максимальная невязка 2,94 км<sup>3</sup>/год. Как и первом варианте,  $\delta_{max}$  пришлось на 1994 год. В среднем за 30 лет  $\delta = -0,23$  км<sup>3</sup>/год.

В третьем варианте сброс воды в нижний бьеф принят по данным учета стока через Капшагайский гидроузел, подземный приток воды не учитывался. Для 23 лет  $\delta < \pm 1$  км<sup>3</sup>/год, для 25 лет  $\delta < \pm 1,5$  км<sup>3</sup>/год. Максимальная невязка 3,16 км<sup>3</sup>/год. И в этом варианте  $\delta_{max}$  пришлось на 1994 год. В среднем за 30 лет  $\delta = 0,20$  км<sup>3</sup>/год.

В четвертом варианте сброс воды в нижний бьеф принят по данным наблюдений за стоком на посту р. Или - уроч. Капшагай, подземный приток воды не учитывался. Для 19 лет  $\delta < \pm 1$  км<sup>3</sup>/год, для 26 лет  $\delta < \pm 1,5$  км<sup>3</sup>/год. Максимальная невязка 2,84 км<sup>3</sup>/год. Также как и в трех предыдущих вариантах эта невязка пришлось на 1994 год. В среднем за 30 лет  $\delta = -0,02$  км<sup>3</sup>/год.

Одной из основных причин невязок водных балансов являются погрешности в определении притока поверхностных вод. Пониженной точностью характеризуются 1980, 1981, 1986, 1987, 1990...1994 годы, в основном из-за недостаточного количества измерений расходов воды на р. Или в 164 (171, 170) км выше Капшагайской ГЭС. В 1994 году, на который приходится наибольшие невязки во всех рассмотренных вариантах водного баланса водохранилища, подсчитанный сток в этом створе приближенный из-за сомнительных уровней в апреле - августе, то есть в наиболее многоводный период года. Кроме того, на точность расчетов баланса в этом году могло повлиять также приближенное определение уровня и начального объема воды в водохранилище из-за наблюдавшихся сгонно-нагонных явлений. В то же время относительно небольшие невязки балансов в 1998 и 1999 годах свидетельствуют, что за эти годы уровни и объемы воды восстановлены достаточно надежно. Несколько в меньшей мере это относится, по-видимому, к 1995 году, для которого невязка баланса во всех вариантах также оказалась одной из самых больших.

В табл. 3 дана оценка применявшейся методики годовых водных балансов с использованием критерия  $S/\sigma$  и коэффициента корреляции  $r$  между фактическим ( $\Delta W_{\phi}$ ) и рассчитанным ( $\Delta W_p$ ) изменениями объемов воды в водохранилище. Эта оценка произведена по водным балансам за весь период (1971...2000 гг.) и без учета 1994 года. Во втором случае последний был исключен по указанным выше причинам.

Таблица 3

Оценка принятой методики расчета годовых водных балансов  
Капшагайского водохранилища

Вариант	1971...2000 гг.				1971...1993, 1995...2000 гг.			
	$\sigma$	$S$	$S/\sigma$	$r$	$\sigma$	$S$	$S/\sigma$	$r$
1	1,44	1,00	0,69	0,78	1,47	0,91	0,62	0,82
2	1,44	1,03	0,72	0,82	1,47	0,93	0,63	0,86
3	1,44	1,02	0,71	0,78	1,47	0,92	0,63	0,82
4	1,44	1,00	0,70	0,82	1,47	0,88	0,60	0,86

На основании данных табл. 3 можно сделать следующие выводы:

- по всем вариантам расчетов водных балансов за период 1971...2000 годы значения  $S/\sigma$  и  $r$  получились достаточно близкими;
- аналогичная картина имеет место и при исключении 1994 года, однако, что естественно,  $S/\sigma$  и  $r$  существенно изменились в лучшую сторону - значения  $S/\sigma$  уменьшилось, а  $r$  увеличилось по сравнению с их оценками за весь рассматривавшийся период;
- несколько лучше оценки по четвертому варианту, который на основании этого следует считать основным;
- в целом принятая методика расчетов удовлетворительная, а значительные невязки водных балансов в отдельные годы связаны в основном с погрешностями исходных данных.

В результате проведенного исследования рассчитаны годовые водные балансы Капшагайского водохранилища за 1971...2000 годы. Анализ их показал, что использованные при этом методики достаточно надежные и эффективные. Особенно большие трудности при расчетах водных балансов были связаны с отсутствием в некоторые годы водомерных наблюдений и недостатком информации о стоке впадающих в них рек.

Для повышения точности составления водных балансов Капшагайского водохранилища необходимо:

- больше внимания уделять улучшению качества наблюдений на посту Казгидромета р. Или - в 164 км выше ГЭС, учитывающему основную долю притока воды в Капшагайское водохранилище;

- желательно хотя бы в течение нескольких лет возобновить также измерения стока на устьевых участках других рек, достигающих Капшагайского водохранилища, для уточнения методики расчета бокового притока;

- обеспечить непрерывные круглогодичные водомерные наблюдения, причем в верхней части водохранилища целесообразно открытие поста на месте бывшего в 109 км выше ГЭС;

- произвести современную оценку подземного притока воды в водохранилище.

Результаты оценки годовых водных балансов Капшагайского водохранилища рекомендуется учитывать при разработке концепции улучшения экологической обстановки в Прибалхашья и осуществлении конкретных мероприятий в этом направлении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большакова Е.В., Пакалн Э.В. Влияние Капшагайского водохранилища на режим и величину стока р. Или // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1983. - Вып. 80. - С. 97-105.
2. Браславский А.П., Чистяева С.П. Определение исправленных атмосферных осадков по методике ГГО-КазНИИ // Тр. КазНИГМИ. - 1979. - Вып. 65. - С. 3-94.
3. Достоев Ж. Трансформация стока рек северного склона Заилийского Алатау // Дисс. канд. геогр. наук. - 1990. - 189 с.
4. Константинов А.Р. Испарение в природе. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 532 с.
5. Нургалиев С.Н. К оценке нормы испарения с водной поверхности Капшагайского водохранилища // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. - 1974. - Вып. 11. - С. 120-126.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Т. 13. Центральный и Южный Казахстан. - Вып. 2. Бассейн озера Балхаш. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 645 с.
7. Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 95 с.

8. Скоцеляс И.И. и др. Боковой приток речных вод в Капшагайское водохранилище // Гидрометеорология и экология. - 2001. - № 3-4. - С. 69-79.
9. Справочное руководство гидрогеолога.- Л.: Недра, 1967.- Т. 1.-592 с.
10. Шапиро С.М., Винникова Т.Н. Гидрогеологические прогнозы в зоне Капшагайского водохранилища. - Алма-Ата: Наука, 1980. - 106 с.
11. Шергина К.Б. Водный баланс Капчагайского водохранилища (для условий начального наполнения) // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. - 1974. - Вып. 11. - С. 112-119.
12. Шергина К.Б. Исследование водного баланса Капчагайского водохранилища // Тр. ГГИ. - 1974. - Вып. 220. - С. 33-38.
13. Шергина К. Б. Испарение воды с поверхности Капчагайского водохранилища // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. - 1976. - Вып. 13. - С. 155-162.
14. Шергина К.Б. Оценка притока воды в водохранилище Капчагайской ГЭС // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. - 1976. - Вып. 13. - С. 163-169.
15. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. - Л.: Гидрометеоиздат, 1989. - 334 с.

Казахский научно-исследовательский институт  
Мониторинга окружающей среды и климата

### КАПШАҒАЙ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ СУ БАЛАНСЫ

Геогр. ғылымд. канд.

И.И. Скоцеляс

Техн. ғылымд. канд.

В.И. Ли

Геогр. ғылымд. канд.

В.П. Попова

*Бұрын жасалған зерттеулердің қысқаша шолуы берілген.  
Қапшағай су қоймасының жылдық су балансын есептеу әдістемесі  
суреттелген. 1971...2000 жж. Есептеулердің нәтижелері мен олар-  
дың талдауы келтірілген.*

УДК 556.01

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЧИРЧИКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Д.Р. Базаров

Ж.С. Казбеков

Дж. Х. Джуманов

Т.Г. Джунусов

*Описывается ГИС – технология создания компьютерных карт долины р. Чирчик, где поверхностные и подземные воды подвержены сильными техногенным нагрузкам. Говорится об опыте использования компьютерных карт в научных исследованиях и для анализа результатов производственной деятельности.*

В последние десятилетия обостряются экологические проблемы планеты: глобальные, региональные, локальные. Под влиянием техногенеза подвергаются разрушению природные экосистемы. Подземные и поверхностные воды, являющиеся составной частью геологической и географической среды, в результате их использования в орошаемом земледелии испытывают изменения свойств:

- изменение режима, баланса грунтовых вод и их загрязнение;
- истощение запасов подземных вод (особенно качественное);
- увеличение гидростатического напора в водоносных горизонтах вблизи водохранилищ и формирование новых месторождений [4];
- изменение гидрологического и гидрохимического (ухудшение качества и загрязнение воды) режима рек.

Эти процессы характерны для водных ресурсов (и подземных вод) Чирчикской долины, где развито сельское хозяйство и действуют крупные промышленные предприятия Республики Узбекистан. Промышленная техногенная нагрузка на отдаленных локальных участках долины достигла критической величины.

Особенность природных условий Чирчикской долины предопределили сильное влияние техногенеза (промышленное и сельскохозяйственное производство, водохозяйственная и коммунально-бытовая деятель-

ность и т.д.) на качество поверхностных и подземных вод, их динамику и взаимосвязь.

Если ранее р. Чирчик выполняла роль берегового регулирования (в паводок - питающий контур, в межень – региональная дрена), то в настоящее время река является круглогодичным региональным коллектором и дренажной (что обусловлено зарегулированностью стока, разбором воды из русла на лево и правобережные каналы) за исключением части русла, где расположены береговые водозаборы и карьеры нерудных материалов.

Речная долина слабо защищена от загрязнения, имеет тесную взаимосвязь поверхностных и грунтовых вод (ГВ), характеризуется региональным сельско-хозяйственным загрязнением верхней толщи ГВ (содержание нитратов 15...50 мг/дм<sup>3</sup>) [4]. Загрязнение ГВ промышленными стоками (“Электрохимпром” и УЗКТЖМ) проявляется на правобережье долины от г. Чирчика до Ташкента (протяженность ореола загрязнения более 15 км, ширина 3...4 км, содержание нитратов 60...100 мг/дм<sup>3</sup>). В этой части долины на левом берегу реки расположен крупный Кибрайский водозабор (в феврале 2002 г. в соответствии с постановлением Кабинета Министров РУз Кибрайский водозабор относится к статусу особо охраняемой территории). Необходимо отметить, что за последние годы промышленный ореол загрязнения продолжает двигаться вниз по долине, со скоростью (конвективного массопереноса) 0,82 м/сут (по нашим определениям за многолетний период наблюдений 1982...2002 г.), но количество нитратов постепенно сокращается (< ПДК).

В 2001 году вблизи источников загрязнения (2...3 км) нитраты превышают ПДК в два-три раза (ранее в 1967...1984 гг. протяженность ореола сильного загрязнения (6...8 ПДК) достигала 5...7 км. Таким образом, под влиянием объективных причин (сокращение промышленных стоков, внедрение оборотного водопотребления и более глубокой очистки сточных вод) намечается тенденция к самоочищению ГВ от нитратов на траверсе Чирчик – Ташкент.

Загрязнение приречных водозаборов ГВ долины р. Чирчик соединениями азота зависит от сбросов в реку “условно чистых” промышленных стоков, коллекторно - дренажных вод и канала Салар.

С целью оптимизации и информационного обеспечения научной деятельности специалистов – гидрогеологов, а также обоснования принятия решений при осуществлении мониторинга подземных вод в институте



ГИДРОИНГЕО ГГП «Узбекгидрогеология» начаты работы по использованию ГИС технологии MapInfo.

Необходимость всестороннего учета данных о гидрогеологических условиях отдельных территорий и республики в целом, увеличения информационных возможностей, аддитивности количественных и качественных показателей подземных вод, а также при соотнесении одних и тех же параметров различных масштабов исследований требует использования современных, математически обеспеченных информационно- картографических систем.

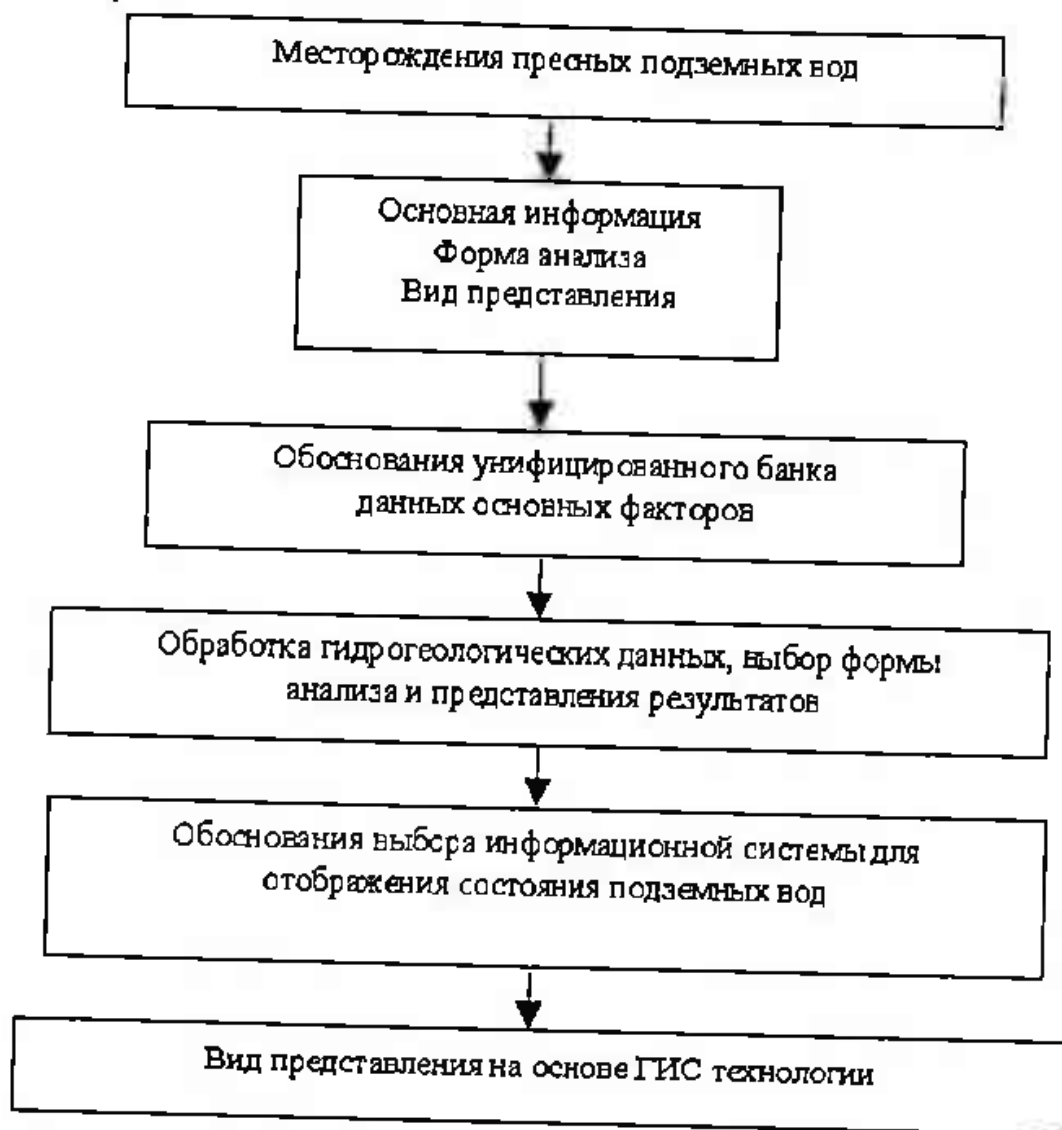
Функциональные возможности географической информационной системы (ГИС) MapInfo заменяют бумажные карты электронными, отражающими географический характер вместе с геолого-гидрогеологическими данными. Программный комплекс ГИС-MapInfo позволяет выполнять следующие операции с картами [1]:

1. открытие сразу нескольких слоев карт из табличных данных;
2. управление порядком показа слоев и возможности наложения друг на друга;
3. создание и настройка тематических карт;
4. изменение окна карты для ее оптимального представления;
5. поиск и статистическая обработка информации по объекту;
6. изменение проекции и единиц измерения, масштаба карты.

Сервисные возможности MapInfo очень удобны в работе и представляют дополнительные возможности при обработке и представлении материала. Например, окно статистики показывает суммарное и среднее значения для всех числовых полей в текущих выбранных записях. Число выбранных записей также отображается. После изменения выборки все данные пересчитываются, и окно статистики автоматически обновляется. Пусть, к примеру, карта содержит множество разнородной информации, организованной послойно. Если Вы выберете все слои, программа изменит масштаб так, чтобы показать всю карту. Если необходимы данные о гидрографии, укажите только этот слой. Программа покажет все поверхностные водные объекты [2].

В целях создания информационной системы гидрогеоэкологического мониторинга с использованием ГИС-технологии MapInfo в институте ГИДРОИНГЕО совместно с ТИИИМСХ были начаты работы по созданию электронных карт Чирчикского месторождения подземных вод (карта техногенной нагрузки, карта загрязнения, карта минерализации и др.).

Наполнение этих карт производится путем векторизации (оцифровки) растровой основы и привязки информации к соответствующим слоям карты.



*Рис. Схематическое изображение компьютерной подсистемы обработки гидрогеологических данных.*

Этапы и принципы применения ГИС – технологии заключаются в следующем. В начале создаётся и выбирается необходимый информационный массив для решения целевых гидрогеологических задач с последующим сканированием картографических материалов. Созданное растровое изображение привязывается к выбранной координатной системе (например, Пулковская проекция).

В качестве базовой растровой основы взята топографическая карта в пределах Чирчикского месторождения подземных вод. С данной растровой основы были оцифрованы, созданы векторные карты, основные информационные слои: гидрография, рельеф, автомобильные и железные дороги, населенные пункты, выраженные в масштабе карты, территории,

покрытые растительностью. К основным информационным слоям добавляются векторные картографические слои, содержащие специализированную геологическую и гидрогеологическую информацию: площади загрязнения подземных вод; расположение разведочных, наблюдательных, эксплуатационных скважин, водозаборных участков; карты распространения водоносных горизонтов, территорий с недостатком питьевой воды или плохим ее качеством, и т.д.

Из общего количества электронных карт, входящих в созданную картографическую систему Чирчикского долины, приведены карты фактического материала и схематическая карта минерализации и загрязнения. С каждым таким слоем связана базовая таблица, содержащая определенный набор сведений, характеризующая данный слой.

Так как процесс создания цифровой карты достаточно трудоемок и требует времени, необходимо четкое планирование последовательности работ. Совокупность цифровых карт вместе с базовыми информационными таблицами в качестве информационной системы месторождения подземных вод, должна представлять собою подробную характеристику гидрогеологического района, которая складывается из описи водоносных слоев, имеющихся в этом районе; сведений о запасах подземных вод и водоотборе; водопотребителях и целях использования вод, техническом состоянии водозаборных сооружений; сведений о режиме и качестве вод по всей территории и на водозаборах и т. д. [3]. Необходимым условием постановки информационной системы на конкретном объекте подземных вод является наличие сведений, характеризующих: занимаемую площадь и границы, глубину залегания и мощность (для водоносных горизонтов и комплексов), условия водообмена, уровни и пьезометрические поверхности подземных вод, физические, химические и гидрохимические показатели, а также использование подземных вод.

Созданные векторные карты позволяют оперативно и наглядно получить гидрогеологическую (и гидрологическую) информацию (количественную и качественную характеристику водоносного горизонта, паспортные данные скважины и т.д.), на любой площади в пределах объекта исследований.

Практика показывает, что картографическая информационная система может широко использоваться как при научных, так и производственных исследованиях, а также в сфере управления научными и производственными подразделениями, выдачи объективной (беспристрастной) информации заинтересованным организациям и ведомствам (причем в очень

ясной и красочной товарной форме). Особенно ГИС- технология может служить неоценимым факто-картографическим материалом для ведения, обоснованных выводов и принятия решений по мониторингу подземных вод. Так, например, в институте Гидроингео ГИС технология внедрена в различных научно тематических работах: определения перспективных площадей для постановке поисково-разведочных работ на пресные воды в центральных Кызылкумах, выявлению цикличности режима поверхностных и подземных вод и их взаимосвязи, для региональных и локальных работ по мониторингу подземных вод, изучению закономерностей и направленности гидрогеологических процессов и др.

Такие данные, составленные в начальный период формирования проекта работ, вводятся в компьютер, в дальнейшем по мере накопления материала и достижений научно-исследовательской мысли база данных должны пополняться и вводятся в ПЭВМ.

Одним из конечных результатов гидрогеологических работ должна являться картографическая компьютерная информационная система, регистрирующая информацию, на получение которой затрачены огромные усилия и средства. Результаты, как правило, представляются в картографической форме с табличными данными (паспортные, режимные и др.) что определяет в данном случае эффективность использования Географических Информационных Систем (ГИС) и, в частности, Map Info.

Таким образом, в целом, картографические геоинформационные системы могут служить средством оптимизации деятельности научных специалистов-гидрогеологов, в первую очередь, по выполнению функций факто- и картографического обеспечения, а также обоснованного принятия решений при осуществлении мониторинга подземных вод.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Современные геоинформационные технологии ARCREVIEW» г. Дмитров 1999, №3, №4.
2. «Современные геоинформационные технологии ARCREVIEW» г. Дмитров 2000, №1-3.
3. Куренной В.В. «Информационные системы и информационные технологии в гидрогеологии» // Разведка и охрана недр, 1999. - №12. - С. 40-42.
4. Проблемы загрязнения подземных вод // Тр. ГИДРОИНГЕО, Ташкент, - 2001.-124 с.

ГТП «Узбекгидрогеология» и ТИИМСХ

# ШЫРШЫҚ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫ БҰЛАҚ КӨЗДЕРІНІҢ КОМПЬЮТЕРЛІК ГЕОГРАФИЯЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІ

Д.Р. Базаров  
Ж.С. Қазбеков  
Ж. Х. Жұманов  
Т.Г. Жүнісов

*Жербеті және жерасты сулары техногендік ауыртпалықтарды қатты тартып отырған Шыршық өзені аңғарының компьютерлік картасын жасаудың ГАЖ-технологиясы баяндалған. Компьютерлік карталарды ғылыми зерттеулер және өндірістік әрекеттердің нәтижесін талдау үшін пайдалану тәжірибелері жайында айтылады.*

УДК 528.912:631.459.43

**МЕТОДИКА КАРТИРОВАНИЯ СТЕПЕНИ РИСКА  
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ,  
ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ СЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО  
ГЕНЕЗИСА**

А.Х. Хайдаров

*Описана методика создания карты-схемы оценки риска хозяйственной деятельности на примере нижней части бассейна р. Аксай.*

Основными картами селевой опасности должны стать карты оценки риска хозяйственной деятельности в горной и предгорной зонах крупных масштабов. Они призваны дать населению и директивным органам четкое представление о возможностях использования тех или иных территорий и позволить взвешенно планировать противоселевые мероприятия. Поэтому более подробно остановимся на методических подходах к созданию таких карт на примере карты-схемы оценки риска хозяйственной деятельности бассейна реки Аксай (Заилийский Алатау), обусловленного селевыми явлениями сейсмического и постсейсмического генезисов, созданной в КазНИИМОСК в 1999 году.

Под риском понимается (т. 36, стр. 544 второе издание, государственное научное издательство «Большая Советская энциклопедия», 1955) – «...возможность наступления убытков вследствие гибели или повреждения имущества...». Методы снижения риска при планировании землепользования в селеопасных зонах могут быть как активными, так и пассивными. К активным относятся – перенос или изменение существующей застройки. Если это экономически нецелесообразно или застройка будет продолжаться в любом случае, то требуется защита существующих объектов (строительство подпорных, селеотбойных стенок, селезадерживающих сооружений и т.д.). К пассивным методам относятся – ограничение нового строительства, регулирование застройки. Эффективным методом снижения ущерба является использование земель, подверженных опасным явлениям под неорошаемое земледелие, леса, заповедники и зоны отдыха; запрет на все виды работ, могущие привести к нарушению устойчивости массивов грунта.

Методика картирования степени риска хозяйственной деятельности в районах, подверженных воздействию селевых потоков сейсмического генезиса разработанная КазНИИМОСК включает в себя:

- сбор геологических, инженерно-геологических, гидрологических, гидрогеологических, топографических, геоморфологических материалов, аэрофотоснимков крупных масштабов по картируемой территории;
- анализ собранных материалов, составление приемлемой для выбранного масштаба карты топоосновы;
- выделение на картируемой территории участков развития комплексов горных пород, оказывающих решающее влияние на формирование, развитие и функционирование селевых очагов тектонического генезиса;
- анализ имеющихся данных по физико-механическим свойствам выделенных комплексов пород, при их отсутствии или недостаточном количестве – проведение соответствующего опробования;
- выбор основных сопоставимых численных критериев для выделения комплексов пород на основе их сравнительного анализа, проведение предварительного картирования зон распространения комплексов с определенным значением показателей физико-механических свойств;
- на основе дешифрирования аэрофотоснимков и путем проведения наземных маршрутов уточнение геоморфологических особенностей местности, связанной с выделенными зонами, уточнение их границ, выявление существующих оползней, селевых очагов, а также потенциальных массивов пород, в которых такие явления возможны; при этом обращается внимание на повышенную влажность, наличие трещин отпора, наличие свежих поверхностей скольжения, гравитационную неустойчивость рыхлообломочных отложений и т.д.
- оценка риска хозяйственной деятельности исходя из анализа всего вышеперечисленного и степени взаимного влияния физико-геологических процессов для конкретных участков картируемой территории. Например, выявление возможности образования следующей цепи событий: тектоническое воздействие – оползень, обвал или сель, перегораживающий русло ос-

новой реки – образование подпрудного озера – его прорыв с формированием селя по основной долине или напротив – чисто тектоническое воздействие на спокойную, устойчивую поверхность водораздела без каких-либо заметных последствий; назначение конкретной степени риска хозяйственной деятельности и ее картирование с учетом морфометрических характеристик местности.

Опробование этой методики проведено на примере нижней части бассейна р. Аксай, по которому удалось собрать минимум необходимых данных. Бассейн р. Аксай расположен в центральной части северного склона Заилийского Алатау. По своим характеристикам он занимает промежуточное положение в ряду других бассейнов описываемого региона. Площадь водосбора составляет 124 км<sup>2</sup>; годовой слой стока – 617 мм; площадь оледенения – 15,6 км<sup>2</sup>. Орографические и геологические характеристики бассейна близки к таковым других бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау. Поскольку бассейн р. Аксай качественно ничем не отличается от других основных бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау, данные, полученные в результате его изучения, в значительной степени могут быть распространены и на другие бассейны.

Результаты изучения орографии бассейна р. Аксай, данных инженерно-геологических исследований, тектоники района позволяют утверждать, что в раннем антропогене конус выноса р. Аксай располагался южнее современного положения. Вершина конуса выноса находилась в районе пересечения русла реки с линией разлома, которая является границей между современной верхней предгорной ступенью и среднегорьем. В начале среднего антропогена начались тектонические движения, приведшие со временем к образованию верхней предгорной ступени. Селевые потоки, формировавшиеся в высокогорной зоне, обогащались рыхлым материалом верхней предгорной ступени и отлагались в предгорной зоне. Таким образом, на верхней предгорной ступени начала формироваться горная долина, которая в настоящее время имеет длину около 6 км, глубину около 300 м [2].

Анализ мощности отложений позднего антропогена и голоцена, в пределах конуса выноса р. Аксай, свидетельствует о том, что селевая деятельность позднего антропогена и голоцена по своим масштабам (объем наносов в пределах конуса выноса) составляет незначительную долю от селевой деятельности в среднем антропогене.



Очаг рассредоточенного селеобразования Аюжар, расположенный в бассейне р. Аксай, образовался в результате землетрясения 1887 года. Он «выдает» ежегодно от одного до нескольких небольших селей дождевого генезиса. Однако наибольшую опасность в бассейне в настоящее время представляют селевые потоки гляциального генезиса и сели, которые могут формироваться в результате аномального увлажнения лессового покрова верхней предгорной ступени.

Карта – схема риска хозяйственной деятельности в бассейне р. Аксай представлена на рис. Основной задачей специальной карты-схемы является отображение зон формирования и распространения селевых очагов сейсмического генезиса во взаимосвязи их с комплексами подстилающих пород и рельефом местности, а также демонстрация степени риска хозяйственной деятельности как на территориях, подверженных воздействию селевых потоков, так и сформированных в этих зонах [1].

Для разработки топографической основы использована карта масштаба 1:50 000. Генерализация рисунка рельефа была достигнута путем разрежения горизонталей до основных и последующим увеличением масштаба до 1:25 000. Это позволило избежать излишней детализации и в то же время сохранить главные особенности рельефа.

Общегеографическая нагрузка карты-схемы соответствует нагрузке карты масштаба 1:50 000. Из нее исключены только условные знаки растительности, как имеющей незначительное влияние на формирование селевых очагов сейсмического генезиса. Кроме того, при изображении населенных пунктов (дачных массивов и пос. Таужолы) пришлось отойти от принятой на топографических картах масштаба 1:25 000 штриховки сели-тебных площадей по нескольким причинам. Основные из них: отсутствие планов застройки, отсутствие аэрофотоснимков крупных масштабов, возможная визуальная перегрузка карты из-за наложения штриховки основной нагрузки на штриховку населенных пунктов. Поэтому мы посчитали возможным ограничиться оконтуриванием площади поселений с размещением на ней черных прямоугольников в произвольном порядке, имея в виду общую схематичность карты.

Специальная нагрузка карты-схемы включает следующие элементы: зоны распространения основных комплексов пород (показано цветом); зоны тектонического дробления (показано линиями разломов); степень риска хозяйственной деятельности (показана цветом, штриховкой различной густоты). Кроме того, специальными значками показаны тела завалов,

действующие конусы выноса, очаг рассредоточенного селеобразования, оползни, линейные промоины.

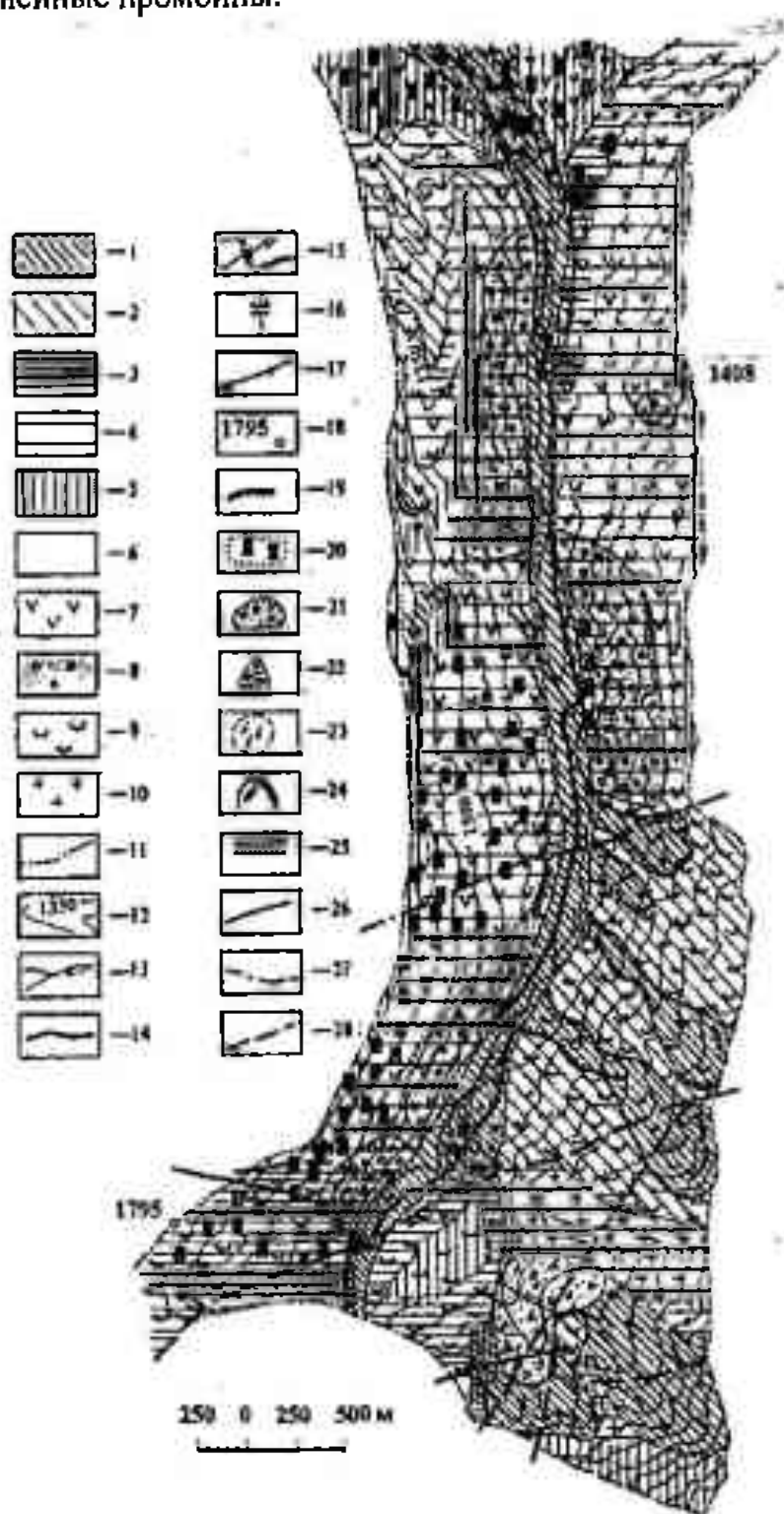


Рис. Карта-схема риска хозяйственной деятельности.

Степени риска хозяйственной деятельности: 1-катастрофическая; 2-кризисная; 3 – напряженная; 4-удовлетворительная; 5-благоприятная. Грунты подстилающих поверхностей. Четвертичные отложения: 6-отложения поймы и первых надпойменных террас (валуны, галька, песок); 7-

лессовидные желтовато-серые суглинки массивного однородного сложения; 8 - валунно-галечники с дресвяно-песчаным заполнителем. Неогеновые отложения: 9 - галечники, валунники, переслаивание с палевыми и красновато-бурыми алевролитами, плотными однородными охристыми глинами. Ордовикские интрузии: 10 - граниты, гранодиориты, дайки диабазовых порфиров. Дополнительные обозначения: 11-линия водораздела; 12 - горизонталы; 13 - река; 14 - автомобильная дорога; 15 - мосты; 16 - разрушающаяся селезащитная плотина; 17 - трубопровод водозабора; 18 - высотные отметки; 19 - обрывы; 20 - жилые массивы; 21 - тело завала 1887-х г.; 22 - действующие конусы выноса; 23 - очаг рассредоточенного селеобразования Акжар; 24 - оползневые образования; 25 - линейные промоины; 26, 27, 28 - разрывные нарушения: 26 - достоверные; 27 - перекрытые рыхлыми отложениями; 28 - предполагаемые.

Степень риска хозяйственной деятельности зависит от физико-механических свойств пород, в которых формируются селевые очаги, характера подстилающих поверхностей, рельефа местности. Степень риска картируется для условий одинакового сейсмического воздействия для всей площади, показанной на карте. Поэтому методической основой карты схемы является анализ имеющихся данных о физико-механических свойствах пород, к которым приурочены очаги селеформирования. Дешифрирование аэрофотоснимков и наземные обследования позволили уточнить геоморфологические особенности поверхности земли в районах распространения тех или иных пород. В результате были выделены три основные зоны формирования и развития селевых очагов, (численными критериями для выделения зон выбраны коэффициент фильтрации и сцепление):

1. Зона распространения пород котурбулакской свиты: валунно-галечники, перекрытые лессовидными суглинками мощностью от первых метров до первых десятков метров; большинство физико-геологических процессов связано с суглинками, а подстилающий их валунно-галечный материал лишь вовлекается в эти процессы. Коэффициент фильтрации суглинков – 0,2 м/сут, сцепление – 1,7 кг/см<sup>2</sup>. Рельеф поверхности отложений сглаженный, спокойный. Денудационные ложбины линейной формы с покатыми задернованными бортами. Селевые очаги, приуроченные к оползневым воронкам, также имеют линейную форму. В уступах воронок и бортах оврагов лессовидные суглинки в сухом состоянии хорошо держат вертикальные стенки.

2. Зона распространения неогеновых отложений хоргосской свиты, частично перекрытых переуплотненными непросадочными суглинками. Крутые и мелкие оползневые цирки буквально испещрили зону, создав сильно пересеченный пестрый рельеф, визуально резко отличающийся от рельефа зон распространения пород котурбулакской свиты и пород коренной основы. Поверхности скольжения оползней приурочены к прослоям с содержанием пылеватых частиц до 53 %, а глинистых до 28 %. Коэффициент фильтрации этих прослоев 0,002 м/сут, что на два порядка меньше, чем у суглинков, описанных выше, а сцепление составляет 0,8 кг/см<sup>2</sup>, что вдвое меньше, чем у тех же суглинков. Отложения неогена перекрывают тектонический уступ, сложенный серыми гранитами, с наклоном 50°. Нарушение обводнено, поэтому возникновение селевых очагов оползневого типа обусловлено наличием рыхлообломочных отложений с глинистыми прослоями, обводненного тектонического уступа и периодической активизацией тектонических движений.
3. Зона распространения пород коренной основы. В этой зоне очаг сосредоточенного селеобразования приурочен к бортам эрозионных воронок с углами наклона 37 - 45°, а в кулуарах – 70 - 75°. Физико-механические свойства элювиального чехла очень разнятся в зависимости от места залегания и степени сохранности пород коренной основы. В одних случаях это глины, легко разминаемые руками, несмотря на сохранение первоначальной структуры материнской породы, в других – рыхлообломочные образования с коэффициентом фильтрации до 17 м/сут. Объединяет их следующее: силы сцепления между минеральными зернами в породах чехла благодаря интенсивному физическому и химическому выветриванию сильно уменьшаются или исчезают совсем, что наряду с большими углами наклона поверхностей, на которых они залегают, обуславливает высокую гравитационную неустойчивость отложений.

При назначении степени риска хозяйственной деятельности кроме перечисленных выше критериев принимаются во внимание морфометрические особенности местности и выдвигаются некоторые дополнительные условия. Полная разработка условий хозяйствования в зонах риска (нормы полива, строительные нормы и т.д.) отсутствует, а она крайне необходима для составления карт риска крупных масштабов. Так, благоприятная степень назначается лишь для сглаженных водораздельных поверхностей с

углами наклона в первые градусы и низких прилавков с субгоризонтальной поверхностью.

Удовлетворительная степень назначается для склонов при условии недопущения их переувлажнения при поливах и перегрузки тяжелыми сооружениями. Напряженная степень назначается для площадок, расположенных на конусах выноса денудационных ложбин. Кризисная степень назначается для площадей, где строительство сооружений исключено, но которые могут использоваться для сенокосов, выпаса скота, посадок и т.д. Сюда относятся и выявленные бурением зоны аномального увлажнения, приуроченные к тальвегам ложбин и оползневым телам. Наконец, катастрофическая степень назначается для площадей, которые обязательно будут подвержены воздействию селевых потоков. Так, любой крупный селевой, обвальный или оползневой выброс из зон 2 или 3 (рис. 5) перегордит долину р. Аксай и вызовет мощный прорывной паводок, трансформирующийся в сель, который уничтожит все, что построено в пойме и на низких террасах реки. Тот же ущерб будет нанесен и при прохождении селей гляциального и дождевого генезисов, формирующихся в высокогорной зоне бассейна р. Аксай. Днище долины р. Аксай может быть использовано только в рекреационных целях при условии надежного оповещения о грозящей опасности.

По нашему мнению, подобными картами, выполненными специализированными подразделениями, обладающими необходимой технической и информационной базами, должны быть обеспечены все хозяйствующие субъекты, территории которых могут быть подвергнуты описанным рискам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Оценка риска хозяйственной деятельности, обусловленного селями сейсмического и постсейсмического генезиса в горной и предгорной зонах Заилийского Алатау / Проблемы предотвращения последствий разрушительных землетрясений. – Алматы: Эверо, 2002. – С. 194 – 200.
2. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ...к.г.н.. – Алматы, 1998. – 21 с.

Казгидромет, КазНИИМОСК

**СЕЙСМИКАЛЫҚ ГЕНЕЗИСТІ СЕЛДЕР ӘСЕРІНЕ ТҮСЕТІН  
АЙМАҚТАРДАҒЫ ШАРУАШЫЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІҢ ТӘУЕКЕЛІ  
ДЕҢГЕЙІН КАРТАҒА ТҮСІРУ ӘДІСІ**

А.Х. Хайдаров

*Ақсай өз. алабының төменгі жағы мысалында шаруашылық қызмет тәуекелін бағалаудың үлгі картасын жасау әдісі суреттелген.*

УДК 551.321/322 (574)

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЛЕДЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ

Т.Г. Токмагамбетов

*Дается анализ современного состояния оледенения северного склона Заилийского Алатау, который дает возможность исследовать регрессивную фазу оледенения.*

Современное оледенение на северном склоне Заилийского Алатау приурочено к району между  $75^{\circ}00'$  и  $78^{\circ}00'$  в.д. Здесь его крайними участками являются: на западе р. Узункаргалы и на востоке р. Тургень. Впервые полный подсчет размеров оледенения на территории Казахстана (1424 ледника общей площадью  $1913 \text{ км}^2$  и объемом  $50 \text{ км}^3$ ) сделал Пальгов Н.Н. в 1964 году [4]. С 1964 по 1972 года гляциологи сектора географии АН КазССР и отчасти УГМС Узбекской и Киргизской ССР занимались составлением 14 частей Каталога ледников КазССР. Данные о размерах оледенения в Заилийском Алатау следующие: количество ледников – 393, из них 325 ледников площадью от  $0,1 \text{ км}^2$  и более; площадь оледенения –  $422,7 \text{ км}^2$ , из них площадь оледенения ледников с площадью более  $0,1 \text{ км}^2$  –  $420,7 \text{ км}^2$ ; площадь «мертвого» льда под мореной –  $46,6 \text{ км}^2$ ; общая площадь –  $469,3 \text{ км}^2$ ; объем льда –  $27,7 \text{ км}^3$  [1]. В 2000 году Черкасовым П.А. был составлен Каталог ледников северного склона Заилийского Алатау по состоянию на 1990 год по планам ледников, построенных по материалам аэрофотосъемки СГР –3М [2, 5]. Эти данные были взяты автором за основу для анализа современного оледенения на северном склоне Заилийского Алатау. Общая площадь оледенения северного склона Заилийского Алатау равна  $261,9 \text{ км}^2$ , а число ледников составляет 460. В том числе 226 ледников с площадью более  $0,1 \text{ км}^2$  составляют площадь  $252,4 \text{ км}^2$  (из них  $57,1 \text{ км}^2$  покрыто моренами) и 234 ледника площадью менее  $0,1 \text{ км}^2$  с общей площадью  $9,425 \text{ км}^2$ . Средняя площадь одного ледника равна  $0,57 \text{ км}^2$  (табл. 1).

Современное оледенение Заилийского Алатау находится в состоянии деградации, которая началась несколько тысяч лет назад с последовательного распада ледников горно-долинных и вершин. В результате этого процесса произошел распад крупных ледников на небольшие, но более устойчивые типы при современных гляциоклиматических условиях.

Таблица 1

Распределение ледников и их площадей на северном склоне Заилийского Алатау

Бассейн	Количество ледников		Площадь ледников		Площадь средняя ледника км <sup>2</sup>	Количество ледников > 0,1 км <sup>2</sup>		Площадь ледников > 0,1 км <sup>2</sup>	
	число	%	км <sup>2</sup>	%		число	%	км <sup>2</sup>	%
р. Узункаргалы	39	8,5	15,0	5,7	0,4	17	7,5	14,4	5,7
р. Чемолган	18	3,9	2,6	1,0	0,1	5	2,2	1,9	0,7
р. Каскелен	31	6,7	13,7	5,2	0,4	12	5,3	12,7	5,4
р. Аксай	25	5,4	14,1	5,4	0,6	13	5,8	13,6	5,0
р. Каргалинка	10	2,2	3,7	1,4	0,4	3	1,3	3,0	1,2
р. Проходная	38	8,3	6,5	2,5	0,2	14	6,2	5,9	2,3
р. Б. Алматинка	51	11,1	21,7	8,3	0,4	28	12,4	20,9	8,3
р. М. Алматинка	22	4,8	8,3	3,1	0,4	10	4,4	7,9	3,1
р. Л. Талгар	81	17,6	64,1	24,5	0,8	45	19,9	62,9	24,9
р. Ср. Талгар	37	8,1	29,8	11,4	0,8	22	9,7	29,1	11,6
р. Пр. Талгар	11	2,4	4,2	1,6	0,4	3	1,3	4,1	1,6
р. Иссык	49	10,6	44,5	17,0	0,9	25	11,1	43,2	17,2
р. Тургень	48	10,4	33,8	12,9	0,7	29	12,9	32,8	13,0
Итого:	460	100	261,8	100	0,6	226	100	252,4	100

На северном склоне Заилийского Алатау встречаются ледники следующих морфологических типов: сложные и простые долинные, висячих долин и карово-долинные, каровые и карово-висячие, висячие и котловинные, шлейфовые и ледники плоских вершин (табл. 2).

По данным табл. 2 и рис. 1 видно, что самая большая доля от общей площади оледенения принадлежит долинным ледникам. Современные долинные ледники имеют хорошо выраженные широкие фирновые бассейны, нередко расчлененные на несколько мульдообразных расширений. Для этих ледников характерен хорошо выраженный язык и наличие полного комплекса моренных отложений. Более 42 % площади оледенения приходится на долинные ледники (Рис. 1). На северном склоне их насчитывается 60, что составляет 26,6 % от общего количества. Размеры долинных ледников зависят от размеров их вместилищ и абсолютной высоты нижней границы питания. Чем большая часть долины будет находиться выше границы и чем больше будет аккумуляция снега на леднике, тем больше будет размер ледника.



Распределение ледников северного склона Заилийского Алатау по морфологическим типам

Морфологические типы ледника	Количество ледников		Площадь ледников		Средняя площадь ледника км <sup>2</sup>
	число	%	км <sup>2</sup>	%	
Сложно-долинный (дендритовый)	1	0,4	5,6	2,2	5,6
Долинный	60	26,6	106,3	42,1	1,8
Висячих долин	8	3,5	12,1	4,8	1,5
Карово-долинный	8	3,5	6,7	2,7	0,8
Каровый	75	33,2	32,7	13,0	0,4
Карово-висячий	19	8,4	6,8	2,7	0,4
Висячий	20	8,9	5,2	2,0	0,3
Асимметрично-долинный	3	1,3	13,2	5,2	4,4
Котловинный	6	2,6	41,9	16,6	7,0
Шлейфовый	19	8,4	19,6	7,8	1,0
Плоских вершин	7	3,2	2,3	0,9	0,3
Итого:	226	100	252,4	100	

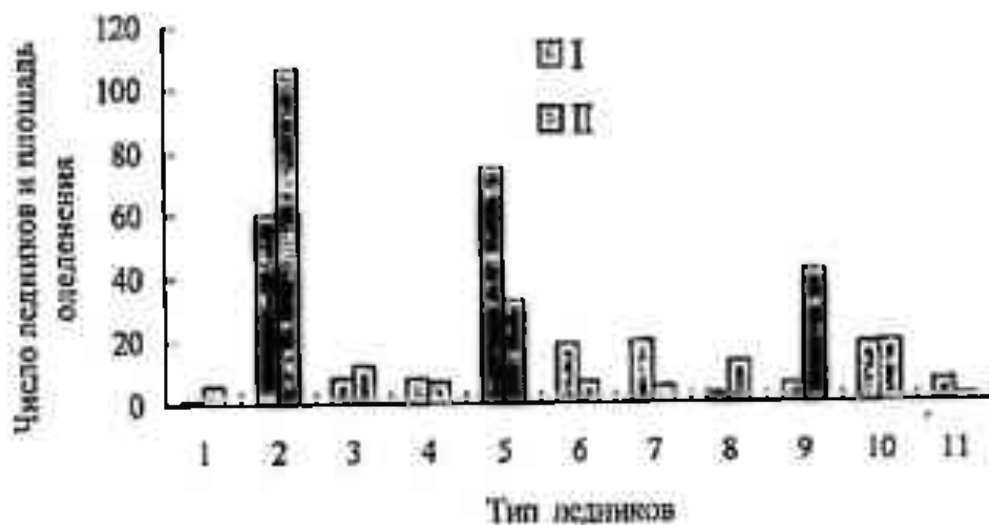


Рис. 1. Распределения ледников северного склона Заилийского Алатау по морфологическим типам: I – количество ледников, II – площадь ледников (км<sup>2</sup>). 1- Сложно-долинный, 2- Долинный, 3- Висячих долин, 4- Карово-долинный, 5- Каровый, 6- Карово-висячий, 7- Висячий, 8- Асимметрично-долинный, 9- Котловинный, 10- Шлейфовый, 11- Плоских вершин.

Котловинные ледники занимают широкие многокамерные цирки, в пределах которых остается и большая часть их языков. Некоторые из них по ширине почти не уступают своей длине. Другие же, наряду с широким фир-

новым полем, имеют довольно длинный язык. Такие ледники Н.Н. Пальгов называет полукотловинными [3]. Типичных крупных котловинных ледников на северном склоне мало, всего 6, что составляет 2,6 % от общего количества ледников, однако их площадь ( $41,9 \text{ км}^2$ ) составляет 16,6 % общей площади оледенения.

Ледники висячих долин образуются в результате отчленения притоков от главных долинных или котловинных ледников. Главная долина в этом случае является переуглубленной по отношению к боковым висячим долинам. Эти ледники характеризуются небольшой шириной (200...400 м) и наличием длинных плащей моренных отложений, располагающихся вблизи концов ледников. У ледников, выходящих на склон главной долины, эти моренные плащи имеют более значительные падения, чем основное тело самих ледников. Число ледников висячих долин на северном склоне равно 8, а их площадь составляет  $12,1 \text{ км}^2$  (4,8 % общей площади оледенения).

Карово-долинных ледников всего 8 с общей площадью  $6,7 \text{ км}^2$ , что составляет 2,7 % от всей площади оледенения. Эти наименьшие по размерам ледники, относящиеся к ледникам долин, размещаются в верховьях узких боковых долин, занимая небольшие кары, из которых выступают довольно пологие языки.

Среди ледников каров и подножий самые большие ледники – шлейфовые, расположенные на северных склонах верховьев долин, ориентированных на север. В силу недостаточного питания шлейфовые ледники не заполняют всю ширину долины. Спускаясь на дно с наиболее затененной арены верховьев, они образуют широкие и короткие языки вдоль подножия склонов, иногда разбивающиеся (в зависимости от устройства ложа дна долины) на несколько лопастей. Концы их языков обычно оконтурены нешироким, но довольно высоким валом конечной морены. В районе нашего исследования насчитывается 19 ледников этого типа, что составляет 8,4 % от общего количества ледников, их площадь составляет  $19,6 \text{ км}^2$  или 7,8 % всей площади оледенения. 50,4 % всех ледников с площадью более  $0,1 \text{ км}^2$  на северном склоне Заилийского Алатау приходится на ледники малых размеров. Среди них самыми распространенными являются каровые, карово-висячие и висячие ледники. Каровые ледники на северном склоне Заилийского Алатау целиком располагаются на дне кара или частично выходят из него на склон горы висячими языками. Фирновые поля таких ледников располагаются на крутых тыловых стенах кара, языки более пологи, а вблизи конца выпуклы. Число каровых ледников склонов южных, западных и вос-

точных экспозиции в районе насчитывается 75, что составляет 33,2 % от общего их количества. Общая площадь ледников данного типа равна 32,7 км<sup>2</sup>, что соответствует 13 % всей площади оледенения.

Карово-висячие ледники приурочены к горным склонам различных экспозиций. Они выработали углубление – нивальную нишу, которая не имеет еще на продольном профиле участка с обратным уклоном ложа, характерным для каров. Такие ледники в области питания обладают вогнутым профилем, а их концы оконтурены валами морен. Тело такого ледника полностью находится внутри своего вместилища и не выступает над склонами. На территории описываемых бассейнов находится 19 карово-висячих ледников, это составляет 8,4 % от их общего количества, площадь этих ледников равна 6,8 км<sup>2</sup> или 2,7 % от общей площади оледенения. Средняя площадь ледников этого типа равна 0,4 км<sup>2</sup>.

Ледников висячего типа на территории описываемых бассейнов 20, что составляет 8,9 % их общего количества, площадь ледников равна 5,2 км<sup>2</sup> или 2 % от общей площади оледенения. Для висячих ледников характерно отсутствие моренных отложений, так как борта ледника приподняты над поверхностью горного склона. Моренные отложения попадают на них только с тех скалистых обнажений, которые иногда выходят на поверхность, прорезав ледник или с гребней склонов, возвышающихся над ледником. Эти поверхностные отложения вообще незначительны.

Ледники плоских вершин встречаются реже, чем предыдущие, представляют собой выпуклые ледниковые образования, привершинная плоская часть которых характеризуется незначительными уклонами поверхности и отсутствием трещин. Ложем для них служат мелкие впадины, которые способствуют их сохранности. На рассматриваемой территории находится 7 ледников плоских вершин, что составляет 3,2 % от общего количества ледников. Площадь ледников данного типа равна 2,3 км<sup>2</sup> или 0,9 % от общей площади оледенения.

Распределение ледников подчинено, прежде всего, экспозиции склонов (Табл. 3, Рис. 2). Преобладающее значение имеют северные экспозиции, которые отличаются наибольшей заснеженностью – дополнительное лавинное питание ледники получают в течение всего года.

Ледники, ориентированные на С, СВ и СЗ, составляют более 88 % как от общего количества ледников, так и от их площади. На долю западных экспозиции приходится 4,9 % от общего количества ледников и 4,5 % от общей площади оледенения. Ледники, имеющие южные румбы, как

правило, очень небольшие по площади и составляют всего 0,4 % от общего количества ледников.

Таблица 3

Распределение числа ледников и их площади по экспозиции в целом по северному склону Заилийского Алатау

Экспозиция	Количество ледников		Площадь ледников		Средняя площадь ледника, км <sup>2</sup>
	число	%	км <sup>2</sup>	%	
С	78	34,5	86,9	34,4	1,11
СВ	56	24,8	59,9	23,7	1,07
СЗ	65	28,8	82,9	32,8	1,27
З	11	4,9	11,3	4,5	1,02
ЮЗ	2	0,9	0,5	0,2	0,25
Ю	1	0,4	0,5	0,2	0,51
ЮВ	5	2,2	2,0	0,8	0,40
В	8	3,5	8,5	3,4	1,06
Итого:	226	100	252,4	100	1,12

Крайне неравномерное распределение ледников и их площадей связано с резкой дифференциацией интенсивности поступления главного источника тепла – прямой солнечной радиации на склоны различной ориентации, под воздействием которой происходит изменение температурного режима ледников и их таяние (Рис.2).

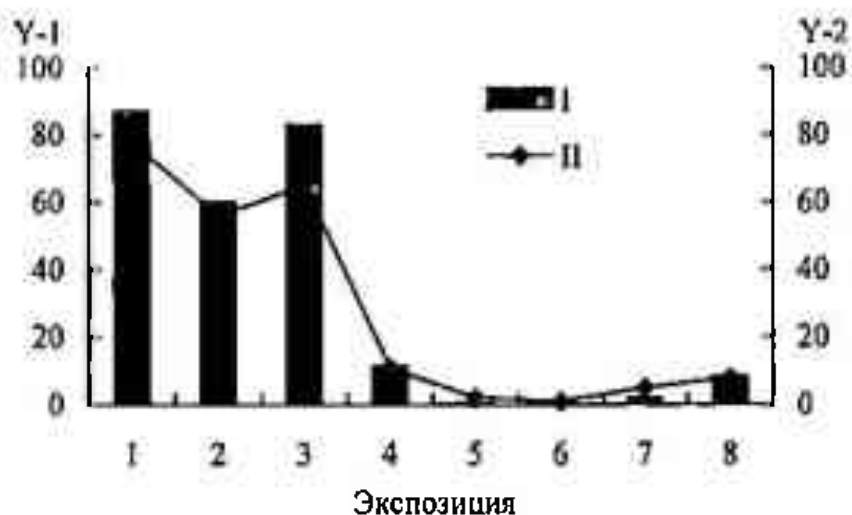


Рис. 2. Распределения ледников по экспозициям: I - по количеству (ось ордината Y-1); II - по площади кв.км (ось ордината Y-2). Экспозиции: 1-С, 2-СВ, 3-СЗ, 4-З, 5-ЮЗ, 6-Ю, 7-ЮВ, 8-В.

Сочетание ориентации, морфологии ледниковых вместилищ и их экспозиции с механическим перераспределением под влиянием господствующих ветров создает условия как для формирования ледников различных типов, так и своеобразного распределения их на территории описываемых бассейнов. Распределение оледенения по количеству ледников и их площади на северном склоне Заилийского Алатау представлено в табл. 4.

Таблица 4

Распределение оледенения по количеству ледников и их площади на северном склоне Заилийского Алатау

Бассейн	Площадь, км <sup>2</sup>								
	< 0,1	0,1-0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-10	> 10
р. Узункаргалы	22 0,6	5 1,6	6 3,9	6 8,9					
р. Чемолган	13 0,7	4 1,3	1 0,5						
р. Каскелен	19 0,9	7 2,1	2 1,6	2 3,1				1 5,9	
р. Аксай	12 0,4	3 1,0	4 3,2	5 6,7	1 2,7				
р. Каргалинка	7 0,7	1 0,4		2 2,6					
р. Проходная	24 0,6	10 2,9	3 1,9	1 1,0					
р. Б. Алматинка	23 0,8	12 3,5	10 7,0	4 5,2	2 5,2				
р. М. Алматинка	12 0,4	7 2,0	1 1,0	1 1,6	1 3,3				
р. Л. Талгар	36 1,2	19 5,2	7 5,3	10 13,9	3 8,1	2 6,5	2 9,5	2 14,3	
р. Ср. Талгар	15 0,6	12 3,0	2 1,1	4 5,9	3 7,0				1 12,0
р. Пр. Талгар	8 0,1		2 1,6		1 2,5				
р. Иссык	24 1,3	8 2,5	5 4,0	8 12,4			1 4,5	3 19,8	
р. Тургенъ	19 1,0	11 3,5	7 5,5	6 9,0	3 6,9	1 3,1	1 4,7		
Всего:	234 9,4	99 29,2	50 36,8	49 70,3	14 35,7	3 9,7	4 18,7	6 40,0	1 12,0

Примечание: числитель – количество ледников, знаменатель – площадь ледников.

Обобщенные данные о распределении всех ледников по размерам приведены в табл. 5.

Таблица 5

Распределение ледников по размерам и их процентное отношение к общему числу и к общей площади ледников

Размер, км <sup>2</sup>	Количество ледников		Площадь ледников	
	число	%	км <sup>2</sup>	%
< 0,1	234	50,9	9,4	3,6
0,1–0,5	99	21,6	29,2	11,1
0,5–1	50	10,9	36,8	14,1
1–2	49	10,6	70,3	26,9
2–3	14	3,0	35,7	13,6
3–4	3	0,6	9,7	3,7
4–5	4	0,9	18,7	7,1
5–10	6	1,3	40,0	15,3
> 10	1	0,2	12,0	4,6
Итого:	460	100	261,8	100

Основное число ледников (43,1 %) приходится на размеры от 0,1 до 2 км<sup>2</sup>, но их доля в общей площади оледенения составляет (52,1 %) чуть более половины.

Ледники размером от 2 до 10 км<sup>2</sup> занимают 39,7 % площади оледенения. И всего один ледник (ледник Шокальского) в бассейне р. Ср. Талгар имеет площадь более 10 км<sup>2</sup> (11,999 км<sup>2</sup>) что составляет 4,6 % от общей площади оледенения. Приведенные выше данные о количестве ледников, их размерах и площадях современного оледенения северного склона Заилийского Алатау дают краткую информацию об оледенении этого района и позволяют исследовать регрессивную фазу оледенения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Хонин Р.В. Каталог ледников СССР, том 13 Центральный и Южный Казахстан, вып.2 Бассейн оз. Балхаш, часть 1. Бассейны левых притоков р. Или от устья р. Тургень до устья р. Курты. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 79 с.
2. Оценить снежно-ледовые ресурсы зоны формирования стока трансграничного бассейна р. Или, как основу формирования возобновляе-

рых водных ресурсов (промежуточный): Отчет о НИР Институт географии МОН РК. – № ГР 0100РК00309. – Алматы, 2001.

3. Пальгов Н.Н. Ледники Казахстана и основные черты их режима. // Гляциологические исследования в период МГГ. Заилийский и Киргизский Алатау, Алтай. – 1964. Вып. 4 – С.5-27.
4. Пальгов Н.Н. Современное оледенение в Заилийском Алатау. Алмата: Изд-во АН КазССР, 1958. – 313 с.
5. Черкасов П.А., Ерисковская Л.А., Ударцев С.В., Солодовникова Т.В. О каталоге ледников северного склона Заилийского Алатау по состоянию на 1990 г. // Гидрометеорология и экология. – 2002, №1. – С. 123-134.

Институт географии МОН РК

## **ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНДЕГІ МҰЗДЫҚТАРДЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ**

**Т.Т. Тоқмағамбетов**

*Мұзбасудың регрессиялық фазасын зерттеуге мүмкіншілік беретін Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі мұздықтардың қазіргі жағдайы талданады.*

УДК 551.324.6:551.583

**БАЛАНС МАССЫ ЛЕДНИКА ТУЮКСУ В ПОСЛЕДНЕЕ  
ДЕСЯТИЛЕТИЕ 20 ВЕКА**

Доктор геогр. наук      Е.Н. Вилесов

*На основе ежегодных натурных наблюдений рассматриваются и анализируются основные показатели режима и баланса массы ледника Туюксу за 1991...2001 гг.*

Ледник Туюксу, залегающий в верховьях р. Малой Алматинки на северном склоне Заилийского Алатау ( $43^{\circ}00'$  с.ш. и  $77^{\circ}06'$  в.д.) со времени Международного геофизического года (МГГ, 1957...1959) находится под пристальным вниманием казахстанских гляциологов и ныне входит в первую десятку наиболее изученных горных ледников нашей планеты (рис. 1).



*Рис. 1. Ледник Туюксу в августе 2002 г. (фото автора).*

Известно, что главной характеристикой состояния любого ледника является его баланс массы, т.е. соотношение прихода и расхода массы снега и льда за определенное время. До 1990 г. полевые измерения составляющих баланса массы (годовой аккумуляции и годовой абляции) на леднике Туюксу проводились в, так называемой, системе фиксированных дат, исходящей из регулярных наблюдений за полем рек при стационарных работах, про-



водимых в установленные сроки. Данные по балансу массы ледника Туюксу за 1957...1990 гг., полученные именно таким способом, приведены в многочисленных статьях и в нашей последней монографии [1].

Начиная с 1991 г., согласно унифицированным требованиям Всемирной службы мониторинга ледников, гляциологи Института географии МОН РК (сначала К.Г. Макаревич, а затем П.А. Черкасов) при производстве массбалансовых измерений перешли к новой – стратиграфической системе. Эта система предусматривает получение необходимых данных путем измерений в шурфах при полустационарных исследованиях, причем основным маркирующим горизонтом служит летняя поверхность предыдущего года. В этом случае нарастание массы от летней поверхности до максимума снегонакопления в конце зимы представляет собой зимний баланс массы –  $b_w$ , а уменьшение массы от максимума снеготопления до конца таяния, когда формируется новая летняя поверхность, – летний баланс массы –  $b_s$ . Алгебраическая сумма зимнего и летнего балансов (с учётом внутреннего питания за счет инфильтрационного льдообразования) дает годовой баланс массы  $b_n = b_w + b_s$ .

Данные по режиму и балансу массы ледника Туюксу после 1990 г. в терминах и понятиях стратиграфической системы приведены в продолжающемся многотомном издании «Fluctuations of Glaciers» [2], в «Glaciers Mass Balance Bulletin» [3,4] и в самой «свежей» сводке М. Дюргерова [5]. В этих же терминах, по материалам [2-5], даны величины баланса массы ледника за 1991...2001 гг. в табл. 1. В ней также представлены сведения об изменении площади ледника  $F$ , высоты снеговой линии  $ELA$  и величины годовой абляции  $A_n$ , соответствующей ледниковому стоку. Кроме этого в таблице приведены значения средней летней температуры воздуха за май...сентябрь  $T$ , на средней взвешенной высоте ледника, соответствующей многолетней высоте снеговой линии за последние десятилетия (3800 м).

Отметим, что рассматриваемый период отличался существенно повышенным температурным фоном в гляциальной зоне: средняя температура воздуха за май-сентябрь на высоте 3800 м составила - 0,1 °С против - 0,6 °С за 1960...1990 гг. Средняя температура за эти месяцы за 5 последних лет (1997...2001) вообще была положительной (0,4 °С). Этот фактор способствовал довольно высокому положению снеговой линии – на 30 м выше, чем в 1957...1990 гг. Летом 1997 г. она гипсометрически располагалась выше высшей точки ледника (пик Погребецкого – 4219 м), т.е., по сути, снеговая линия «ушла в тропосферу». За весь период измерений такое случалось

лишь однажды - в 1978 г. Правда, в 1993 г., самом благоприятном для жизни ледника, снеговая линия опустилась довольно низко (до 3630 м), обусловив очень высокий положительный баланс (602 мм). Однако это был лишь эпизод: остальные 10 лет периода характеризовались отрицательным балансом, среднее значение которого составило - 447 мм.

Таблица

Режим и баланс массы ледника Туюксу за 1991...2001 гг.

Балансовый год	$F$ , км <sup>2</sup>	$ELA$ , м	$h_{\text{н}}$ , мм	$h_{\text{к}}$ , мм	$b_n$		$A_i$		$T_{\text{с}}$ , °С
					мм	$\cdot 10^6 \text{ м}^3$	мм	$\cdot 10^6 \text{ м}^3$	
1990/91	2,72	3950	270	-1370	-1100	-2,992	1730	4,706	-0,1
1991/92	2,68	3800	550	-790	-240	-0,643	1050	2,814	-1,3
1992/93	2,68	3630	585	17	602	1,613	580	1,554	-0,8
1993/94	2,67	3790	570	-1013	-443	-1,183	1470	3,925	-0,1
1994/95	2,66	3870	279	-866	-587	-1,561	1560	4,150	0,1
1995/96	2,66	3850			-456	-1,213	1422	3,782	-0,6
1996/97	2,64	4220			-1467	-3,873	2149	5,673	0,6
1997/98	2,64	3780			-359	-0,948	1352	3,569	0,1
1998/99	2,64	3785	470	-688	-218	-0,576	1342	3,543	0,4
1999/00	2,63	3765	787	-884	-97	-0,255	1557	4,095	0,7
2000/01	2,54	3820	644	-1199	-555	-1,410	1855	4,712	0,2
Среднее		3842			-447	-1,186	1461	3,866	-0,1

В предыдущем 34-летию его средняя величина равнялась - 374 мм, т.е. на 73 мм (или на 16 %) меньше (по модулю). Ежегодно ледник терял в среднем по 1,19 млн. м<sup>3</sup> воды, или примерно по 1 % от своей массы 1990 г., оцененной в 0,12 км<sup>3</sup>. За 11 лет ледник безвозвратно потерял более 13 млн. м<sup>3</sup>, что составляет около 5 м в слое воды, распространенном на всю поверхность ледника. Если же эти потери отнести только к области абляции, то они увеличатся почти вдвое – до 10 м.

Такая убыль массы не могла не сказаться на площадных и линейных размерах ледника. За 11 лет его площадь уменьшилась на 0,18 км<sup>2</sup>. Он ежегодно отступал со средней скоростью порядка 10 м/год, и его длина сократилась на 110 м – с 2,95 до 2,84 км. Конец языка поднялся на 22 м – с 3414 до 3436 м.

В целом приведенные здесь данные по режиму ледника Туюксу за последнее десятилетие вполне убедительно отражают устойчивую тенденцию продолжающейся уже многие годы его деградации. Об этом свиде-

тельствует и динамика кумулятивного баланса массы ледника за 1957...2001 гг. (рис.2).

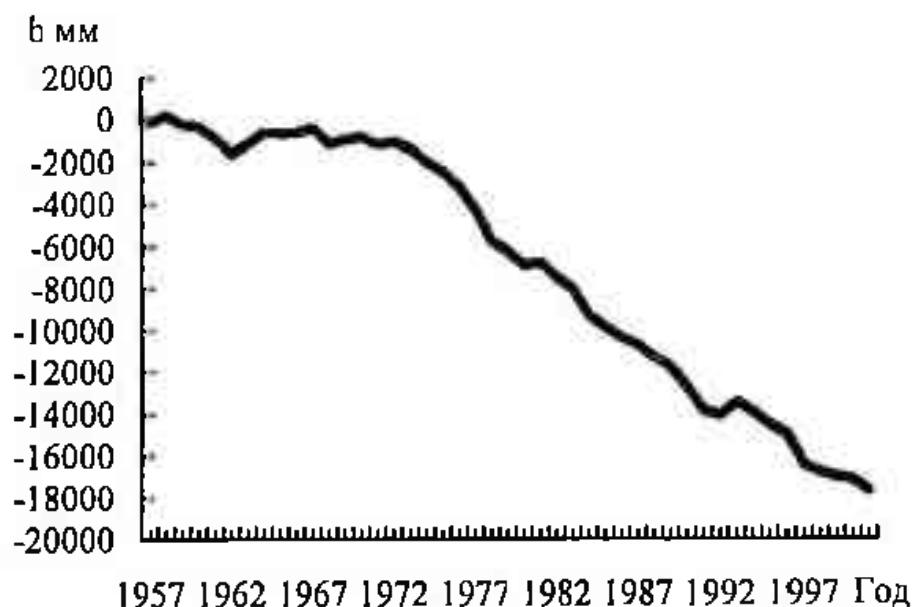


Рис. 2. Динамика кумулятивного баланса массы ледника Туюксу.

Можно уверенно полагать, что такая тенденция сохранится и в ближайшие десятилетия.

Что же касается годовой абляции  $A$ , поступившей в речной сток, то её величина изменялась от 580 мм в 1993 г. до 2149 мм в 1997 г., составив в среднем за период 1461 мм, или 3,866 млн. м<sup>3</sup> воды. Всего за 11 лет в сток р. Малой Алматинки за счёт таяния снега и льда на леднике Туюксу поступило 42,5 млн. м<sup>3</sup> воды. Заметим, что величина годового ледникового стока за последние 30 лет сократилась с 4,880 до 3,866 млн. м<sup>3</sup>, или на 20 %. Очевидно, это сокращение обусловлено адекватным, тоже на 20 %, уменьшением площади ледника. При этом на долю стока за счёт таяния сезонного снега, компенсируемого выпадающими атмосферными осадками, приходится около 70 %, а на долю стока за счёт таяния вековых запасов льда, т.е. его безвозвратной убыли, - чуть более 30 % ледникового стока.

В заключение автор считает необходимым ещё раз подчеркнуть важность сохранения гляциологического стационара на леднике Туюксу, обеспечивающего продолжение самого длинного (теперь уже - 45-летнего) ряда массбалансовых ледниковых измерений в Казахстане, СНГ и Азии и гарантированное качество научной информации, посылаемой во Всемирную службу мониторинга ледников.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заильского Алатау в XX веке. – Алматы: Казак Университеті, 2001. – 252 с.
2. Fluctuations of Glaciers 1990-1995. Vol. V11. Zürich: World Glacier Monitoring Service. IAHS-UNEP-UNESCO, 1998. – 296 p.
3. Glacier Mass Balance Bulletin, № 5 (1996-1997). Zürich: IAHS-UNEP-UNESCO, 1999. – 96 p.
4. Glacier Mass Balance Bulletin, № 6 (1998-1999). Zürich: IAHS-UNEP-UNESCO, 2000. – 96 p.
5. Dyurgerov M. Glacier Mass Balance and Regime: Data of Measurements and Analysis. – INSTAAR, University of Colorado, Boulder, OP-55, 2002.- 88 p.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

### **ТҮЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНДА ХХ ҒАСЫРДЫҢ СОҒҒЫ ОН ЖЫЛДЫҒЫНДА МҰЗ МАССАСЫ БАЛАНСЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІ**

Геогр. ғылымд. докторы    Е.Н. Вилесов

*Түйықсу мұздығының режимі мен балансы 1991 – 2001 жылдары арасындағы күнделікті, нақтылы қадағалау көрсеткіштерінің нәтижесі талдауға алынған.*

УДК 556.3

## ПРОБЛЕМЫ ОБЪЕКТА В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА

Доктор геол.-мин. наук О.В. Подольный

*Подсистемы наблюдений, оценки и прогнозирования состояния подземных вод объекта государственного мониторинга строятся в соответствии с его иерархическим уровнем. Объектом Государственного мониторинга подземных вод регионального уровня является гидрогеологический обособленный бассейн подземного стока с об- щими направлениями движения поверхностных и подземных вод.*

Подземные воды для Республики Казахстан, большая часть территории которой расположена в засушливой, так называемой, аридной зоне, являются важнейшим стратегическим ресурсом.

Прогрессирующий стресс хозяйственной деятельности уже в значительной мере сказывается на экологическом состоянии подземных вод. Из 513 месторождений подземных вод, разведанных в недрах Республики для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов и населенных пунктов, 112 в той или иной мере загрязнены различными ингредиентами – продуктами промышленной и сельскохозяйственной деятельности. Выявлено чрезвычайно опасное загрязнение ртутью месторождений подземных вод в Акмолинской и Карагандинской областях, нефтепродуктами - в Ак-тубинской области, тяжелыми металлами (кадмием, свинцом, бериллием) - в Восточно-Казахстанской и Карагандинской областях и др.

Знание состояния подземных вод, своевременная оценка и прогнозирование опасности их истощения и загрязнения определяет стратегию и тактику их охраны. Для достижения этих целей служит Государственный мониторинг подземных вод (ГМПВ) Казахстана как составная часть мониторинга недр и недропользования.

Как система наблюдений, оценки состояния подземных вод и прогнозирования его изменений под воздействием природных и антропогенных факторов (рис. 1) для информационного обеспечения рационального использования и охраны подземных вод ГМПВ в Казахстане интенсивно развивается с принятием Закона о недрах и недропользовании (1996 г.) и утверждением правительством

Республики Положения о государственном мониторинге недр РК (1997 г.).

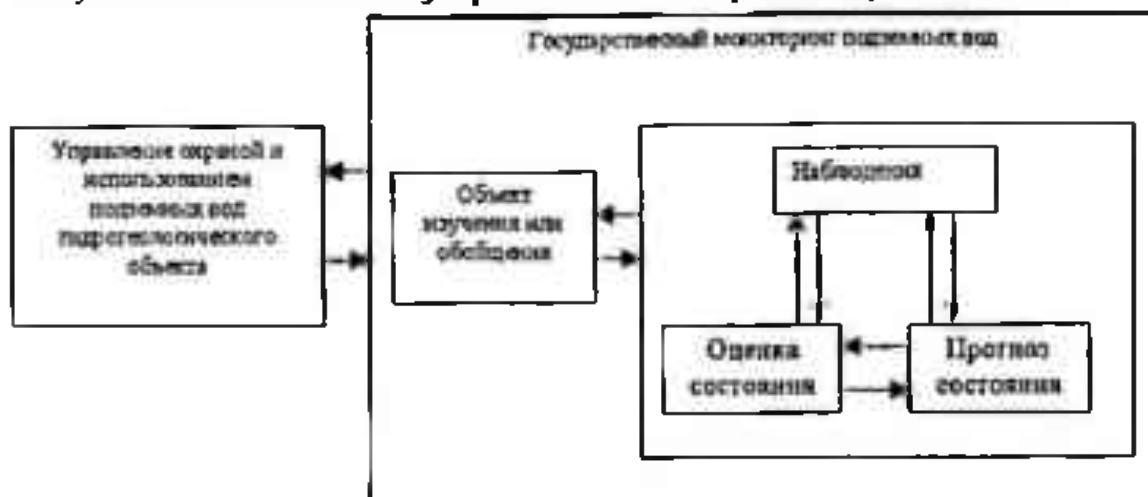


Рис. 1. Принципиальная схема Государственного мониторинга подземных вод Республики Казахстан.

Подсистемы наблюдений, оценки и прогнозирования состояния подземных вод тесно взаимосвязаны между собой, а также определяются объектом мониторинга. Подсистема наблюдений строится на основании принятых подсистем оценки и прогнозирования состояния подземных вод объекта. В свою очередь, возможности системы наблюдений, главным образом экономические, определяют некоторый оптимум наблюдаемых параметров состояния, что сказывается на содержании подсистем его оценки и прогнозирования. По мере развития ГМПВ объекта мониторинга, накопления информации о его функционировании, взаимосвязь отдельных подсистем становится более тесной. Таким образом, структура гидрогеологической системы объекта ГМПВ, его пространственные размеры, другие гидрогеологические особенности определяют оптимум подсистем наблюдений, оценки и прогноза состояния подземных вод.

Подсистема наблюдений ГМПВ в Казахстане, как и на всем пространстве СНГ, функционирует на базе постов и пунктов наблюдений за режимом подземных вод, сеть которых создавалась и развивалась в соответствии с требованиями, разработанными в 1960...1970 годы для изучения различных гидрогеологических процессов. В 1980е годы были разработаны требования, в соответствии с которыми начала создаваться наблюдательная сеть по охране подземных вод от загрязнения. В целом наблюдательная сеть не в полной мере отвечает современным целям и задачам ГМПВ. При ее оптимизации [1] мы столкнулись с рядом узких моментов, требующих научного обоснования их решения. На наш взгляд, наиболее

важными с научной точки зрения является обоснование объекта мониторинга, в пределах которого осуществляется функционирование системы ГМПВ, и параметров мониторинга состояния подземных вод такого объекта [7]. Эти две проблемы тесно взаимосвязаны, как и сами подсистемы наблюдений и оценки состояния.

Состояние подземных вод объекта ГМПВ должно быть описано некоторым набором параметров, которые могут быть измерены экономически реалистичным методом и могут быть оценены по определенным критериям. В общем случае такой набор включает, как медленно изменяющиеся (статические) параметры – условия, так и быстро изменяющиеся – динамические (гидрогеодинамический и гидрогеохимический режим, техногенез). Состояние подземных вод различных объектов ГМПВ, тем более объектов разного иерархического уровня, а-ргіогі должно быть описано различным набором параметров. Унифицированные требования к такому набору в зависимости от иерархического уровня объекта и характера техногенеза отсутствуют.

Ясно, что оценка состояния подземных вод объекта ГМПВ должна базироваться на критериях, разработанных или принятых для каждого компонента набора параметров состояния, а также их системной совокупности.

Для естественных условий параметрами состояния подземных вод являются:

- характеристика ненарушенных (или на начало наблюдений) гидрогеологических условий (природных и водохозяйственных), в том числе условия защищенности подземных вод от загрязнения – медленно изменяющиеся параметры состояния;

- виды и интенсивность современных эндогенных и экзогенных геологических процессов, оказывающих влияние на формирование подземных вод – медленно изменяющиеся параметры состояния;

- характеристика ненарушенного (или на начало наблюдений) гидрогеодинамического, температурного и гидрогеохимического режимов подземных вод - динамические параметры состояния;

- определяющие естественный (ненарушенный) режим подземных вод гидрометеорологические факторы.

При различных нарушениях естественных гидрогеологических условий объекта параметрами состояния подземных вод являются:

- характеристика техногенной нагрузки на геологическую среду и подземные воды, степень нарушения взаимосвязанных с подземными во-

дами компонентов геологической среды (и таких же компонентов других сред) - медленно изменяющиеся параметры состояния;

- характеристика влияния техногенных изменений геологической среды на компоненты ландшафта: атмосферу, растительность, поверхностные воды - медленно изменяющиеся параметры состояния;

- характеристика техногенных изменений гидрогеологических, геохимических, геодинамических условий, включая загрязнение геологической среды, активизацию существующих геологических процессов и возникновение новых геологических процессов, оказывающих влияние на формирование подземных вод - медленно изменяющиеся параметры состояния;

- характеристика нарушенного гидрогеодинамического, температурного и гидрогеохимического режимов подземных вод - динамические параметры состояния;

- характеристика определяющих нарушенный режим подземных вод гидрометеорологических факторов.

Результатом изменения во времени факторов и динамических параметров состояния является изменение гидрогеологических условий. Наблюдения за динамикой техногенных изменений гидрогеологических условий могут достаточно успешно осуществляться на основе применения дистанционного зондирования, в частности, сравнительного дешифрирования материалов разновременных спектральных аэро- и космодальностей.

Результатом наблюдений должна быть оценка экологического состояния подземных вод, как в естественных условиях, так и под воздействием техногенеза. Методы такой оценки разработаны недостаточно. Наиболее широко применяется оценка по экстремальным значениям отдельных геоэкологических показателей, балльные системы, а также метод экспертных оценок. Каждый из этих методов имеет недостатки. При оценке по экстремальным значениям теряется значительная часть полученной информации, при использовании системы баллов также как при экспертных оценках баллов неизбежна субъективность.

В ряде работ В.С. Ковалевский [3,4] обосновывает возможность оценки экологического состояния подземных вод объекта ГМПВ по четырем главным компонентам набора параметров состояния:

- фоновая (или на начало наблюдений) характеристика гидрогеологических условий (природных и водохозяйственных), в том числе харак-



характеристика гидрогеодинамического и гидрогеохимического режима подземных вод;

- характеристика нарушенности гидрогеологических условий – техногенная нагрузка на геологическую среду и подземные воды, определение степени нарушения взаимосвязанных с подземными водами компонентов геологической среды (и таких же компонентов других сред);

- определение степени нарушения гидрогеологических условий – степени нарушения гидрогеодинамического и гидрогеохимического режима подземных вод;

- обобщенная оценка состояния подземных вод объекта ГМПВ с учетом степени благоприятности или риска (для подземных вод) дальнейшего освоения территории.

Для обоснованной оценки состояния подземных вод необходимо решить проблему определения предельно допустимой нагрузки на подземные воды объекта ГМПВ.

В общем случае объектом ГМПВ является определенным образом выделенный участок недр, в пределах которого отслеживается и оценивается состояние подземных вод и прогнозируется его возможное изменение. Таким образом, подземные воды рассматриваются как составная часть недр (компонент геологической среды).

Подземные воды как объект ГМПВ является структурированным и иерархически организованным объектом. Очевидно, современная система наблюдений ГМПВ предназначена для регистрации изменений лишь динамических параметров. Это условие практически ограничивает ГМПВ зоной свободного водообмена, основным фактором движения подземных вод в пределах которой, является гидростатическое давление. Весьма редко ГМПВ ведется на объектах захоронения стоков, которые располагаются в зоне замедленного водообмена, в которой проявляется и геостатическое давление.

Объекты ГМПВ подразделяются на изучаемые объекты и объекты обобщения.

К изучаемым объектам относятся природные, природно-техногенные и природно-технические системы: бассейны подземных вод, водосборные бассейны, водоносные горизонты и комплексы, месторождения подземных вод и других полезных ископаемых, водозаборы подземных вод, участки загрязнения подземных вод и геологической среды, а также территории с сосредоточенным комплексом разнородных воздействующих на подземные воды техногенных нагрузок.

Объекты обобщения - это территории, по которым производится систематизация информации с комплексной оценкой состояния подземных вод и прогнозирование негативных тенденций его изменения.

Государственный мониторинг подземных вод РК представляет собой информационную систему, имеющую трехуровневую структуру. В зависимости от территориального охвата и детальности изучения объектов ГМПВ подразделяется на локальный, региональный и республиканский. При этом ГМПВ верхнего уровня использует всю информацию, полученную при ведении ГМПВ нижнего уровня (рис. 2).

Объектом ГМПВ локального уровня являются отдельные природно-технические системы (месторождения подземных вод, участки загрязнения, урбанизированные территории, объекты, интересные в гидрогеологическом отношении). В мониторинге локального уровня основная роль принадлежит мониторингу участков недропользования (природопользования) – отдельных природно-технических систем в пределах земельного и горного отвода недропользователей, а также зон их влияния: водозаборы подземных вод, карьеры, шахты, полигоны захоронения стоков и др.

Подсистема наблюдений ГМПВ локального уровня, включающая государственную локальную наблюдательную сеть, а также частные сети недропользователей, сети местных органов, ведомственные, должна обеспечивать:

- изучение динамики параметров состояния подземных вод и воздействующих на них факторов на объекте недропользования (наблюдения за водоотбором, уровнем, химическим составом, температурой подземных вод по установленному регламенту);

- изучение параметров состояния подземных вод природно-техногенных систем.

В перечень задач, решаемых подсистемой оценки состояния подземных вод ГМПВ локального уровня, включены:

- обработка и обобщение данных наблюдений;
- ведение компьютерных баз данных в рамках единой системы ГМПВ;
- моделирование гидрогеологических процессов для диагностики состояния природно-технических и природно-техногенных систем;
- оценка состояния подземных вод в сопоставлении с нормативными данными, установленными в контрактах на право пользования недрами;
- оценка состояния природно-техногенных систем по совокупности нормативных показателей и другим параметрам.

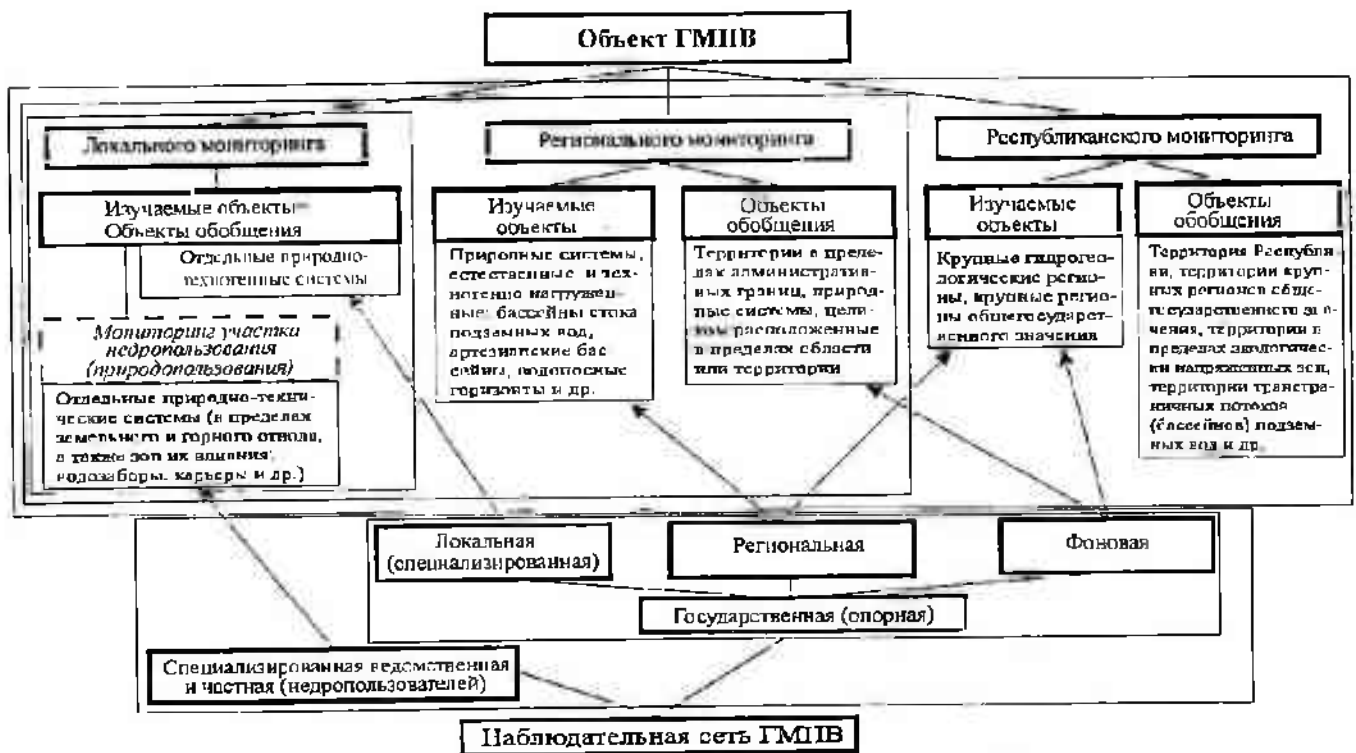


Рис. 2 Структура объекта и наблюдательной сети ГМПВ

Подсистема прогноз состояния ГМПВ локального уровня должна обеспечивать:

- прогноз развития гидрогеологических процессов на объектах недропользования;
- прогноз трендов развития гидрогеологических процессов в природно-техногенных системах.

В результате ГМПВ локального уровня должна быть обеспечена передача информации для решения задач следующего уровня мониторинга, и быть выданы:

- рекомендации по рациональному режиму эксплуатации и охране подземных вод объектов недропользования;
- рекомендации по управлению состоянием подземных вод природно-технических систем;
- карты состояния подземных вод по объектам и др.

Объектом ГМПВ регионального уровня являются территории в пределах административных границ (как объекты обобщения) и природные системы, как естественные, так и техногенно нагруженные.

Подсистема наблюдений ГМПВ регионального уровня, включающая государственную фоновую и региональную сети, а также использует всю информацию о динамике параметров состояния подземных вод, полученную в результате их изучения на локальном уровне мониторинга, обеспечивает:

- изучение динамики параметров подземных вод вне границ объектов недропользования;
- изучение общих региональных закономерностей и процессов формирования подземных вод и их взаимосвязи с поверхностными водами в естественных и нарушенных условиях.

Задачами подсистемы оценки состояния подземных вод ГМПВ регионального уровня являются:

- обработка и обобщение данных наблюдений недропользователей и остальных данных наблюдений локального уровня мониторинга в пределах выделенного объекта ГМПВ;
- выявление и картирование региональных режимобразующих факторов, их основных проявлений и анализ динамики и состояния подземных вод объектов мониторинга;
- моделирование гидрогеологических процессов для диагностики состояния природных систем;

- оценка состояния подземных вод по совокупности нормативных показателей, установленных лимитов и ограничений, применительно к границам административных территорий и экономических регионов;

- оценка состояния подземных вод природных систем.

Подсистема прогноза состояния ГМПВ регионального уровня должна обеспечивать:

- прогноз изменения состояния подземных вод природных систем при изменении внешних факторов формирования подземных вод, а также под влиянием отдельных природно-технических систем и в результате их взаимодействия;

- региональный прогноз основных тенденций изменения подземных вод природных систем. В необходимых случаях (сложные гидрогеологические условия, интенсивный и комплексный техногенез и др.) прогноз выполняется на основе создания и эксплуатации автоматизированных постоянно действующих моделей (АПДМ) объекта;

- прогноз предвесеннего минимального и весеннего максимального уровня грунтовых вод по территории административной области.

В результате ГМПВ регионального уровня должны быть подготовлены:

- рекомендации по предотвращению или ослаблению негативных последствий изменения состояния подземных вод природных систем;

- ежегодный бюллетень о состоянии подземных вод по территории административной области;

- карты состояния подземных вод по объектам мониторинга и др.

Объектами мониторинга республиканского уровня являются крупные гидрогеологические регионы, крупные регионы общегосударственного значения (объекты изучения); территория Республики Казахстан; территории в пределах экологически напряженных зон (Приаралье, Семипалатинский ядерный полигон и другие); территории трансграничных потоков (бассейнов) подземных вод.

Подсистема наблюдений ГМПВ республиканского уровня включает государственную фоновую и региональную сети, а также использует всю информацию о динамике параметров состояния подземных вод, полученную в результате их изучения на локальном и региональном уровнях мониторинга.

Задачами подсистемы оценки состояния подземных вод ГМПВ республиканского уровня являются ведение компьютерных Баз данных в

рамках единой системы ГМПВ и сводная оценка состояния подземных вод Республики Казахстан.

Подсистема Прогноз состояния ГМПВ республиканского уровня должна обеспечить сводный прогноз тенденций изменения состояния подземных вод Республики Казахстан.

В результате ГМПВ республиканского уровня должен обеспечить достаточную информацию для подготовки:

- Государственного доклада о состоянии водообеспеченности и хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Казахстан;

- Государственного доклада о состоянии подземных вод Республики Казахстан;

- справки о чрезвычайной геозкологической ситуации, связанной с загрязнением и истощением подземных вод;

- информационного бюллетеня по учету подземных вод и контролю за их охраной от истощения и загрязнения;

- прогноз предвесеннего минимального и весеннего максимального уровня грунтовых вод по территории Республики Казахстан;

- ежегодного составления карты состояния подземных вод Республики Казахстан и др.

Как видно на этой схеме, сложности в определении объекта ГМПВ возникают лишь на региональном уровне. Выделение объектов мониторинга регионального уровня возможно только на основе гидрогеологического районирования. В СССР в конце 1980 г.г. была разработана и внедрена в Казахстане схема гидрогеологического районирования территории страны для целей создания информационной базы ГВК [5]. Таксономический ряд районирования гидрогеологических структур в соответствии с этой схемой приведен в таблице.

Работы по оптимизации наблюдательной сети выявили ряд существенных недостатков этой схемы.

1. Артезианский бассейн в настоящее время не может являться объектом ГМПВ в полной мере. Объектом ГМПВ является лишь часть разреза артезианского бассейна, ограниченная водоносными горизонтами и комплексами, представляющими интерес для целей водоснабжения. В Казахстане лишь два таких объекта могут являться объектами ГМПВ регионального уровня – Сырдарьинский и Иртышский артезианские бассейны – меловые водоносные комплексы;

Таксономический ряд районирования гидрогеологических структур для  
информационной системы ГМПВ

Порядок	Таксон	Принципы выделения	Основные объекты
Надпорядок		Гидрогеологические структуры континентальных платформ и плит и гидрогеологические структуры складчатых систем	
0	Регион	Эпоха консолидации складчатого фундамента, геологический возраст и степень литификации пород осадочного чехла, интенсивность и характер проявления тектонической активности.	Система бассейнов подземных вод с единым платформенным этапом развития, определяющим направленность гидрогеологических процессов и гидрогеологическую зональность.
1	Провинция	Типы гидрогеологических емкостей в пределах гидрогеологических структур, общая направленность подземного стока.	Сложный бассейн подземных вод
2	Подпровинция	Особенности питания, движения и разгрузки напорных подземных вод в пределах одной гидрогеологической структуры.	Бассейн напорных вод – нижняя часть сложного бассейна пластяных вод с нисходяще-восходящим или восходящим движением подземных вод.
3	Область	Замкнутость водообмена (питание, транзит, разгрузка) ББСВ в пределах отдельной положительной морфоструктуры с разнонаправленным нисходящим стоком к дренам.	Группа бассейнов регионального стока безнапорных и безнапорно-субнапорных вод (ББСВ).
4	Подобласть	Замкнутость водообмена ББСВ в пределах части положительной морфоструктуры с односторонним нисходящим стоком от водораздела к дрене.	Бассейн регионального стока ББСВ.
5	Район	Замкнутость водообмена ББСВ в пределах отдельной положительной морфоскульптуры с разнонаправленным нисходящим стоком к притокам более низкого порядка.	Группа бассейнов местного стока ББСВ.
6	Подрайон	Замкнутость водообмена ББСВ в пределах части положительной морфоскульптуры с односторонним нисходящим стоком от водораздела к ближайшей дрене.	Бассейн местного стока ББСВ.
7	Участок	Замкнутость водообмена ББСВ в пределах отдельной положительной морфоскульптуры с разнонаправленным нисходящим стоком к притокам более низкого порядка.	Группа бассейнов элементарного стока ББСВ.
8	Подучасток	Замкнутость водообмена ББСВ в пределах части положительной морфоскульптуры с односторонним нисходящим стоком от водораздела к ближайшей дрене более низкого порядка.	Бассейн элементарного стока ББСВ.

2. В гидрогеологических массивах гидрогеодинамическое состояние подземных вод связано, главным образом, с зоной экзогенной трещи-

новатости. Выделение провинций по типам гидрогеологических емкостей приводит к тому, что единая гидрогеологическая структура (бассейн стока) ранга области оказывается разделенной на верхнем иерархическом уровне, и должна рассматриваться как два (или более) объекта ГМПВ;

3. На равнинах аридной зоны реки, формирующие свой сток в горной гумидной зоне, не дренируют водоносные горизонты, а являются источниками питания подземных вод окружающих пустынь. Выделение областей по направлению стока к дрене противоречит указанной схеме.

Таким образом, разработка схемы районирования территории Казахстана и выделение на ее основе объектов ГМПВ регионального уровня является актуальной проблемой научного обоснования ГМПВ Казахстана. Прежде всего, несовпадение понятий "бассейн подземных вод" и "бассейн стока безнапорных и безнапорно-субнапорных вод" [6] и, как следствие, их границ, приводит к невозможности их совместного районирования на основе некоторого универсального ряда таксонов.

Поэтому ряд исследователей, в частности в Российской Федерации, перешёл к другим принципам районирования [8]. На основании структурно-гидрогеологического принципа районирования выделяются гидрогеологические районы в границах геоструктур - природных емкостей, содержащих гравитационные подземные воды. Выделенные по указанному принципу гидрогеологические районы не во всех случаях представляют собой единые гидрогеодинамические системы. Как отмечалось выше, ГМПВ объектов, выделенных по этому принципу, бассейнов подземных вод разных порядков, должен быть обоснован дополнительно. В качестве основы районирования и выделения объекта ГМПВ регионального уровня принято, что объектом ГМПВ регионального уровня является гидрогеодинамическая система по В.А. Всеволожскому - гидрогеологические обособленные бассейны подземного стока с общими направлениями движения поверхностных и подземных вод, определяемыми положениями общего базиса стока [2]. Нижней границей гидрогеодинамической системы является региональный водоупор. В отличие от артезианского бассейна формирование подземных вод гидрогеодинамической системы представляет собой геологически современный процесс, связанный с гидрогеологическим циклом круговорота воды в природе.

Районирование субнапорно-безнапорных вод зоны свободного водообмена по бассейнам стока подземных вод разных порядков, которые, как правило, совпадают с бассейнами поверхностного стока, позволяет



выделить объекты регионального уровня мониторинга различных порядков. Границы таксонов районирования подземных вод зоны свободного водообмена проходят по водоразделам стока подземных вод, которые в большинстве случаев совпадают с поверхностными водоразделами. Дифференциация бассейнов подземного стока зоны свободного водообмена может быть произведена с учетом гидрогеологических условий и глубины вреза эрозионной сети, определяющей мощность дренируемой толщи гидрогеологического разреза. В Казахстане могут выделяться следующие таксоны районирования: бассейны континентального, внутриконтинентального, регионального, местного подземного стока.

К бассейнам континентального подземного стока относятся бассейны морей и океанов. К бассейнам внутриконтинентального подземного стока относятся бассейны внутренних озер, например, озера Балхаш. Бассейны регионального подземного стока выделяются в пределах бассейнов крупных рек (Иртыш, Урал и т.д.) и их притоков. Они контролируют весь подземный сток зоны свободного водообмена. К бассейнам местного стока разного порядка относятся бассейны рек, дренирующие водоносные горизонты зоны свободного водообмена части территории бассейнов регионального стока.

Подсистемы наблюдений, оценки и прогнозирования состояния подземных вод объекта ГМПВ регионального уровня строятся в соответствии с иерархическим порядком выделенного объекта и техногенезом в его пределах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бураков М.М., Подольный О.В. К концепции оптимизации наблюдательной сети государственного мониторинга подземных вод // Гидрометеорология и экология. – 1998. - №3-4. - С. 127-137.
2. Всеволожский В.А. Подземный сток и водный баланс платформенных структур. — М.: Недра, 1983. - 167 с.
3. Ковалевский В.С. Концепция и принципы эколого-гидрогеологического районирования и оценок состояния территорий // Водные ресурсы. – 1996. - том 23, №1. - С. 86-90.
4. Ковалевский В.С. К методологии эколого-гидрогеологического районирования // Водные ресурсы. – 1997. - том 24, №1. - С. 23-26.
5. Методические основы гидрогеологического районирования территории СССР / А.А. Островский, Б.Е. Антыпко, Т.А. Конюхова. - М.: Недра, 1990. - 240 с.
6. Островский В.Н. Двойственное содержание понятия "бассейн подземных вод" // Отечественная геология. – 1999. - №5. - С.66-69.

7. Подольный О.В. Проблемы научного обоснования государственного мониторинга подземных вод Казахстана // Материалы 5-го Международного Конгресса "Вода: Экология и технология" "Экватэк-2002". - М.: Изд-во СИБИКО. -2002. - С. 589-590.
8. Принципы гидрогеологической стратификации и районирования территории России (Методическое письмо) – М.: Министерство природных ресурсов РФ. – 1998.- 21 с.

Гидрогеоэкологическая научно-производственная  
и проектная фирма "КазГИДЭК"

### **ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ МЕМЛЕКЕТТІК МОНИТОРИНГІ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ОБЪЕКТ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

Геол.-мин. ғылымд. докторы                      О.В. Подольный

*Мемлекеттік мониторинг жасалатын объектінің жер асты сулары жағдайын бақылау, бағалау және болжау кіші жүйелері оның иерархиялық деңгейіне байланысты құрылады. Жер асты сулары мемлекеттік мониторингінің аймақтық деңгейдегі объектісі болып жер үсті және жер асты сулары бір бағытта ағатын гидрогеологиялық бөлек тұрған жер асты суы алабы табылады.*

УДК 504.73/74.054

**О ВЛИЯНИИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА  
СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ОЗЕРА БАЛХАШ**

Доктор геогр. наук    Н.А. Амиргалиев  
Канд. геогр. наук    Т.Я. Лопарева  
                                 С.Т. Накыпбек  
                                 Б.К. Кеңжебеков

*Рассмотрены источники загрязнения оз. Балхаш; дан краткий обзор проведенных исследований по влиянию антропогенного загрязнения на водную среду и гидробионты, изложен материал по накоплению металлов и пестицидов в растениях и беспозвоночных организмах озера.*

Озеро Балхаш относится к числу крупнейших естественных водоемов Земного шара с площадью водной акватории около 17,8 тыс. км<sup>2</sup>. Обширный по площади Или-Балхашский регион, представляющий собой уникальный природный комплекс, отличается высоким развитием горно-рудной, металлургической промышленности, сельского и коммунального хозяйства. На его территории, занимающей около 390 тыс. км<sup>2</sup>, проживает сегодня свыше 1,4 млн. человек, т.е. более 9,4 % всего населения страны.

Интенсивное использование вод Или-Балхашского бассейна многими отраслями народного хозяйства, загрязнение атмосферы, поступление сточных вод промышленных предприятий и сельскохозяйственного производства привело к нарушению сбалансированности всей экосистемы озера Балхаш и ее загрязнению. Загрязнение озера тяжелыми металлами связано в первую очередь с функционированием Балхашского горно-металлургического комбината (ныне корпорация «Казахмыс») и Текелийского комплекса горно-рудной промышленности. За прошедшие 60 лет сточные воды и воздушные выбросы послужили причиной накопления токсикантов по всей акватории Балхаша. Концентрация многих элементов повсеместно превышает предельно-допустимые значения для рыбохозяйственных водоемов. Уровень их накопления в донных отложениях озера превосходит средний уровень этих элементов в почвах Казахстана и Прибалхашья. Значительные загрязнения в экосистему озера вносят сельско-

хозяйственные сбросы, содержащие в своем составе хлор и фосфорорганические пестициды.

Кроме указанных выше хозяйственных объектов к числу источников загрязнения озера относятся также Балхашская ТЭЦ, предприятия ТОО «Балхашбалык» и его транспортные, рефрижераторные суда, мясо-молзавод и др. Химико-токсикологические показатели сточных вод этих промышленных объектов и влияние их на качество озерных вод были рассмотрены в небольшом числе публикаций [1...4, 11].

Сбросные воды из этих объектов характеризуются обилием взвешенных и растворенных форм органических загрязнений, концентрация аммонийного и нитратного азота достигала 10...15 мг/дм<sup>3</sup> и выше. Нефтепродукты и различные отработанные масла в стоках ТЭЦ, рыбообрабатывающих предприятий и в подслановых, технологических отработанных водах транспортно - рефрижераторных судов и плавбаз были зарегистрированы в количестве до 3900...4150 мг/дм<sup>3</sup>, а минерализация отдельных категорий стоков достигала 4,0...6,8 г/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, оз. Балхаш принимает сточные воды от многих отраслей хозяйства, имеющие в своем составе различные виды загрязнения от органических веществ до остротоксичных соединений металлов и ядохимикатов. Последние, разумеется, представляют наибольшую опасность для водной экосистемы озера. Если тяжелые металлы поступают в озеро из металлургических объектов в виде атмосферных выбросов и производственных стоков, то ядохимикаты попадают в водоем с речными водами, а также путем неорганизованных сбросов из орошаемых массивов. Указанные токсиканты для оз. Балхаш могут считаться приоритетными, миграция которых, по отдельным звеньям водной экосистемы, должна быть предметом систематического наблюдения.

Известно, что антропогенному загрязнению оз. Балхаш подвергается в течение многих десятилетий, начиная с довоенного периода. Однако целенаправленных исследований по оценке токсичности поступающих в озеро стоков по отношению к водным животным, а также по влиянию этих загрязнений на количественные показатели и распространение гидробионтов по акваториям озера, включая зоны, подверженные загрязнению, не проводилось. Каких-либо публикаций по этим вопросам в литературе не встречается.

Небольшие по масштабу лабораторные эксперименты и натурные исследования по данному вопросу были выполнены с некоторым переры-

вом в 1967...1972 гг. Согласно результатам лабораторных опытов [12], сточные воды металлургического комбината характеризуются высокой токсичностью, что выявлено с использованием мизид и дафний в качестве тест - организмов. В неразбавленных натуральных стоках в течение нескольких часов произошла 100 % гибель организмов. В сосудах при разбавлении стоков до 1 : 64 к концу вторых суток осталось около 15...16 % всех посаженных мизид, а появившаяся молодь была очень слабой и малоподвижной. Даже при разбавлении стоков в 256 раз взятые организмы по приросту сильно отставали от контроля.

Натурные исследования, выполняемые одновременно с лабораторными опытами (в 1970...1972 гг.) по существу впервые позволили оценить влияние стоков на состояние гидрофауны озера. В бухте Бертус и заливе Тарангалык в зоне распространения стоков предприятий «Казахмыс» и Балхашской ТЭЦ в составе водных беспозвоночных отсутствуют ветвистые рачки, а веслоногие зарегистрированы лишь в единичных экземплярах [2,4]. Бентос в этих частях озера крайне беден по количеству и качественному составу, он представлен в основном личинками хиронамид. Биомасса бентоса находится в интервале 0,02...0,04 г/м<sup>2</sup>. Местами донная фауна отсутствует. Результаты исследования последних лет (1996...2001 гг.) также свидетельствуют об отсутствии в загрязненных акваториях таких массовых для озера видов, как моллюски, корофинды, мизиды, полихеты и др. А биомасса зоопланктона отличается здесь низкими значениями, часто в пределах 0,132...0,148 г/м<sup>3</sup>.

Прогрессирующее загрязнение рыбохозяйственных водоемов республики ядохимикатами, используемыми в сельском хозяйстве, к концу 70-х годов принимало угрожающий характер, вызывая резкое ухудшение условий обитания гидробионтов и глубокие экологические нарушения в водоемах. Увеличение площадей сельхозугодий в Балхаш-Илийском бассейне, функционирование к этому моменту крупных Акдалинского и Каратальского массивов орошения и массовый характер использования ядохимикатов во всех сферах земледелия привело к интенсивному загрязнению речных систем и самого озера. Следовательно, Балхаш стал приемником двух групп высокотоксичных загрязняющих веществ – пестицидов и тяжелых металлов, обладающих высокой стабильностью и кумулятивным эффектом, не считая других источников загрязнения, о чем сказано выше. Именно пестициды и металлы, накапливаясь по трофическим цепям до концентрации в сотни и тысячи раз превышающих их содержание в воде, способны вызвать глубо-

кие нарушения физиолого-биохимических процессов в организме водных животных с последующим морфо-функциональными изменениями патологического характера в органах и тканях.

По данным Ю. Одум [19], например, в воде, содержащей 0,004 млн. долей ДДТ на 1 л в конце пищевой цепи, после планктона и рыб, на 1 кг веса бакланов приходится уже 26,4 млн. долей ДДТ, что может послужить причиной исчезновения отдельных звеньев живой цепи. Л.П. Брагинским [7] установлен уровень аккумуляции хлорорганических пестицидов в планктонных организмах днепровских водохранилищ 0,118 мг/кг, бентосных - 0,1457 мг/кг, в молоди рыб - 0,2535 мг/кг, у взрослых особей - 1,5189 мг/кг. Известны также сведения о том, что планктон, мальки рыб и водные растения, концентрируют стойкие пестициды в своих тканях в  $10^3 \dots 10^5$  раз по сравнению с концентрацией этих веществ в воде, а крупные рыбы - в  $10^6$  раз, а рыбоядные птицы - в  $(1 \pm 3)10^7$  раз [14,22].

Особенно разрушительные последствия вызывает накопление тяжелых металлов в водных организмах, достигающие коэффициента накопления (обогащения), равного  $10^3 \dots 10^6$  и выше. Например, устрицы способны накопить до 1 % цинка и 0,003 % кадмия, планктон концентрирует медь в 90000 раз, свинец в 12000 раз, кобальт в 16000 раз по сравнению с их концентрацией в загрязненной морской воде [6].

Напряженная экологическая обстановка на оз. Балхаш, вызванная прогрессирующим его загрязнением пестицидами и тяжелыми металлами, дала начало развитию со второй половины 80-х годов исследования в области биоаккумуляции указанных токсичных соединений в водной фауне и флоре водоемов Балхаш-Илийского бассейна. Появился ряд научных публикаций, посвященных этому вопросу [5, 8, 13, 15...17].

Судя по опубликованным сведениям и отчетным материалам КазНИИ рыбного хозяйства за многолетний период, уровень пестицидного загрязнения водной экосистемы оз. Балхаш и речных систем в последние 5...6 лет несколько снизился в связи с уменьшением использования пестицидов в сельском хозяйстве. Однако загрязнение тяжелыми металлами имеет прогрессирующий характер. Возрастает уровень их накопления в биологических объектах озера. Эти вопросы более подробно рассмотрены нами в монографии [21].

Ниже в обобщенной форме излагаются результаты исследования по кумуляции металлов в водных растениях и беспозвоночных организмах оз. Балхаш, так как эти звенья водной экосистемы остаются сравнительно

малоизученными. По накоплению металлов в этих биологических объектах использованы материалы за 1993, 1994, 1997, 2001 и 2002 гг., по которым имеются более полные сведения.

В более крупных формах фитопланктона – обрастаниях, представленных сине-зелеными и диатомовыми водорослями, активно накапливаются титан, марганец, стронций, коэффициенты их накопления ( $K_n$ ) в 1992...1994 гг. составляли 84,4; 108; 258 соответственно. С годами эти значения изменяются в сторону увеличения, достигая максимума в 1997 г. Коэффициенты накопления при этом были на уровне для стронция – 385, марганца – 268, титана – 149. В течение этого периода в обрастаниях сильно возрос уровень накопления свинца ( $K_n$  до 400). Несколько в меньшей степени аккумулируется в этих растениях Cu, Zn, Cr, Co, Ni. Коэффициенты накопления их лежат в интервале 40,9...62,5. В зеленых и сине-зеленых водорослях из отдельных районов прибрежной зоны озера зарегистрированы кадмий и другие остротоксичные соединения в пределах 0,17...0,20 мг/кг сырой массы.

Аналогичные результаты получены при исследовании Балтийского моря и его заливов [20], где также зафиксирована активность Mn, Sr и Pb в накоплении в водорослях. В пресноводных экосистемах водоросли усиленно поглощают кобальт [9], что нехарактерно для солоноватоводных видов водорослей.

Следует также отметить, что в условиях водной экосистемы оз. Балхаш такие наиболее приоритетные для озера загрязняющие элементы как медь и цинк не отличаются активностью в накоплении фитопланктоном. А в днепровских водохранилищах, подверженных эвтрофированию, эти металлы, а также марганец, весной в начале интенсивного развития фитопланктона практически полностью исчезают из водной среды, появляясь в результате осенней деструкции водорослей [18].

Среди представителей высшей водной растительности более резистентными являются погруженные формы, которые в 1,7...7 раз больше накапливают металлы, чем воздушно-водные. Свободно-плавающие и погруженные макрофиты идентичны по накоплению свинца, никеля, олова, меди в пределах 0,60...12,6 мг/кг воздушно-сухого вещества (ВСВ). В большом количестве эти макрофиты содержат титан, марганец и стронций от 250 до 1860 мг/кг ВСВ.

Кормовые для рыб беспозвоночные организмы, как следующее звено в трофической цепи, также накапливают микроэлементы и тяжелые металлы в своем организме, при этом уровень кумуляции их также значительно превышает содержание токсикантов в воде. Из осредненных данных табл.1 следует, что все из анализируемых нами элементов в той или иной степени аккумулируются в тканях беспозвоночных организмов озера. Более активно с концентрацией выше 10 мг/кг в сырой массе зоопланктона накапливается Sr, Ti, Pb, Mn и Ba, а в зообентосе также 6 элементов, только вместо свинца присутствует цинк со средней концентрацией 25,1 мг/кг (в сырой массе). Коэффициенты накопления указанных элементов составили в зоопланктоне от 11,6 для бария до 193 для свинца, а в зообентосе от 17,7 для бария до 270 - для цинка (рис.1).

Следующую группу элементов, занимающую как бы среднее положение, с уровнем концентрации от 1,0 до 10 мг/кг составляют для зоопланктона В, Zп, Сu, а для бентоса - Sr, В, Pb и Сu. Коэффициенты их накопления в зоопланктоне в пределах 6,8...47,5, в бентосе 7,9...92,5. В наименьших количествах в планктоне от 0,05 до 0,76 мг/кг, бентосе от 0,01 до 0,97 мг/кг зарегистрированы Ag, Sr, Со, Мо, Ni, V и Сг в зоопланктоне, хотя и в бентосе содержание его невысоко (табл.1). Как следует из рис.1, коэффициенты накопления этих элементов в планктонных организмах от 8 до 24, а в донной фауне - от 1,3 до 29,0.

Из анализа полученного материала следует, что уровень накопления отдельных металлов и микроэлементов в зоопланктоне озера в целом стабилен по годам. В 1997 г. для ряда элементов отмечено некоторое снижение их концентрации. В бентосных организмах межгодовые колебания кумуляции пестицидов проявляются в большой степени.

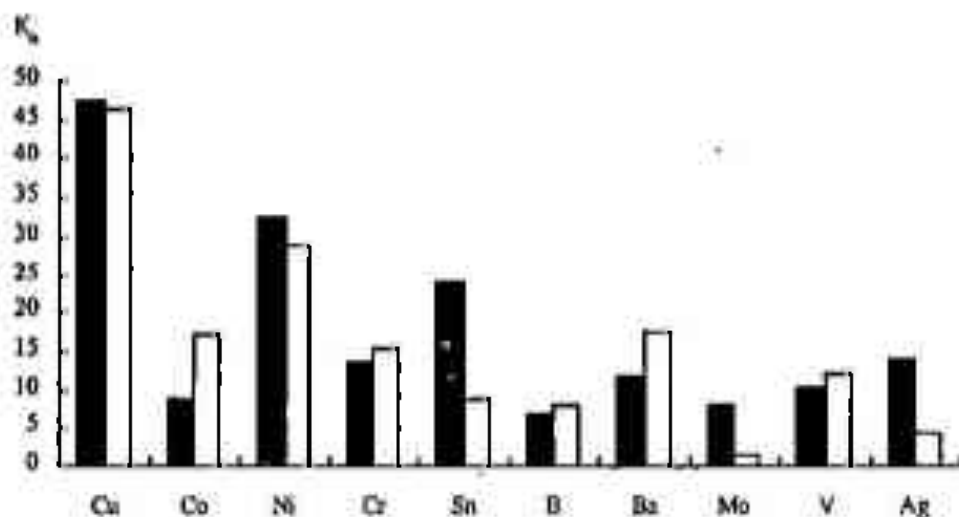
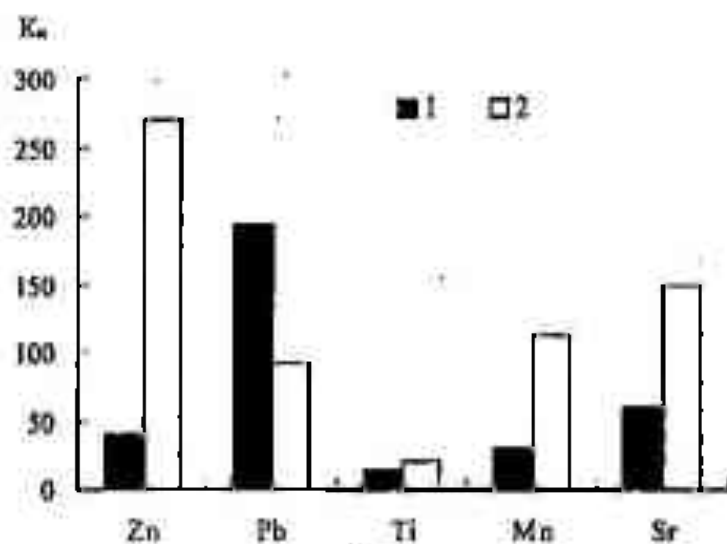
Концентрация в них таких элементов как Ti, Mn, Pb, Mo и серебро из года в год возрастает.

Это, очевидно, можно объяснить ростом накопления токсикантов в донных отложениях. Анализ имеющегося банка данных свидетельствует о том, что за последние 10 лет в грунтах по всей акватории озера в 1,6...9,8 раза возросло количество марганца, стронция, кобальта; во II-III районах в 4...7 раз увеличилась концентрация меди, в 2... 4 раза - цинка.

---

\*Коэффициент накопления  $K_n$  означает отношение концентрации токсикантов в гидробионтах, мг/кг, к концентрации веществ в воде, мг/дм<sup>3</sup>.





*Рис. 1. Средние значения коэффициентов накопления элементов в зоопланктоне (1) и зообентосе (2) озера Балхаш.*

Общее представление об изменении концентрации металлов в донных организмах (мизидах) и в грунтах во времени и в отдельных характерных районах озера дают данные табл.2.

Как видно в табл. 2, в донных отложениях четвертого, более загрязненного района, прилегающего к г. Балхашу, накапливается значительно большее количество металлов, чем в осадках пятого района, что соответствует и большей концентрации их (в 1,5...2 раза) в мизидах, обитающих в акватории четвертого района. Следует отметить особенно высокое содержание свинца в мизидах IV-го района (14,1 мг/кг), что в 5,2 раза выше, чем в V-ом районе.

Таблица 1

Среднее содержание (мг/кг) элементов в кормовых организмах оз. Балхаш за 1993...1994 и 1997 гг.

Элемент	Зоопланктон	Зообентос
B	1,04	1,58
Ba	10,6	17,7
Cu	9,4	6,0
Zn	3,35	25,1
Ti	49,8	80,9
Mn	11,7	61,7
V	0,65	0,97
Co	0,13	0,24
Ni	0,35	0,33
Pb	20,0	1,79
Sr	79,7	157
Mo	0,10	0,45
Cr	0,76	1,02
Sn	0,06	0,02
Ag	0,05	0,01

Таблица 2

Содержание элементов в мизидах и донных отложениях озера Балхаш и его отдельных районов

Год	Район отбора	Элемент, мг/кг						
		Zn	Ni	Cu	Mn	Pb	Cd	Cr
мизиды								
1991...2000	среднее по водоему	7,9	0,25	5,9	10,5	3,0	не обн.	0,73
2001	IV	11,5	1,17	22,4	11,6	14,1	0,29	13,3
2001	V	18,5	0,92	8,3	27,8	2,73	0,17	16,6
2002	IV	13,7	1,61	10,5	31,1	3,86	0,16	44,2
2002	V	17,7	1,06	8,4	15,8	2,88	0,21	32,6
грунты								
2001	IV	578,4	38,1	310,9	589,0	639,4	56,0	61,2
2001	V	96,2	37,1	69,4	460,0	55,7	35,0	55,6

Анализ проб, собранных в 2001 и 2002 гг. свидетельствует о повсеместном присутствии кадмия в донных отложениях, соответственно и в ми-

зидах. В предыдущие годы кадмий был зарегистрирован в единичных образцах и в незначительных количествах. Обращает на себя внимание также тот факт, что в 2001 и 2002 гг. имеет место значительный рост концентрации приведенных в таблице компонентов в мизидах относительно их среднесуточного содержания, что свидетельствует о продолжающемся загрязнении экосистемы оз. Балхаш этими токсичными соединениями.

В отличие от зоопланктона отдельные виды донной фауны отбирались для анализа в чистом виде, что позволило выявить некоторые характерные моменты избирательного накопления ими металлов. Более активными концентраторами большинства элементов оказались двухстворчатые моллюски (анадонта) и бокоплавы, для которых коэффициенты накопления для Mn, Sr, Cu, Sn, Ba, V в 2...5 раз выше, чем для мизид (рис. 2). Коэффициент накопления Mn, например, мизидами составляет 22, а анадонтой 550. Pb и Zr интенсивней аккумулируется мизидами ( $K_n = 148...161$ ). Меньшей накопительной способностью по отношению к металлам обладают креветки.

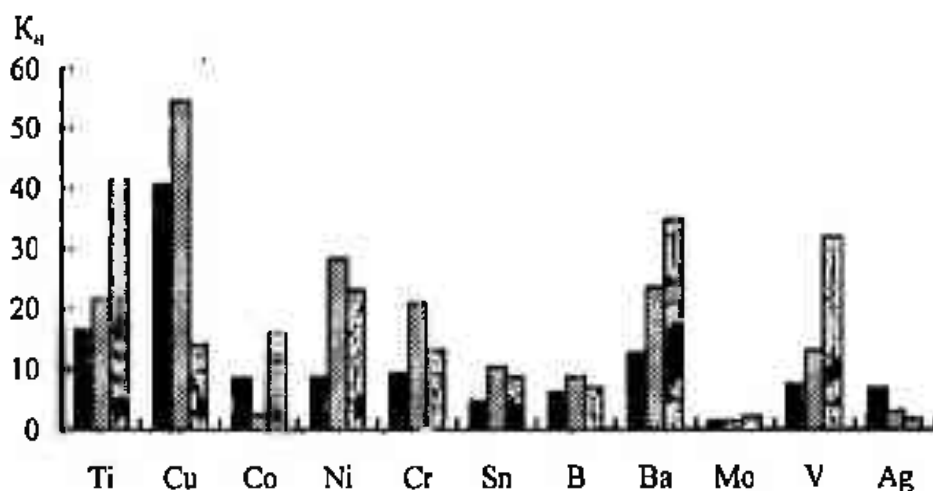
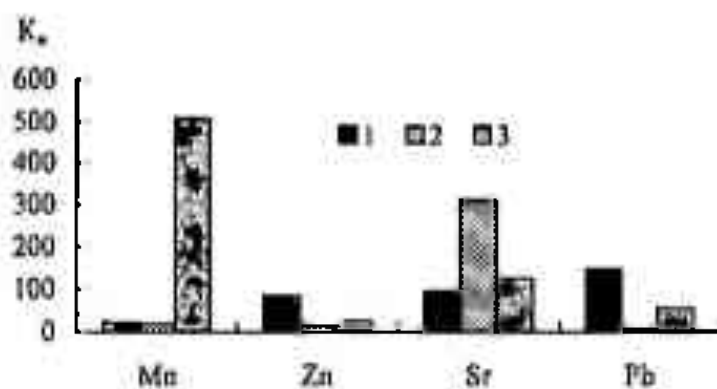


Рис. 2. Коэффициенты накопления металлов в тканях отдельных видов бентических организмов. 1 - мизиды, 2 - бокоплавы, 3 - анадонта.

Высокая аккумулярующая способность двухстворчатых моллюсков по отношению к металлам выявлена и по результатам исследования Балтийского моря [20]. При чем авторы, исходя из способности накапливать до высоких уровней некоторые металлы, доступности сбора и малой миграционной активности, считают возможным использовать этих моллюсков в качестве индикаторных организмов-концентраторов в мониторинге загрязнения водоема металлами. Установлено также высокое концентрирование большого ряда металлов в раковинах анадонты, что может быть связано со способностью металлов соосаждаться с карбонатным материалом и необратимо фиксироваться в раковинах по мере их формирования. Следовательно, изучение этих вопросов представляет несомненный интерес для оз. Балхаш, где процессы образования карбонатов и доломитов являются не только важной составляющей в балансе минеральных солей в котловине озера, но и существенным фактором, влияющим на всю его биозкологическую систему.

Накопление металлов кормовыми беспозвоночными организмами, обитающими в отдельных частях озера, неравнозначно. Это обусловлено разницей степенью антропогенного воздействия на водную экосистему отдельных акваторий озера и неоднородным составом сообщества. Зоопланктон в бухте Бертыс наиболее загрязнен такими элементами как Cu, Zn, Mn, Cr и Mo, в устье р. Лепсы – Zn, Pb и Ni, в заливе Сары – Шаган – Sr и Mn. Высокая степень накопления Pb, Zn и Sr зарегистрирована в мизидях из устья р. Лепсы и VII-района, куда впадают реки Лепсы и Каратал. Повышенное накопление меди характерно для мизид, обитающих в бухте Бертыс и заливе Майтан.

В целях более углубленной интерпретации полученного материала на основе осредненных данных табл. I нами составлены следующие ряды абсолютного накопления металлов в оз. Балхаш:

для зоопланктона

Ag < Sn < Mo < Co < Ni < V < Cr < B < Zn < Cu < Ba < Mn < Pb < Ti < Sr

для зообентоса

Ag < Sn < Co < Ni < Mo < V < Cr < B < Pb < Cu < Ba < Zn < Mn < Ti < Sr

Приведенные ряды в целом аналогичны для двух рассматриваемых групп организмов, вместе с тем следует заметить, что Pb более активно поглощается зоопланктоном, а Zn, наоборот, бентофауной.

О характере концентрирования металлов в водных беспозвоночных очень мало опубликованных сведений, а имеющиеся публикации ограничиваются коротким рядом анализированных элементов. В работе [20] приводится ряд металлов, содержащихся (мг/кг) в зоопланктоне и бентосе Рижского залива Балтийского моря. Для зоопланктона ряд имеет следующий вид:



Сопоставляя данный ряд с таковым для планктона оз. Балхаш легко обнаружить непосредственную аналогию состава лидирующих по концентрации элементов - Mn, Sr, Pb, Zn, Cu. Есть также сходство в составе менее концентрируемых планктоном элементов. Можно предположить, что данное сходство обусловлено тем, что в видовом составе взятых для анализа зоопланктона как из Рижского залива, так и из озера Балхаш преобладающее положение принадлежит веслоногим рачкам. Из приведенной выше работы [18] также известно, что в пробах зоопланктона, в которых преобладали ветвистоусые рачки, в значительно большем количестве концентрируются Hg и Cd.

Сравнение абсолютной концентрации металлов в планктонных организмах двух этих водоемов показывает (табл. 3), что количество таких элементов как Mn, Co, Ni и Cr характеризуется значениями одного порядка, хотя в воде оз. Балхаш содержание этих элементов на порядок, а для некоторых из них на 2-3 порядка выше, чем в воде Балтийского моря.

Таблица 3

Среднее содержание элементов в воде (мкг/дм<sup>3</sup>) и зоопланктоне (мг/кг) оз. Балхаш и Балтийского моря

Элемент	В воде		В зоопланктоне	
	оз. Балхаш	Балтийское море	оз. Балхаш	Балтийское море
Mn	167	0,5	11,7	10,0...22,7
Zn	35,0	8,5	3,35	13,2...28,1
Cu	32,0	2,3	9,40	0,99...1,84
Ni	7,6	1,4	0,35	0,35...1,38
Pb	21,5	1,5	20,0	0,81...2,2
Co	10,0	0,4	0,13	0,16...0,19
Cd	30,6	0,25	-	0,24...0,83
Cr	25,2	0,17	0,76	0,12...0,65
Sr	295	-	79,7	1,1...5,0

Литературных сведений о селективном характере кумуляции металлов в организмах водных беспозвоночных недостаточно. Однако выявлена закономерность о неоднозначности реакции растений на содержание тяжелых металлов в почве. Л.П. Вакаренко с соавторами [10] в условиях Северного Прибалхашья установлено интенсивное накопление рядом видов наземной растительности таких элементов, как Mo, Sr, Cu, Zn независимо от их концентрации в почве. Pb – наиболее токсичный тяжелый металл, вызывает у всех исследованных растений одинаковую реакцию – торможение его поступления в наземные части растения. Такие растения как полынь, биюргун и др. показали способность накапливать Cu и Zn в значительных количествах без видимого вреда для своей жизнедеятельности. Аналогичные результаты по поглощению Cu и Zn фитопланктоном получены Е.П. Нахшиной [18] для Днепровских водохранилищ, о чем упомянуто выше. Приведенный анализ фактического материала и литературных сведений дает основание предположить, что зоопланктон способен, в определенных условиях, лимитировано концентрировать отдельные виды металлов независимо от их содержания в воде.

Как следует из данных табл. 3, в планктоне оз. Балхаш уровень концентрации Cu, Pb и Sr на порядок, иногда на два порядка выше, чем в планктоне Балтийского моря. Это, очевидно, обусловлено наличием прямой зависимости уровня концентрирования металлов в планктоне от их содержания в воде и фитопланктоне, служащего кормом для зоопланктона. Обращает на себя внимание и то, что концентрация цинка в балхашской воде в 4 раз выше, чем в воде Балтийского моря, а содержание его в зоопланктоне последнего на порядок выше по сравнению с балхашским. Подобные явления, видимо, можно объяснить специфическими условиями водной среды водоемов, а также возрастными, видовыми и подвидовыми различиями зоопланктона и потребляемой им альгофлоры.

Характерный ряд концентрирующихся металлов в бентических организмах Финского залива Балтийского моря имеет следующий вид:

$Hg < Cd < Cr < Co < Ni < Pb < Cu < Mn < Zn < Sr < Fe.$

Достаточно четко обнаруживается сходство этого ряда с приведенным выше рядом элементов для бентических организмов оз. Балхаш. В том и в другом случае в группе лидирующих по концентрированию элементов находятся Sr, Zn, Mn, Cu, Pb. Аналогичен по составу и замыкающий ряд элементов – Cr, Co, Ni и др.

Из данных табл. 4 следует, что уровень концентрирования Cu, Zn, Co, Ni и Pb донными организмами рассматриваемых двух водоемов характеризуется близкими значениями, хотя в донных осадках Балхаша содержание этих и всех остальных элементов несравненно, для некоторых из них на 2-3 порядка, выше, чем в осадках Балтийского моря.

Таблица 4

Среднее содержание элементов в донных отложениях (мг/кг) и в бентических организмах (мг/кг) оз. Балхаш и Балтийского моря

Элемент	В донных отложениях		В бентосе	
	оз. Балхаш	Балтийское море	оз. Балхаш	Балтийское море
Mn	723	0,33	61,7	8,20...14,9
Zn	91,5	29,7	25,1	10,7...19,0
Cu	380	8,34	6,03	2,93...6,89
Ni	33,8	9,02	0,33	0,48...1,50
Pb	76,5	11,87	1,79	0,76...1,46
Co	11,7	4,74	0,24	0,04...0,70
Cd	-	0,55	-	0,06...0,19
Cr	48,7	15,08	1,02	0,17...0,59
Sr	715	-	157	20,9...54,1

Аналогичные результаты для таких элементов, как Mn, Co, Ni, и Cr получены при исследовании зоопланктона Балхаша, о чем отмечено выше (см. табл. 3). Эти результаты дают основание предположить о наличии в планктонных и бентических организмах механизма, ограничивающего на определенных уровнях накопление в организме некоторых металлов даже при условии высоких их концентраций в среде обитания – в воде или в донных отложениях. Как следует из табл. 2...4, уровень концентрирования водными беспозвоночными ряда элементов соответствует их концентрации в среде обитания.

Приведенный выше обзор научных публикаций свидетельствует о крайне недостаточном уровне проводимых на оз. Балхаш токсикологических, в т.ч. ихтиотоксикологических исследований, несмотря на то, что водоем в течение многих десятилетий хронически подвергается антропогенному загрязнению, имеет место накопление различных токсичных соединений в биологических и других объектах его водной экосистемы. Вообще аналогичное положение характерно и для других водных бассейнов Казахстана.

Много неизученных и невыясненных вопросов в экотоксикологическом состоянии водоемов комплексного использования, не говоря об исследованиях в области экспериментальной токсикологии. Каждый конкретный водоем специфичен по своим гидрофизическим и гидрохимическим показателям, биоразнообразию водных животных, по характеру, интенсивности загрязнения и самоочищения, составу поступающих токсикантов и т.д. Поэтому в различных водоемах наряду с некоторой общностью во внутриводоемном круговороте токсических соединений есть существенные различия в механизме и уровне кумуляции токсикантов в различных объектах водной среды, биомиграционных процессах и др. Без углубленных токсикологических исследований невозможно получить достоверную картину об экологическом состоянии водоемов, о влиянии поступающих токсикантов на гидробионты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Сечной Г.М. О составе и влиянии промышленных стоков на качество воды озера Балхаш // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. - Балхаш, 1967.- С.17...19.
2. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н. О влиянии сточных вод предприятий на оз. Балхаш // Материалы республиканской конференции о мерах по обеспечению очистки отработанных вод промышленными предприятиями и спуска их в промысловые водоемы. - Алматы, 1971.- С. 66...69.
3. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Сечной Г.М. Загрязнение крупных водоемов Казахстана сточными водами // Гидрохимические аспекты изучения и защиты окружающей среды. - Новочеркасск, 1975, Кн.3, - С. 27...29.
4. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Сечной Г.М. О влиянии некоторых антропогенных факторов на химический состав воды и распределение гидробионтов в промысловых водоемах Казахстана // Тезисы докладов III-его съезда Всесоюзного гидробиологического общества. - Рига, 1976.- С. 3...5.
5. Амиргалиев Н.А., Сулиева Х.Т., Тагаева Ф.Е., Накупбеков С.Т. Об уровне пестицидного загрязнения экосистемы Капшагайского водохранилища // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. - Алматы, 1993. - С. 87...95.



6. Аширов А. Ионнообменная очистка сточных вод, растворов и газов. – Л.: Химия, 1983. – 295 с.
7. Брагинский Л.П. и др. Персистентные пестициды в экологии пресных вод. – Киев, 1979. – 143 с.
8. Брагин Б.И., Нилов В.И. Тяжелые металлы и хлорорганические пестициды в оз. Балхаш // Проблемы сохранения оз. Балхаш и рационального использования его сырьевых ресурсов. – Балхаш, 1992. – С. 21...22.
9. Вареню Н.И. и др. К вопросу о мониторинге тяжелых металлов в пресноводных экосистемах // Тезисы докладов Первой Всесоюзной конференции по рыбохозяйственной токсикологии (Юрмала, декабрь 1988 г.). – Рига, 1988. – С. 54...55.
10. Вакаренко Л.П. и др. Накопление растениями Mo, Sr, Cu, Zn, Pb в районах рудопроявлений Северного Прибалхашья (Казахстан) // «Экология». – 1992. - № 2. – С. 18...23.
11. Григорьева Э.Н., Амиргалиев Н.А., Сечной Г.М. Загрязнение водоемов стоками судов рыбной промышленности Казахстана // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ашхабад, 1974. - С. 53...55.
12. Григорьева Э.Н., Амиргалиев Н.А., Сергеева Н.Г. Влияние сточных вод промышленных предприятий на гидробионтов оз. Балхаш // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ташкент – Фергана, 1972. – С. 71-73.
13. Григорьева Э.Н. Влияние антропогенных факторов на состояние водной экосистемы озера Балхаш // Проблемы сохранения оз. Балхаш и рационального использования его сырьевых ресурсов. - Балхаш, 1992. - С. 27-28.
14. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 1982. –391с.
15. Исмуханов Х.К., Амиргалиев Н.А. Экологическое состояние главных рыбопромысловых водоемов Казахстана // Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды. Тезисы докладов Международной конференции. – Алматы, 1997.-С. 27-29.
16. Матмуратов С.А., Нилов В.И., Юбко А.А. Хлорорганические пестициды в рыбах водоемов дельты р. Или и озера Балхаш // Материалы конференции Алма-Атинского отделения Географического общества АН Каз. ССР. – Алматы, 1989. – С. 87-88.

17. Матмуратов С.А., Нилов В.И., Брагин Б.И. Антропогенные загрязнения в дельте р. Или и оз. Балхаш // Проблемы освоения природных ресурсов Казахстана. Материалы научной конференции. – Алматы, 1990. - С. 113-117.
18. Нахшина Е.П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. – Киев: Наукова думка, 1983.- 157 с.
19. Одум Ю. Основы экологии. – М.: 1975. – 740с.
20. Сейсума З.К. и др. Тяжелые металлы в гидробионтах Рижского залива. – Рига: Зинатне, 1984.- 179с.
21. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш.- Алматы: Каганат, 2002. С. 97-104.
22. Химия окружающей среды. Пер. англ. / Под ред. А.П. Цыганкова. Л.: Химия, 1982. – 438 с.

КазНИИ рыбного хозяйства совместно с Балхашским филиалом

### **АНТРОПОГЕНДІК ЛАСТАНУДЫҢ БАЛХАШ КӨЛІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ОБЪЕКТЕРІНЕ ӘСЕРІ**

Геогр. ғылымд. докторы    Н.Ә. Әмірғалиев

Геогр. ғылымд. канд.        Т.Я. Лопарева

С.Т. Нақыпбек

Б.К. Кенжебеков

*Мақалада Балхаш көлінің көп жылдар бойы ластануының себептері және сол ластанудың судағы тірі жәндіктерге тигізетін әсерін зерттеуге арналған ғылыми жұмыстар келтірілген. Балхаш көлінің шөптері және омыртқасыз организмдері денесінде металдар мен пестицидтердің жинақталып сақталуы жөйлі жүргізілген көп жылдық зерттеу жұмыстарының қортындылары баяндалған.*

УДК 327.838:826

**БАССЕЙН АРАЛЬСКОГО МОРЯ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ,  
БУДУЩЕЕ**

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев

Канд. техн. наук

А.Т. Козыкеева

Л.Ж. Мустафаева

*На основе ретроспективного анализа деятельности - природной системы бассейна Аральского моря, дано оценки деятельности человека в экологическом аспекте и показаны пути её восстановления и нормализации.*

Судьба человечества на планете Земля и во Вселенной неотделима от природы, являющейся естественной основой и источником жизни во всем ее многообразии. И те глобальные проблемы, появившиеся в результате системы природопользования и природообустройства, о которых все серьезнее задумывается человечество на всех континентах, во многом вообрали в себя специфику нового этапа взаимоотношений человека и природы. Главное здесь состоит в том, что человек путем регулирования и перераспределения стоков реки с помощью строительства водохранилищ и крупных оросительных систем, стал более могущественным в роли преобразователя природных систем, но не смог найти до сих пор гармонию с природой и с самим собой. Так, в результате широкого развития антропогенной деятельности резко нарушились практически все естественные процессы: изменилось режимы постоянных и временных водотоков основных речных систем; во много раз усилились геохимические потоки за счет вовлечения в активный круговорот огромные массы солей, ранее «захороненных» природой; изменился микроклимат в пределах орошаемых массивов и прилегающих к ним территорий, почвенные, биологические, гидрогеохимические и экологические процессы. Однако, в мире до сих пор взаимодействуют и противоборствуют различные мировоззренческие взгляды на принципы использования природных ресурсов, а природа продолжает ощущать на себе растущие антропогенные нагрузки, полностью компенсировать и сбалансировать которые за счет внутренних ресурсов собственными силами она не в состоянии. Поэтому рост интеллектуально-

го и технического могущества человека не может снять с повестки дня актуальнейшей проблемы и задачи современности – ограничения деятельности человечества, уже ставящего своей агрессивной и хищнической деятельностью под угрозу своё существование [3].

Осознание общности и нового единства всех живущих на планете Земля, стремление на деле как можно скорее разрешить наиболее сложные проблемы современности и, тем самым, уже сегодня внести реальный вклад в прогресс цивилизации – вот новые важнейшие черты мышления в техногенных нарушенных веках природной системы, которые должны зиждиться на силе разума и высочайшем чувстве ответственности перед будущим.

В настоящее время в системе природопользования и природообустройства появляются три стержня, вокруг которых развиваются глобальные проблемы: отношения государства в системе природопользования; сфера взаимодействия общества и природы; духовный мир человека, его мировоззрение и культурные ценности.

Чтобы сделать обсуждение этого вопроса более понятным, выделим из потоков строительства жизненно-важных природно-технических систем одну «типовую систему» и рассмотрим ретроспективный анализ применительно к нему. В качестве такой «типовой системы» используем «жизненный цикл» бассейна Аральского моря, поскольку эта природная система в 20 веке в результате жесткой антропогенной деятельности полностью потеряла естественную саморегулирующую способность.

Пытаясь представить «жизненный цикл» бассейна Аральского моря, сталкиваемся с «искусственным» миром, который отличается от «естественного». Так как будущее всегда переходит в прошлое непосредственно по стреле времени, а настоящее всегда может стать точкой отсчета, фиксирующей текущий момент этого перехода и трансформации, позволяющей разделить прошлое и будущее. Однако, как известно, в естественном мире нет ни прошлого, ни будущего. Отсюда и все парадоксы времени: мы привносим их в свое естественнонаучное мировоззрение из мира деятельностно-природной системы бассейна Аральского моря.

#### *Бассейн Аральского моря – естественная саморегулирующая система в прошлом*

При всем контрасте, существующем между горными хребтами Копетдага, Тянь-Шаня и Памира, окаймляющих с юга, юга-востока и востока бассейн Аральского моря, и низинными пустынными равнинами, располагающиеся у их подножья, и те и другие представляют единое целое при-

родной системы, генетически и функционально тесно связанные между собой.

Большие суммы эффективных температур (2100...4200 °С), огромные величины солнечной радиации ( $R = 20...42$  ккал/см<sup>2</sup>), значительный энергетический потенциал, большое (до 250 суток в год) число безоблачных дней и в то же время резкая континентальность климата (колебание температуры воздуха от - 26 до + 42 °С), определили формирование уникальной части нашей планеты – бассейна Аральского моря, где рядом размещены бескрайние пустыни и величайшие высокогорья с ледниками, с которых берут начало животворные водные потоки.

В бассейне Аральского моря орошаемое земледелие существовало еще за четыре тысячи лет до нашей эры. Местное население этого своеобразного географического региона передавало из поколения в поколение накопленный опыт и значение сбалансированного использования пастбищ, обнаружению и сохранению крох воды в пустыне, ведению орошаемого земледелия в родниковых зонах, поймах и дельтах рек без нарушения сложившегося в природе экологического равновесия, в которой развивались природные процессы этой удивительной саморегулирующейся системы.

Ресурсы поверхностных вод в бассейне Аральского моря оцениваются по среднему многолетнему стоку в объеме 127,5 км<sup>3</sup> и распределяются следующим образом: бассейн Амударьи – 79,5 км<sup>3</sup> (62 %), в том числе река Амударья – 68,1 км<sup>3</sup>, бассейн Сырдарьи – 37,2 км<sup>3</sup> (30 %), в том числе река Сырдарья 33,8 км<sup>3</sup>, бассейны бессточных рек Кыргызстана и Южного Казахстана – 10,2 км<sup>3</sup>.

Природный режим рек Сырдарьи и Амударьи, целиком определяющийся горной зоной формирования стока, имел огромное значение для создания благоприятной экологической обстановки, сложившейся в бассейне Аральского моря ко времени расселения в нем человека. Закономерная ритмичность периодов маловодных и многоводных лет в соответствии с активностью солнечной радиации и колебаниями климатических факторов хорошо вписывалась в запрограммированный сценарий и оказывала благоприятное влияние на развитие физико-географических процессов в бессточном бассейне Арала. Вековая синусоидальная кривая изменения интенсивности поверхностного стока в бассейне Аральского моря свидетельствует о повторяющихся периодах маловодных лет, что наблюдалось в 1974 году с объемом стока 65,34 км<sup>3</sup> (реки Амударьи – 42,84 км<sup>3</sup> и Сырдарьи – 22,5 км<sup>3</sup>), которые затем переходят через норму к многоводным –

в 1969 году, где объем стока составил 144,12 км<sup>3</sup> (реки Амударьи – 98,72 км<sup>3</sup> и Сырдарьи – 45,4 км<sup>3</sup>). Соответственно колебаниям стока рек Сырдарьи и Амударьи, питающих Аральское море, наблюдался естественный ход колебаний его уровня – годовые колебания – 27...30 см, многолетние – 50...60 см и вековые – до 4 м.

Таким образом, к началу расселения человека в бассейне Аральского моря, последний уже сложился как открытая саморегулирующаяся система со своими ритмами природных процессов, определяющимися обще космическими законами. Во всех зонах бассейна – горной, предгорной, пустынной, в долинах и дельтах рек, а также в акватории Аральского моря создавались благоприятные для обитания человека экологические условия. В каждой из этих зон сложились свои специфические ландшафты, в которых рельеф и геологическое строение, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, растительность и животный мир развивались в тесной взаимосвязи и достигали к моменту заселения их человеком устойчивого равновесного состояния, определяющего направление и скорость биологического круговорота в природе и его связи с геологическим круговоротом воды, веществ и химических элементов [9].

Древние цивилизации, заселенные в бассейне Аральского моря, воспринимая целостность Природы и Человека как ее части в мудром развитии жизни на Земле, стремившиеся понять и почувствовать законы этого развития, прислушиваясь к голосу и опыту предков, сохранили экологическое равновесие при использовании природных ресурсов региона.

Однако, в нашем технократическом 20 веке эти истины оказались забытыми, т. е. мы забыли, что все мы – человеческое общество – «дети космоса» и должны бы жить по его законам. В результате прекрасные достижения современной гидротехнической и мелиоративной науки и техники, «не вписанные в законы Природы», осуществленные вопреки им, оборачивались подчас трагедией для их творца – Человека.

Шесть тысяч лет потребовалось человеческой цивилизации, чтобы превратить зеленеющие равнины, лесистые долины рек Северной Африки в пустыню Сахару. За одну тысячу лет цивилизация Римской империи превратила «райские кущи» Ближнего Востока в каменистую пустыню. И всего лишь 50 лет оказалось достаточным нашей современной цивилизации, чтобы организовать экологическую катастрофу века в бассейне Аральского моря.

Исследование вопросов географии мелиоративного и водохозяйственного строительства в Центральной Азии, а также характер региональ-

ных особенностей размещения мелиорируемых сельскохозяйственных земель за предыдущие 85 лет, позволило определить тенденцию и недостатки в развитии мелиорации, диспропорции между отдельными видами мелиоративных мероприятий в зональном разрезе и вскрыть узкие места и пути улучшения экологической обстановки в бассейне Аральского моря [6, 7, 11, 12].

### *Экологический кризис бассейна Аральского моря – настоящее.*

Анализ основных процессов антропогенной деятельности при использовании природных ресурсов в Центральной Азии позволил выявить принципиальные просчеты в использовании природных ресурсов для развития мелиоративного и водохозяйственного строительства, имевшие место в разные периоды времени. Стремление использовать плодотворную силу воды на протяжении тысячелетий служило мощным стимулом экономического и духовного развития народов, населявших земли Центральной Азии. Образование и расцвет древних цивилизаций – Хорезмской, Ферганской, Бухарской, Самаркандской, Бактрийской – связаны в первую очередь с развитием ирригационной культуры в бассейне Аральского моря. За этот период продолжительностью несколько тысячелетий менялись государства и их названия, однако, оставалось неизменным бережное отношение к воде и земле. С появлением и становлением здесь государств развивалось и водные отношения и из примитивных, связывающих близких соседей, они превратились в сложные межгосударственные.

Чтобы понять сложность этих взаимоотношений, осознать всю меру экологической опасности скоропалительных и неосознанных решений в области использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря, без учета сохранения самого моря, необходимо принять во внимание, тот факт, что бассейны двух великих рек Центральной Азии – на протяжении многих тысячелетий были колыбелью многих народов, входивших в единое государство. Именно через призму этого исторического факта следует рассматривать происходящее ныне в регионе становление водных отношений, соответствующих новому этапу социально-экономического развития государств Центральной Азии.

Политические и социально-экономические условия в Центральной Азии, как в других регионах бывшего СССР, ориентированы на центральное управление и валовые показатели, что неизбежно приводило к монополии командно-бюрократической системы – государственно-монополистической экономике. Основной задачей, которая ставилась при

использовании природных ресурсов в бассейне Аральского моря – это решение проблемы сельскохозяйственного производства [5, 12].

В основу существующей концепции водохозяйственного строительства и развития мелиорации сельскохозяйственных земель были положены коренные изменения естественных природных условий, в соответствии с требованиями сельскохозяйственного производства. Это привело к изменению режима постоянных и временных водотоков основных речных систем Центральной Азии, многократному усилению гидрогеохимических потоков за счет вовлечения в активный круговорот огромной массы солей, ранее «захороненных» природой, в пределах орошаемого массива и прилегающих к ним территорий, резко изменило микроклимат, почвенные, биологические, гидрогеологические и экологические процессы. В связи с этим, несмотря на существенные различия в методах, технологии строительства, продолжительности освоения, орошения земель и технического уровня мелиоративных систем, в результате мелиоративной деятельности произошло резкое ухудшение экологической обстановки в бассейне Аральского моря с образованием дефицита водных ресурсов, то есть несоответствие водопотребления отраслей народного хозяйства с наличием возможных водных ресурсов региона.

Отсюда вытекает необходимость решения для экологической оценки природных систем Центральной Азии двух сложных и многокомпонентных задач:

- определение как можно в более полном объеме прямых, косвенных и отдельных экологических последствий использования водных и земельных ресурсов;

- разработка методов их учета при экологическом обосновании комплексного сбалансированного использования водных и земельных ресурсов.

Особенностью экологической ситуации в Центральной Азии является ее глобальный характер, где «успех человечества» в покорении природы в наше время столь велик, что хозяйственная деятельность людей стала оказывать большее воздействие на природу, чем протекающие в ней естественные процессы, то есть регион превратился в опытно-производственный полигон, для оценки интенсивности разрушения природной системы в условиях «жесткой» антропогенной деятельности (табл. 1).

В условиях ритмические изменения водного стока в Аральском море во многом зависели от водозаборов, которые с 1910 до 1955 годы характеризовались амплитудами 15...18 км<sup>3</sup> с повторяемостью ритмов че-



рез 8...10 лет, с амплитудой в 5...6 км<sup>3</sup> примерно через 3 года. Более резкие колебания стока, до 10...20 км<sup>3</sup>, были с 1945 по 1955 гг. с увеличением водозабора с 1910 по 1940 гг. от 10...15 до 20...26 км<sup>3</sup>, а с 1941 по 1951 гг. до 32 км<sup>3</sup>, 1951 по 1960 годам до 40,4 км<sup>3</sup> (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Развитие деятельностно-природной системы бассейна «Арал»

Год	Бассейн Аральского моря						Аральское море	
	$F$ , млн. га	$F_0$ , % от $F$	$W$ , км <sup>3</sup>	$C_0$ , г/дм <sup>3</sup>	$O_p$ , тыс. м <sup>3</sup> /га	$W_d$ , км <sup>3</sup>	$H$ , м	$C_m$ , г/дм <sup>3</sup>
1910	2,000	3...5	10,0	0,3-0,4	2,0...6,0			
1920	3,071	5...10	15,0	0,3-0,5	5,3			
1930	4,337	16...20	20,0	0,3-0,5	6,0			
1940	4,545	25...30	26,1	0,3-0,6	7,1			
1950	4,982	56	32,1	0,3-0,7	8,2			
1960	5,129	56	40,4	0,5-1,0	9,8	1...2	53,3	9,94
1970	6,127	56	50,3	0,7-1,0	10,7	5-6	51,5	11,23
1980	6,930	51...60	65,8	1,0-1,5	12,4	10...12	46,3	17,70
1990		60	86,0	1,5-2,5		29-30	38,6	30,30
2000				1,5-2,1		32...34		46,00

*Примечание:*  $F$  - площадь орошаемых земель;  $F_0$  - засоленных и склонных к засолению земель;  $W$  - водозабор;  $C_0$  - минерализация воды;  $O_p$  - удельный водозабор;  $W_d$  - коллекторно-дренажный сток;  $H$  - отметка уровня Аральского моря;  $C_m$  - минерализация воды в Аральском море.

Таким образом, водозабор из рек Аральского бассейна 40 км<sup>3</sup>/год, который наблюдался в 1960 году, был «экологически предельно допустимым», а дальнейшее его увеличение привело к переходу через «запретную черту саморегулирования», результатом чего явилась гибель Аральского моря и критическое положение всего Приаралья. А к 1980 году суммарный забор воды из всех рек Аральского бассейна превысил 110 км<sup>3</sup>, то есть забирались практически все располагаемые водные ресурсы рек, включая ту часть стока, которая ранее сбрасывалась в Аральское море. При этом практически весь речной сток начали разбирать на орошение уже в местах выхода рек из горной стокообразующей зоны, в связи с чем прекратилось поступление природных чистых вод в среднем и, тем более, в нижнем течении, где их русла превратились в приемники дренажного и сбросного стока. При этом, уникальность бассейна Аральского моря со-

стоит в высокой степени использования речных вод – в мире мало подобных водных объектов, потребляемые ресурсы которых превышают их наличный объем, поэтому еще не менее 40 % его в виде возвратного стока, вернувшегося в речное русло ниже по течению, вновь направляют на орошение. В результате многократного повторного использования водных ресурсов Амударьи и Сырдарьи уровень воды Аральского моря снизился более чем на 16 м (до отметки 39,4 м), объем сократился на 75 %, а площадь зеркала воды более чем на половину и полностью была потеряна генетическая и функциональная связь Аральского моря с источниками питания – р. Амударьи и Сырдарьи. Это привело к утрате саморегулирующегося свойства природной системы бассейна Аральского моря, и на его месте образовалось два водоема – Большой и Малый Арал.

Таблица 2

Сток Амударьи и Сырдарьи в Аральское море

Год	Амударья			Сырдарья		
	сток реки	потери в дельте	сток в море	сток реки	потери в дельте	сток в море
1910	42,4	7,0	35,4			
1920	36,0	3,6	36,7			
1930	44,8	8,4	36,4			
1940	36,7	3,9	32,8			
1950	51,0	6,2	34,8			
1960	42,1	4,2	37,9	43,4	8,9	15,6
1970	32,5	3,8	28,7	57,5	6,2	30,6
1980	9,3	1,0	8,3	33,7	3,8	0,5
1990	16,8	5,9	10,9		1,5	2,0

Таким образом, в результате безответственного использования ресурсов природной системы бассейна Аральского моря, человечество подошло к «критическому порогу», за которым дальнейшее злоупотребление возможностями саморегулирования природной системы Центральной Азии привело к необратимым изменениям, о чем свидетельствует коэффициент негативной реакции природы на воздействие человека (табл. 3).

Очевидно, что для обоснования путей улучшения и восстановления экологической обстановки природной системы Аральского моря необходимо выполнить анализ основных причин ухудшения ситуации, выявить основные тенденции в изменениях биосферы региона, сформулировать

критерии оценки изменения обстановки, необходимого развития и приостановления дальнейшего расширения использования водных и земельных ресурсов Центральной Азии.

Таблица 3

Экологическое состояние бассейна Аральского моря [2]

Год	Бассейн реки Амударьи						Бассейн реки Сырдарьи					
	верховье		средняя часть		Низовье		верховье		средняя часть		низовье	
	$\Delta Э_k$	$П_p$	$\Delta Э_k$	$П_p$	$\Delta Э_k$	$П_p$	$\Delta Э_k$	$П_p$	$\Delta Э_k$	$П_p$	$\Delta Э_k$	$П_p$
1910	0,04	0,85	0,06	0,86	0,10	0,81	0,04	0,85	0,04	0,85	0,10	0,80
1920	0,04	0,85	0,06	0,86	0,10	0,81	0,04	0,85	0,04	0,85	0,12	0,80
1930	0,05	0,85	0,12	0,86	0,15	0,81	0,04	0,85	0,10	0,80	0,15	0,80
1940	0,08	0,85	0,23	0,78	0,21	0,74	0,07	0,85	0,22	0,79	0,20	0,76
1950	0,10	0,85	0,33	0,76	0,32	0,70	0,08	0,85	0,32	0,74	0,30	0,70
1960	0,12	0,85	0,42	0,66	0,41	0,65	0,10	0,85	0,40	0,68	0,35	0,67
1970	0,15	0,82	0,53	0,63	0,66	0,59	0,11	0,85	0,51	0,65	0,40	0,60
1980	0,17	0,80	0,61	0,61	0,81	0,48	0,14	0,83	0,61	0,62	0,65	0,50
1990	0,21	0,79	0,66	0,58	0,98	0,44	0,16	0,82	0,75	0,55	0,83	0,45
2000	0,25	0,78	0,70	0,55	0,99	0,42	0,20	0,80	0,76	0,52	1,00	0,42

*Примечание:*  $П_p$  - продуктивность орошаемых земель;  $\Delta Э_k$  - коэффициент экологического состояния.

Для оценки экологической обстановки в природной системе Аральского моря использован методологический подход И.П. Айдарова и В.Х. Хачатурьяна [12], вытекающий из фундаментальных природных законов и, прежде всего, законов сохранения вещества и энергии. Наличие этих общих закономерностей позволяет проанализировать сложившуюся обстановку и тенденции ее изменения в перспективе наметить основные принципиальные пути решения проблемы. При этом под природно-экологической обстановкой территории понимается сочетание деятельности человека с результирующими изменениями в среде его обитания и причинно-следственные связи между ними.

Природно-экологическая обстановка оценивается на основе пространственно-временных взаимосвязей, т.е. рассматривается жизненный цикл деятельности человечества в прошлом (ретроспективном), настоящем (современном состоянии) и будущем (перспективном) времени. Для этого необходимо классифицировать экологические последствия, разработать методы их

экологической оценки, а также определения комплексной экономико-экологической устойчивости природных систем Центральной Азии в условиях «жесткой» антропогенной деятельности.

На основе системно-структурного анализа выполненного для оценки степени влияния деятельности человека на экологическую обстановку и контролируемость последствий такой «жесткой» деятельности в пределах Центральной Азии, выделены три зоны:

- зона контролируемых и учитываемых последствий (подъем уровня грунтовых вод, увеличение их минерализации, засоление земель и другие) – верхние течения Амударьи и Сырдарьи;

- зона неконтролируемых, но учитываемых последствий (ускорение геологического круговорота, изменение геохимических потоков, ухудшение качества водных и земельных ресурсов) – среднее течение Амударьи и Сырдарьи;

- зона неконтролируемых и не учитываемых последствий (ухудшение качества водных и земельных ресурсов, а также сельскохозяйственной продукции).

#### *Эколого-экономические основы реконструкции природной системы бассейна Аральского моря – будущее.*

В сложившихся отношениях природопользования в Центральной Азии, при отсутствии должной целенаправленности общественного развития, подчиненности развития производительных сил социальным и гуманистическим целям, незащищенности человека от деспотизма современной технологии использования природных ресурсов, бюрократизации управления, пассивностью самого человека, обеднении духовной жизни и сужением горизонта развития личности, нарушении принципов равноправности и справедливости, законности и морали, восстановить Аральское море и нормализовать экологическую ситуацию практически невозможно. Об этом свидетельствует «Оценка перспектив устойчивого развития государств бассейна Аральского моря с помощью модельных расчетов» выполненных в Научно-информационном центре (НИЦ) Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) под руководством профессора В.А. Дужовного [10]:

- при оптимистическом сценарии социально-экономического развития – общий объем водопотребления составит 91,1 км<sup>3</sup> в год, в том числе на орошение будет использовано 80,1 км<sup>3</sup> в год (удельное водопотребление на орошение 9,4 тыс. м<sup>3</sup>/га, при увеличении их площади от 7,85 млн.

га до 8,5 млн. га), на нужды промышленности и хозяйственно-питьевого водоснабжения – 11 км<sup>3</sup> в год;

- при сценарии среднего уровня социально-экономического развития – общее потребление водных ресурсов составит 101,8 км<sup>3</sup> в год, в том числе на орошение 91 км<sup>3</sup> в год (удельные водопотребление на орошение 11 тыс. м<sup>3</sup>/га и площадь орошаемых земель 8,4 млн. га), в промышленности – 2,5 км<sup>3</sup> и в сфере хозяйственно-питьевого водоснабжения – 4,9 км<sup>3</sup> в год;

- при сценарии сохранения существующих тенденции социально-экономического развития – общее потребление водных ресурсов составит 108,4 км<sup>3</sup> в год, в том числе на орошение 96 км<sup>3</sup> (удельные водопотребление 12 тыс. м<sup>3</sup>/га и площадь орошаемых земель 7,85 млн. га), в промышленности – 3,05 км<sup>3</sup> и в хозяйственно-питьевом водоснабжении – 6 км<sup>3</sup> в год.

При такой стратегии социально-экономического развития государств Центральной Азии, Аральское море постепенно потеряет свое физико-географическое свойство и вместо него на карте появиться солонпесчаный пустынный ландшафт с площадью 68 тыс. км<sup>2</sup>, оказывающий очень большое влияние на экологическую обстановку. В результате можно констатировать, что поставленная конечная цель МКВК - сохранение и развитие водных ресурсов, высокопродуктивное использование каждого кубометра воды, разумное управление водой, обеспечение устойчивости экологической обстановки в бассейне Аральского моря, при любом предлагаемом сценарии социально-экономического развития Центральной Азии не реализована, то есть нарушен принцип паритетности водопользования между обществом и природой, взяв на основу методы вододеления, унаследованные от советской эпохи.

В зависимости от целей, обеспечивающих уровень восстановления и нормализации экологической системы Бассейна Арала, то есть исходя из экологических, технических и социально-экономических оценок, при решении проблемы могут быть заданы различные условия и ограничения. При возникновении противоречий, которые неизбежны при решении таких многоцелевых задач, необходимо осуществлять выбор оптимальных вариантов, учитывающих также важнейшие вопросы вододеления, где очень остро проявляются вопросы межнациональных отношений. Такой подход является основой создания единой схемы увязки всех водохозяйственных районов между собой в бассейнах рек от верховьев к низовьям. Это предопределяет различные требования к качеству и количеству воды, возможным вариантам перевода одних категорий почвенно-

мелиоративного или гидрогеохимического состояния земель в другие и сокращения их, нормализации экологической ситуации не только по отдельным водохозяйственным районам, а в целом по региону бассейна Аральского моря. Однако следует отметить, что на данном этапе эта увязка вряд ли может быть осуществлена из-за отсутствия генеральной концепции сбалансированного использования водных и земельных ресурсов Центральной Азии и компенсации продукции, которая может быть потеряна в результате сокращения площадей и нормализации экологической обстановки, а также ущерба от загрязнения водных ресурсов.

Достижение поставленных целей и гармонизации отношений природы и общества возможны за счет осуществления системы различных мероприятий, что требует решения, по крайней мере, трех очень сложных задач:

- обретение нового типа социального и экологического мышления, который должен базироваться на новых моральных и ценностных критериях общественного развития, обусловленных новыми экологическими условиями жизни современного человека;

- построение хозяйственного механизма природопользования, который обеспечивал бы наиболее полное согласование индивидуальных, коллективных и государственных интересов в деле охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;

- обеспечение широкой гласности и освещение социально-экологической проблематики нашего общества, так как скрывая от людей обобщенные сведения об условиях их собственной жизни, нельзя ждать активизации ни в производственных, ни в политических сферах.

Основным условием обеспечения нормальной экологической обстановки за счет хозяйственного механизма является внешнее ограничение, т.е. недопущение ухудшения качества речных воды за счет геологического круговорота солей, веками «захороненных» в недрах земли, и недопущение трансформации автоморфных земель к гидроморфным. При этом пространственное планирование размещения земледельческих производительных сил в Центральной Азии должно обеспечить главную цель природообустройства – изменение производства продукции в сторону безотходных технологий, а также создание пространственных агроэкологических систем, в которых производственные процессы будут в определенном географическом масштабе уравниваться процессами «самоочистки» окружающей среды [4]. Такое конструктивное применение достижений науки природопользования для формирования стратегии и концепции сохранения эко-

гического состояния бассейна Аральского моря может быть обеспечено за счет внутреннего резерва без переброски стока из других бассейнов, так как не зря гласит пословица востока «чтобы просить в долг у соседа, еще раз поищи в доме, обязательно найдешь у себя что тебе надо».

Таким образом, новая стратегия и концепция сохранения и улучшения экологической обстановки бассейна Аральского моря за счет сбалансированного использования его природных ресурсов должны ориентироваться не на единственную ценность, направленную на сохранение существующих площадей орошаемых земель [10], а на систему ценностей, включая человека и среду его обитания [1].

В предлагаемой стратегии и концепции восстановления и нормализации экологической обстановки в бассейне Аральского моря, базирующихся на сбалансированном использовании природных ресурсов, рассматриваются первоочередные и долговременные мероприятия, обеспечивающие сохранение Аральского моря в виде единого солоновато-водного водоема на отметке 42 м, включающих: сокращение малопродуктивных сильно засоленных земель, которые составляют около 30 % - 10 км<sup>3</sup>; предотвращение поступления коллекторно-дренажных и сточных вод в реки, перехват и отведение их в Аральское море - 5 км<sup>3</sup>; поддержание на орошаемых землях уровня грунтовых вод на глубине 5 м - 2 км<sup>3</sup>; отказ от освоения высоких частей предгорных равнин и орошения природно-засоленных земель, требующих значительного объема и утилизации дренажного стока - 2 км<sup>3</sup>; реконструкция оросительных систем и повышение их КПД до 0,85 и в перспективе 0,90 - 5 км<sup>3</sup>; реализация программы выбора вариантов безотходных, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий орошения - 3 км<sup>3</sup>; разработка принципов межгосударственного водodelения с учетом принятого развития и размещения производительных сил региона - 2 км<sup>3</sup>; внедрение системы межбассейнового мониторинга природных и антропогенных факторов в бассейнах рек с постоянным учетом всех изменений - 1 км<sup>3</sup>; внедрение системы экологических механизмов взаимоотношений между водопотребителями, водопользователями в межгосударственном масштабе, основанной на реальных ценах на водные ресурсы с учетом рыночных оценок, наносимого сбросом загрязнителей в водные источники - 10 км<sup>3</sup>; создание природоохранных комплексов - 2 км<sup>3</sup>; обеспечение допусков свежей воды в русла и дельты рек, а также Аральское море - 5 км<sup>3</sup>; усовершенствование управлением водо- и землепользованием - 2 км<sup>3</sup> и всего обеспечивающих экономии 49 км<sup>3</sup> воды. При этом на орошения будет ис-

пользованы 69,45 км<sup>3</sup> в год, в промышленности – 3,05 км<sup>3</sup> и в хозяйственно-питьевом водоснабжении – 6 км<sup>3</sup> в год [2].

При обосновании ресурсосберегающих и безотходных технологии орошения сельскохозяйственных культур, необходимо использовать принцип энергетической сбалансированности тепла, влаги и питательных веществ с учетом природных режимов, позволяющих сохранить экологически благоприятную направленность почвообразовательного процесса, который дает возможность определения экологически приемлемой водопотребности орошаемых земель по водохозяйственным зонам в бассейне Аральского моря. В этом случае, 69,45 км<sup>3</sup> объем воды, предназначенный на орошении, при строгом соблюдении принципов рационального использования водных ресурсов может обеспечить потребность около 8 млн. га орошаемых земель бассейна Аральского моря.

Таким образом, нам жизненно необходимо стратегия и концепция реконструкции природно-техногенной системы бассейна Аральского моря с целью формирования и строительства будущего Арала. В этой связи необходимо обратить внимание на проблему, имеющей особое значение – проблему возрождения мышления и деятельности человека при реконструкции экологической системы Арала, как среды его обитания, которая должна включать во первых - проектирование, то есть построение идеальных картин будущего, программирование, планирование и прогнозирование; во-вторых – аналитический анализ для оценки реальной складывающейся ситуации; в третьих – научные исследования; в четвертых – реализация и перенос опыта – нормирования, составление методик и культуротехника.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаев Т.Б, Джапаридзе Г.Г., Заремба Г.В., Шибашов С.А. Экологические основы реконструкции окружающей среды, М.: 2000. - 300 с.
2. Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарьи. – Дисс. к.т. наук.- Тараз: 1998.- 177 с.
3. Мустафаев Ж.С. и др Проблемы природопользования и природообустройства в системе мелиорации сельскохозяйственных земель // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати / Природопользование и проблемы антропосферы, Тараз, 2001, №4(4). – С. 72 - 78.



4. Мустафаев Ж.С. Методологические основы принципа экологизации мелиорации сельскохозяйственных земель // Гидрометеорология и экология. – 2001. - № 3-4. - С. 130 - 144.
5. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане, Алматы: Галым, 1997.- 386 с.
6. Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Пути улучшения природно-экологической ситуации в бассейне Аральского моря (Аналитический обзор), Тараз, 1997.- 70 с.
7. Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Экологическая оценка природных систем в зонах бассейна Аральского моря (Аналитический обзор), Тараз, 1997.- 80 с.
8. Преображенский В.С., Александров Т.Д., Купрянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. М.: Наука, 1988. 191 с.
9. Решеткина Н.М. Бассейн Аральского моря – саморегулирующаяся природная система // Мелиорация и водное хозяйство. 1991. - №9. - С. 3 - 7;
10. Рузиев М.Т., Приходько В.Г. Оценка перспектив устойчивого развития государств бассейна Аральского моря с помощью модельных расчетов // Мелиорация и водное хозяйство, М.: - №1, 2002. – С. 54-56.
11. Тауипбаев С.Т., Бишимбаев В.К. Экологические, технические, социальные и экологические аспекты обоснования уровня моря малого Арала // Гидрометеорология и экология. - 2000, №1. - С. 116 - 124.
12. Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство, М.: 1990. - №12. - С. 5-12; 1991. - №1. - С. 2-9.
13. Щедровский П.Г. Деятельностно-природная система // Человек и природа. – 1987. - №12. - С. 13 - 69.

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

### **АРАЛ ТЕҢІЗІ ӨҢІРІНІҢ: ӨТКЕНІ, БҮГІНГІС ЖӘНЕ БОЛАШАҒЫ**

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. канд.	Ә.Т. Қозыкеева
	Л.Ж. Мұстафаева

*Арал теңізі аймағының табиғи техникалық қызыметіне  
 ыткенге қыз жігітіп карау арқылы талдаудің нәтижесінде, экология-  
 лық тұрғыдан оны қалып-қа келіру жолдары қарастырылға.*

УДК

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ, ПРИЧИНЕННЫЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ПРИРОДНЫМ РЕСУРСАМ**

Доктор техн. наук М.С. Дуамбеков

Г.М. Абауова

*В статье приводится экономическая оценка экологического ущерба, методологическая основа ущерба, причиняемого окружающей среде. Рассматриваются вопросы, связанные с трансграничным переносом вредных веществ.*

Понятие экологического ущерба, его современное трактование становится особенно актуальным в связи с подготовкой принятия Казахстаном серии международных стандартов ИСО-1400. ИСО-1400 представляет собой оценку жизненного цикла (ЖЦ). Этот стандарт требует минимизации воздействия ЖЦ на окружающую среду. Метод оценки жизненного цикла, приведенный в стандарте ИСО-1400, включает:

1. Проведение инвентаризации соответствующих входных и выходных потоков производственной системы.
2. Оценка потенциальных воздействий на окружающую среду, связанная с этими потоками.
3. Интерпретация результатов инвентаризационного анализа и этапов оценки воздействий в зависимости от цели исследования.

Оценка влияния жизненного цикла включает следующие три типа экологических ущербов: ущерб здоровью человека, качеству экологических систем и качеству ресурсов.

Ущерб здоровью человека оценивается с помощью двух показателей предельно-допустимых концентраций (ПДК) и предельно-допустимых рисков (ПДР). ПДК – это такие концентрации веществ, при воздействии которых на организм человека (периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредованно через экологические системы) не возникает соматических или психических заболеваний, обнаруживаемых современными методами исследований сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего или последующих поколений [8]. Предельно-допустимый риск – это индивидуальный риск, который определяется вероятностью гибели инди-

видуума в связи с реализацией опасного события и рассчитывается для всей его жизни или для одного года. В США в таких случаях в качестве ПДР используют индивидуальный риск равный  $10^{-6}$ , т.е. соответствующий одной смерти на миллион человек в течение жизни человека (70 лет). Таким образом, ежегодный ПДР в США составляет  $10^{-6}/70 = 1,43 \cdot 10^{-8}$  год<sup>-1</sup>. Следовательно, допустимым индивидуальным экологическим риском может считаться уровень загрязнения окружающей природной среды, при котором в течение одного года от данного фактора риска в пределах конкретной территории умирает один человек из 70 миллионов. Для сравнения – риск смерти от курения достигает 0,25, от всех форм рака – 0,22, от автокатастрофы – 0,02 [2, 6].

Ущерб качеству экосистемы выражается как процент исчезнувших видов в определенной области под воздействием на окружающую среду. Так, например, токсикологическое воздействие представлено процентным отношением всех присутствующих в окружающей среде, которые находятся под токсическим давлением.

Ущерб ресурсам представлен в методологии «Эко-индикатор 99», в которой анализ ущерба, наносимого ресурсам, включает несколько стадий. В ее основе лежит расчет затрат на восстановление ресурсов и расчет платы за использование природных ресурсов. Заметим, однако, что плата за природные ресурсы в рыночной системе часто не соответствует их ценности. Так природные ресурсы, например биоразнообразие – это «общее владение», «общее благо», а отдельные лица и компании зачастую стремятся извлекать из него выгоду, не вкладывая при этом своих ресурсов. Обычно малоощутимые и широко распространенные на многих природопользователей издержки истощения биоразнообразия не являются убедительным обоснованием необходимости его сохранения, когда они сравниваются с ожидаемыми денежными выгодами для немногих от эксплуатации биоресурсов. В противоположность этому, выгоды от эксплуатации природных ресурсов часто могут быть легко измерены. Поэтому при анализе эффективности затрат обычно недооцениваются выгоды от эксплуатации биоресурсов. Рассмотрим подробнее эти и другие вопросы эконометрики экологического ущерба, в изложении одного из ведущих ученых-экологов России Куриленко В.В [7].

При обсуждении понятия ущерба можно встретить отождествление понятий экологического ущерба, ущерба окружающей природной среде, экономического ущерба. Такое разнообразие его наименований опре-

деляется широким распространением в англоязычной эколого-экономической литературе таких терминов как «environmental damage» (ущерб окружающей среде), «ecologic damage» (экологический ущерб). Однако там, где речь идет о финансовых оценках негативного воздействия природной среды на экономику, всегда используется термин «cost» (цена, стоимость, затраты) и его производные: «environmental defensiv cost», «control cost», «damage cost» (затраты на охрану окружающей среды, затраты на управление, стоимость ущерба). Кроме того, используется более широкое понятие «externalities» (внешние эффекты), под которыми понимаются последствия для благосостояния или упущенная выгода в результате природопользования.

Внешние эффекты могут быть как положительными (разработка месторождения полезных ископаемых приносит дополнительный доход жителям района его расположения), так и отрицательными (от работы горного предприятия могут ухудшиться экологические условия в регионе). Отрицательные внешние эффекты появляются только после того как ассимиляционный потенциал, представляющий собой своеобразный ресурс, становится ограниченным. С другой стороны, слово «ущерб» практически всеми понимается однозначно как потеря, убыток, урон, нанесение вреда конкретному объекту. В связи с этим, представляется более правильным под ущербом понимать тот урон, который наносится окружающей среде в результате воздействия на нее как природных, так и антропогенных процессов. Экологический ущерб обычно определяется достаточно широким спектром негативных последствий – от ухудшения здоровья людей, проживающих в районе распространения негативного воздействия, и убытков от потери и (или) гибели представителей флоры и фауны, до изменений экогеологических, ландшафтных и рекреационных условий, ускорения коррозии металлов, снижения продуктивности сельхозугодий и т.д.

По масштабу распространения ущерба выделяют локальный, региональный и глобальный. По механизму своего воздействия различают непосредственный и опосредованный ущерб, причем его проявление может быть натуральным, моральным, этическим, эстетическим и социальным. Экологический ущерб может иметь явный, скрытый, а также текущий и прогнозный характер. Кроме того, ущерб может быть оценен также по средам и объектам воздействия, в связи с чем, их можно разделить на ущербы первичного и вторичного воздействия [4].

Дифференциация экологического ущерба по характеру и степени его проявления осуществляется обычно на основе экономической оценки результатов воздействия негативных факторов на окружающую среду. Тогда он классифицируется на фактический (реальный ущерб, представленный в стоимостном выражении), потенциальный (не требующий дополнительных расходов на ликвидацию), возможный (наблюдаемый при отсутствии природоохранных мероприятий), предотвращенный (возможный ущерб за вычетом фактического), восполнимый (характеризующийся обратимыми последствиями) и невосполнимый (характеризующийся необратимыми последствиями).

При этом ущерб окружающей природной среде, выраженный в натуральных, физических единицах, представляет собой *натуральный* экологический ущерб, в то время как экономическая оценка натурального экологического ущерба, представляющая его характеристику в стоимостном выражении, часто определяется как *экономический* ущерб (ущерб экономике региона в связи с экологическими нарушениями) [3].

Экономическая оценка экологического ущерба определяется потребностью общества в их соизмерении с затратами, необходимыми на предотвращение негативного воздействия природопользования на окружающую среду и ее восстановление. Например, ущерб от истощения (утраты) месторождений полезных ископаемых определяется стоимостью их балансовых запасов и затратами, связанными с освоением новых аналогичных месторождений. По своему содержанию дополнительные затраты, возникающие вследствие возникновения экологического ущерба окружающей природной среде и здоровью людей, могут быть подразделены на затраты, вызванные уже нанесенным, т.е. реальным экологическим ущербом, а также на затраты, связанные с осуществлением природоохранных мероприятий, ориентированных на предупреждение возможного ущерба. В случае возможного экологического ущерба, событие либо должно обязательно произойти (осуществление выбросов и сбросов вредных веществ, связанных с природопользованием), либо может произойти (осуществление выбросов и сбросов вредных веществ, в связи с возможным расширением природопользования), либо может не произойти вовсе. (Временная типовая методика, 1986). Сумма всех указанных затрат определяет экономическую оценку экологического ущерба (реального и возможного). Возможность нанесения окружающей среде экологического ущерба и соответствующие финансовые расходы в природоохранной научной литературе связываются с понятием экологического риска, особенности которого более подробно будут рассмотрены ниже.

При экономической оценке экологического ущерба к основным реципиентам относят [9]:

- население;
- основные фонды промышленности, в том числе горнодобывающей, обогатительной и перерабатывающей;
- объекты жилищно-коммунального и бытового хозяйства;
- сельскохозяйственные угодья;
- представители флоры и фауны;
- рекреационные и лечебно-курортные объекты.

В основе принципа экономической оценки экологического ущерба лежит схема причинно-следственных связей, например, такая: количество вредных выбросов из источников загрязнения → концентрация вредных элементов в компонентах природной среды → натуральный экологический ущерб → экономическая оценка экологического ущерба (экономический ущерб) (рис.).



Рис. Схема причинно-следственных связей принципа экономической оценки экологического ущерба.

Первые две стадии предполагают естественнонаучный анализ структуры и объемов негативного воздействия на компоненты окружающей среды в процессе той или иной хозяйственной деятельности.

Полученные результаты могут быть использованы для оценки натурального экологического ущерба, выражающегося в следующих видах воздействия:

- увеличение концентрации вредных элементов в компонентах окружающей природной среды;
- повышение содержания вредных компонентов в природных ресурсах, используемых в процессе хозяйственной деятельности;
- ухудшение качества жизни (рост заболеваемости, смертности, негативное изменение условий рекреации и т.п.)
- сокращение сроков службы имущества (основных фондов и др.);
- снижение урожайности сельхозугодий;
- замедление продуктивности биомассы в лесном хозяйстве;
- исчезновение отдельных представителей фауны и флоры;
- нарушение экогеологических условий и др.

Одной из наиболее актуальных задач природопользования является разработка подходов к минимизации экологического ущерба. Для этой цели обычно используют либо рыночные цены на товары и услуги, либо непосредственные затраты и расходы. При этом оценка экологического воздействия на окружающую среду основывается на изучении:

- изменений продуктивности и/или производительности (например, снижение качества добываемых полезных ископаемых);
- ухудшения качества жизни, в том числе, потере дохода (рост заболеваемости, смертности, снижение качеств рекреационных зон и пр.)
- альтернативной стоимости;
- сокращения сроков использования имущества.

Эти исследования обычно связаны с получением натуральных показателей, отражающих ухудшение экологической ситуации, которые могут быть оценены в стоимостной форме. Здесь чаще всего используются прямые методы анализа затрат и выгод, оценивается изменение качества природных ресурсов, производительности природопользования и т.д. В результате, полученные параметры возможных физических изменений могут быть охарактеризованы на основе рыночных цен.

Таким образом, экономическая оценка экологического ущерба от негативного воздействия на компоненты окружающей природной среды является комплексной величиной и определяется как сумма ущербов, наносимых одним или несколькими природопользователями.

В практических расчетах для стоимостного выражения экологического ущерба чаще всего используются основные методы, как показано в [1].

В заключении отметим одно из перспективных направлений эконометрики экологического ущерба. Речь идет об экономической оценке экологического ущерба связанного с трансграничным переносом вредных веществ в соседние государства. Эти вопросы особенно актуальны для Казахстана в связи с освоением шельфа Каспийского моря и загрязнением трансграничных рек. Не секрет, что экологические проблемы все чаще становятся источником межгосударственных трений, конфликтов, социальной напряженности с серьезными международными последствиями. Появилась необходимость изучения проблем «трансграничного ущерба» и выработки оптимальных принципов согласования интересов различных государств в этом вопросе.

Впервые в отечественной научной литературе эти вопросы затронуты в статьях М.С. Дуамбекова (с соавторами) [5]. Однако экономические аспекты этих вопросах здесь не рассматривались.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров А.Л. Эколого-экономическая устойчивость регионов России. М., 1999.
2. Ваганов П.А., Им М.С. Экологический риск. Учебное пособие. СПб., 1999.
3. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. М., 1995.
4. Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. Учебное пособие. М., 1999
5. Дуамбеков М.С., Шукпуртов А.М., Оразов Е.Т. Экологические ограничения воздействия на окружающую среду при освоении нефтегазовых месторождений на шельфе Каспийского моря //Гидрометеорология и экология. – 2002. - №2. – С. 147 –153.
6. Кофф Г.Л., Гусев А.А., Воробьев Ю.Л., Козьменко С.Н. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. М., 1997.
7. Куриленко В.В. Основы управления природо- и недропользования. Экологический менеджмент. Санкт-Петербург, 2001.
8. Михайлова Л.Ю. Критерии качества среды (обзор). Сборник трудов ВНИИ системных исследований. Выпуск 2, Москва 1990 с.48-53.
9. Шевчук А.В. Экономика природопользования (теория и практика). М., 1999.



## ҚОРШАҒАН ОРТА МЕН ТАБИҒИ РЕСУРСТАРҒА КЕЛТІРІЛГЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЗИЯН

Техн. ғылымд. докторы      М.С. Дуамбеков  
   Г.М. Абауова

*Мақалада қоршаған ортаға келтірілген экологиялық зиянның экономикалық бағасы беріліп, сол зиянның өдістемелік негізі келтірілген. Зиянды заттардың трансшекаралық ауысуымен байланысты мәселелер қарастырылған.*

УДК 631.(574)

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И СВОЙСТВА ПОЧВ  
КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ ПОЙМЫ РЕКИ ИРТЫША**

Доктор биол. наук К.Ш. Фаизов

Доктор с.-х. наук И.К. Асанбаев

*Рассмотрены условия формирования и морфолого-генетические свойства пойменных почв долины реки Иртыша, где наиболее плодородными, перспективными для хозяйственного использования являются луговые зернистые почвы центральной поймы. Установлены приоритетные загрязнители почв, растительности и грунтовых вод.*

Пойменные почвы до настоящего времени используются совершенно недостаточно, представляют сенокосные угодья, отчасти для производства овощей, урожайность которых по отдельным годам весьма непостоянно, всецело зависит от разливов реки и осложняется отчуждением больших объемов воды в верховьях. Строительство Бухтарминской, Усть-каменогорской и других гидроэлектростанций позволили зарегулировать сток Иртыша, что при рациональном использовании дает возможность освоить свыше 330 тыс. га плодородных пойменных земель, что позволит в полной мере обеспечить население городов и промышленных центров свежими овощами, животноводство - достаточным количеством кормов. Вместе с тем, очевидно, что успешное освоение иртышской поймы зависит от правильного учета особенностей и качества пойменных почв, их генетических свойств и экологического состояния. Между тем изучению этих вопросов не уделялось достаточного внимания.

В работах М.Д. Спиридонова (1926) и А.Я. Бронзова (1929) приводится лишь общая характеристика закономерностей распределения почвенно-растительного покрова поймы в пределах степной и лесостепной зон Западной Сибири. Более подробная характеристика почв казахстанской части дается в работе Н.И. Баяндина (1948). О составе растительности поймы сообщается в статьях С.Е. Кучеровской (1913), Б.И. Тарабаевой, Н.А. Агеевой и др. (1957). В литературе отсутствуют данные о морфологических, физико-химических и физических свойствах пойменных

почв. Наши исследования основываются на материалах полевых и лабораторных исследований пойменных почв, в пределах долины р. Иртыш Павлодарской области. Здесь на протяжении почти 500 км р. Иртыш течет в хорошо разработанной широкой эрозионной долине, имеющей асимметрическое строение, и проходит по зоне сухих ковыльно-типчаковых степей каштановых почв и отчасти южных черноземов. В южной части (между пос. Долонь-Семиярка) долина замыкается с правой стороны массивом ленточных сосновых боров, с левой - Казахским мелкосопочником. Выйдя на территорию Западно-Сибирской низменности, р. Иртыш образует широкую пойму, достигающую 10...15 км, где четко прослеживаются три высотные ступени, соответствующие прирусловой лесолуговой, центральной луговой и притеррасной солонцово-солончаковой. Пойма р. Иртыш ежегодно затапливается полыми водами, при этом высота и продолжительность паводка по годам весьма непостоянные, что зависит от влажности года и интенсивности таяния снега в истоках. Паводок длится с апреля до конца июля. Второй паводок, приуроченный к концу лета, невысокий, пойма им в большинстве затапливается лишь частично. Наиболее высокий уровень паводка отмечен на уровне 789 см, самый низкий - 510 см. Высота и продолжительность паводка оказывают большое влияние на состав растительности и урожайность пойменных лугов. Существенное влияние они оказывают и на ход почвообразовательного процесса.

Пойменные лесолуговые почвы являются наиболее молодыми представителями этих почв, формирующиеся на низкой пойме, шириной от 500...800 м до 1...2 км. В этой части поймы отлагаются преимущественно слоистые аллювиальные наносы с преобладанием песков, реже суглинков. Грунтовые воды пресные находятся на глубине 0,5...1,5 м. Процессы почвообразования протекают в условиях продолжительного поверхностно-грунтового увлажнения под покровом пойменных лесов и лугового разнотравья. Основу лесов образует покров из тополя белого, осины и ивы, из кустарников: жимолость татарская, шиповник и таволга. Нижний ярус образует лесолуговое злаковое разнотравье из пырея ползучего, солодки уральской, костра, мышиного горошка, щавеля, кровохлебки аптечной и др. Морфологический профиль почв характеризует описываемый разрез.

Разрез 382 описан на низкой пойме в пределах Лебяжинского района под покровом лесолуговой растительности. Профиль почвы не вскипает от соляной кислоты и не содержит видимых солевых выделений.

- 0...5 см Дернина, переплетенная корнями растений.
- 5...20 см Серый, влажный, рыхловатый суглинок, пластинчатый с ржавыми пятнами.
- 20...54 см Темновато-серый с многочисленными ржавыми пятнами, влажный, рыхловатый, тяжелосуглинистый, включения полу истлевших корней деревьев.
- 54...120 см Бурый пластинчатый суглинок с ржавыми пятнами. С глубины 105 см сочится пресная вода.

Профиль почвы слабо дифференцирован на генетические горизонты и состоит из непрерывно чередующихся слоев аллювия различного механического состава. Почвы содержат большое количество гумуса, что является следствием молодости процессов почвообразования и небольшого прироста растительной массы. В составе гумуса фульвокислоты (20,6...22,3 %), ненамного превышают гуминовые кислоты (19,9...21,1 %) при отношении  $C_{г.к.} : C_{ф.к.} - 0,9$  (табл. 1).

Таблица 1

Эколого-генетические свойства пойменных лесолуговых почв

№ разреза	Глубина, см	Гумус, %	Валовой азот, %	C:N	рН	Σ солей, %	Содержание частиц, %	
							<0,001	<0,01
382	5...15	1,6	0,113	8,0	6,6	-	31,0	42,1
	30...40	1,5	0,118	7,5	7,6	-	37,6	60,9
	90...100	-	-	-	-	-	21,9	32,2
138	4...14	0,9	0,069	7,8	5,5	0,026	21,3	32,4
	30...40	0,4	-	-	7,2	-	18,0	27,6
	40...50	0,7	0,051	8,0	7,2	0,040	20,0	31,8
460	0...6	4,1	0,212	11,3	6,8	-	10,9	68,1
	7...17	2,0	0,118	9,9	7,6	-	13,0	44,3
	20...30	1,5	0,095	8,9	7,6	-	18,9	36,9

Почвы не засолены растворимыми солями (плотный остаток 0,01...0,007 %), обладают слабо кислой и нейтральной реакцией раствора (рН 5,5...7,6), по механическому составу песчано-пылеватые и песчаные. Эти почвы следует сохранить в естественном состоянии как водорегулирующие, противозрозионные и отчасти сенокосные угодья.

Пойменные луговые почвы характеризуют полно развитую стадию пойменных почв. Образуются в области центральной поймы шириной от 1...2 до 6...8 км, под густым покровом разнотравно-злаковой луговой рас-

тельности (пырей, костер, осока, вейник, кровохлебка, девясил, вероника, лапчатка, щавель, лабазник и др.). На выровненных и равномерно затопляемых поверхностях здесь образуются луговые обыкновенные почвы, в притеррасной части, где сказывается влияние минерализованных грунтовых вод - развиваются луговые карбонатные, солонцеватые и засоленные почвы. Здесь же встречаются луговые солонцы и солончаки. Профиль пойменных луговых почв характеризует разрез 212, описанный на центральной пойме у поселка Жалтырь Майского района. Почва вскипает от  $HCl$  на глубине 52...100 см.

- |              |  |
|--------------|--|
| 0...22 см    | Задернован, темно-серый, свежий, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый.                 |
| 22...52 см   | Серый, влажный, слабо уплотненный, комковато-зернистый, корешковатый, тяжелосуглинистый. |
| 52...100 см  | Светлее, более влажный, комковато-зернистый, глинистый.                                  |
| 100...147 см | То же, что и предыдущий, сырой, тяжелосуглинистый.                                       |

Эти почвы отличаются большой мощностью гумусового горизонта, достигающего 80...100 см, слабой его слоистостью, хорошо выраженной комковато-зернистой структурой и высокой гумусированностью. Зернистая структура почв образуется не только за счет растрескивания свежотложенного наила при подсыхании, но и роющей деятельностью дождевых червей. По подсчетам А.А. Соколова (1956) только в  $1\text{ м}^2$  пойменных луговых почв долины р. Иртыш содержится более 1600 нор дождевых червей. Существенной особенностью рассматриваемых почв является широкое распространение процессов солонцеватости, связанных с влиянием минерализованных грунтовых вод и привносом солей за счет размыва соленосных третичных глин коренных берегов.

Богатая злаково-разнотравная растительность, поставляющая ежегодно большое количество растительного опада, а также обогащенный органическим веществом тонкодисперсный наиллок, способствуют накоплению в пойменных луговых почвах значительного количества гумуса. Содержание его в верхнем 20-см слое почвы составляет 5...13 % и уменьшается с глубиной довольно резко, что объясняется характерным распределением корневой системы растений, масса которой обычно концентрируется в верхних двух горизонтах почв (табл. 2).

В составе органического вещества луговых почв наблюдается высокое накопление гуминовых кислот (сумма гуминовых кислот 31,5...33,0 %, фульвокислот - 13,9...19,4 %,  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  - 1,6...2,4), что соответствует сухо-

степной зоне южных черноземов. Почвы не испытывают недостатка в обеспечении подвижным фосфором (9...21 мг/100 г) и калием (44...52), обладают нейтральной (рН 7,3...7,5) в верхнем и щелочной (рН 8,0...8,5) в нижних горизонтах реакцией почвенного раствора. Поглощающий комплекс насыщен щелочноземельными кальцием (71...100 %) и магнием (17...28 %), в солонцеватых почвах, кроме того, обнаруживается до 7...28 % обменного натрия.

Таблица 2

Эколого-генетические свойства пойменных луговых почв

№ разреза	Глубина, см	Гумус, %	Валовой азот, %	С:N	CO <sub>2</sub> , %	рН	Поглощенные основания мг-экв./100 г почвы			
							Ca	Mg	Na+K	Сумма
212	5...15	4,8	0,261	10,6	—	—	30,15	9,25	0,43	39,83
	30...40	2,4	0,190	7,3	—	—	30,85	9,75	1,32	41,92
	65...75	1,6	0,134	6,9	—	—	31,30	9,35	3,08	43,73
	120...130	1,6	0,115	8,0	—	—	—	—	—	—
400	0...10	3,8	0,194	11,4	Нет	7,3	17,4	Нет	Нет	17,4
	15...25	1,2	0,098	7,0	0,3	8,2	12,2	Нет	1,4	13,6
	30...40	1,3	0,096	7,7	0,2	8,2	11,3	Нет	Нет	11,3
	60...70	0,9	0,070	7,1	0,1	8,2	11,3	4,3	Нет	15,6
109	0...5	13,4	0,686	11,3	0,1	7,8	—	—	—	—
	5...15	4,6	0,289	9,2	0,7	7,8	—	—	—	—
	30...40	2,2	0,163	7,9	2,6	8,4	—	—	—	—
	65...75	1,7	—	—	0,3	8,4	—	—	—	—

По механическому составу рассматриваемые почвы в преобладающем большинстве случаев глинистые и тяжелосуглинистые. Весь профиль, за исключением его нижней части, более или менее однороден и сложен пылеватыми и илистыми фракциями. Почвы достаточно хорошо оструктурены. Сумма водопрочных агрегатов более 0,25 мм в верхнем 30-ти см слое достигает 90 % (табл. 3).

Водопрочная структура свойственна для всей верхней полуметровой толщи, причем преобладают в основном агрономически ценные агрегаты (3...1 мм). Содержание водно-растворимых солей в почвах составляет 0,01...0,5 %, местами обнаруживается повышенная общая щелочность (0,03...0,07 %), что связано с составом ежегодного напла, поступающего с верховий и зональных почвенно-биоклиматических условий, где протекает река.

Пойменные луговые почвы представляют высокопродуктивные заливные сенокосные угодья, местами используются под дачное хозяйст-

во, для возделывания разнообразных овощных культур, особенно вблизи г. Павлодара и крупных населенных пунктов.

Таблица 3

Гранулометрический и агрегатный состав пойменных луговых почв, %

№ разреза	Глубина, см	Сумма частиц		Сумма водопрочных агрегатов, %	
		< 0,001	< 0,01	Более 0,25 мм	Более 1 мм
109	0...5	13,5	18,5	89,1	78,0
	5...15	45,6	67,2	84,2	62,0
	30...40	45,0	65,6	74,9	32,1
	65...75	46,2	67,0	70,4	12,5
212	5...15	8,6	43,4	—	—
	30...40	8,4	50,9	—	—
	65...75	11,3	61,9	—	—
	120...130	12,5	46,0	—	—
122	0...7	—	—	85,9	72,2
	7...17	—	—	85,6	72,3
	25...35	—	—	83,6	59,7
	40...50	—	—	70,6	17,2

Пойменные болотные и лугово-болотные почвы широко распространены в центральной и, особенно, притеррасной пойме. Большие площади этих почв находятся в долине реки Иртыш, прилегающей к Западно-Сибирской низменности. Образование болотных и лугово-болотных почв связано с избыточным увлажнением благодаря аккумуляции в отрицательные элементы рельефа поверхностных вод или выклинивания грунтовых вод, стекающих с окружающей более высокой водораздельной поверхности. Грунтовые воды в болотных почвах пресные залегают на глубине 0,5...1,0 м. Растительный покров образуют влаголюбивые рогоз, осока, нюнька. В профиле этих почв под небольшой торфянистой прослойкой, состоящей из полуразложившихся растительных остатков, вскрывается богатая органическим веществом сизоватая оглеенная глина, подстилаемая песчаным аллювием (табл. 4).

Лугово-болотные почвы встречаются по периферии озер и болот с близким залеганием пресных грунтовых вод (1,0...1,5 м) или образуются под влиянием периодического поверхностного переувлажнения. Почвы отличаются значительной мощностью гумусового горизонта (20...40 см), глубже которой залегают глинистые слои с выделениями окисных и закисных форм железа.

Содержание гумуса и механический состав пойменных болотных почв

№ разреза	Глубина, см	Гумус, %	Содержание фракций (размеры мм) на абсолютно сухую почву, %					
			0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,001	0,005-0,001	<0,001	<0,01
			25	0...10	18,7	2,2	6,6	1,8
	10...25	6,8	20,9	19,4	1,9	2,1	4,3	8,3

Пойменные болотные и лугово-болотные почвы представляют пастбищные и сенокосные угодья, дающие грубые осоковые тростниковые и ситниковые корма.

Павлодарское прииртышье является в настоящее время одним из самых экологически неблагополучных регионов Казахстана. Предприятия химической, металлургической, машиностроительной, нефтехимической промышленности ежегодно выбрасывается в атмосферу и аккумулируется в грунтовых водах, растительности и почвенном покрове, в том числе в долине реки Иртыш, от 170 до 300 тыс. тонн пылегазовых выбросов. Исследования показывают, что приоритетными загрязнителями почвенного покрова здесь стали молибден, цинк, сурьма; растений - кадмий, никель, ртуть, сурьма, мышьяк; грунтовых вод - железо, фтор, мышьяк, хром и атмосферного воздуха - железо, алюминий, ртуть, кадмий, барий, свинец, цинк, марганец, литий (Салтыбаев, [7]). Они образовали своеобразные техногенные биогеохимические аномалии с высокой степенью токсичности загрязняющих веществ, требующие для нейтрализации применение комплекса мелиоративных и организационно-хозяйственных мероприятий.

#### Выводы

1. В долине р. Иртыш развиты прирусловая, центральная и притеррасная поймы, каждой из которых свойственен особый тип почв.
2. В направлении от прирусловой поймы к периферии долины возрастает влияние зональных биоклиматических условий на почвообразовательный процесс, проявляющийся в накоплении и составе органического вещества, степени солонцеватости и карбонатности, а также комплексности почв.
3. В числе описанных пойменных почв наибольшую производственную ценность представляют луговые почвы центральной поймы, которые благодаря зернистой структуре, хорошим водно-физическим свойствам и богатству элементами зольного и азотного питания являются лучшими для сельскохозяйственного освоения.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баяндин Н.И. Почвенно-географический очерк левобережья Иртыша в пределах Восточно-Казахстанской области // Вестник АН КазССР. 1948, № 4. С.48-52.
2. Бронзов А.Я. Зональные явления в пойме реки Иртыша // Известия Государственного лугового института. 1929, № 4-6. С.18-24.
3. Кучеровский С.Е. Растительность Павлодарского уезда // Предварительный отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1913 г. СПб, 1914. 152 с.
4. Спиридонов М.Д. К вопросу возникновения и эволюции некоторых растительно-почвенных ландшафтов поймы реки Иртыша в пределах степной и лесостепной зон Западной Сибири // Дневник Всесоюзного съезда ботаников в Москве в январе 1926 г. М., 1926, С.12-19.
5. 6. Соколов А.А. Значение дождевых червей в почвообразовании. Алма-Ата: Наука. 1956. 263 с.
6. 7. Салтыбаев А.Д. Геохимические особенности системы "атмосферный воздух - почва - грунтовая вода - растения" в условиях промышленного загрязнения г. Павлодара / Автореф. дисс...канд биол. Алматы, 1995. – 23 с.
7. Тарабаев Б.И., Агеева Н.А., Полякова А.Л., Еремина Н.Х. Растительность и кормовые ресурсы поймы реки Иртыша // Ученые записки КазГУ, Т.ХХIV, Алма-Ата. - 1957. С.36-49.

Институт почвоведения

### ЕРТІС ӨЗЕНІ ЖАЙЫЛМАСЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛГІНДЕГІ ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІ

Биол. ғылымд. докторы            К.Ш. Фаизов  
Ауыл-ш. ғылымд. докторы        И.К. Асанбаев

*Ертіс өзені аңғарындағы жайылмалық топырақтардың қалыптасу жағдайлары мен морфологиялы-генетикалық қасиеттері қарастырылды. Халық шаруашылығы үшін өте-мөте қолайлысы орталық жайылманың шалғындық-дәнді топырағы болып табылады. Топырақтар мен өсімдіктердің және еспе суларының басымырақ ластаушылары анықталды.*

УДК 551.46+581.5+911.5

**ЛАНДШАФТНАЯ КАРТА КАК ОСНОВА ГЕОГРАФО-ИНДИКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ШОРТАНДИНСКОГО РАЙОНА АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Доктор геогр. наук      Г.В. Гельдыева  
   Р.В. Пляхих

*В статье рассмотрены возможности использования ландшафтного подхода в географо-индикационных исследованиях. Раскрывается опыт применения типологической ландшафтной карты М. 1:100000 в качестве базовой основы для прикладных целей.*

В условиях современного землепользования структура степных и сухостепных природно-территориальных комплексов (ПТК) равнинного Казахстана является результатом изменений, происходящих во внешней среде и формируется на основе природных режимов функционирования, поддерживающих инвариантное состояние. В ходе изучения антропогенной динамики аридных ландшафтов, обусловленной интенсивным сельскохозяйственным освоением, установлено нарушение механизма устойчивости ПТК и как следствие проявление ряда специфических реакций: 1. Формирование очагов «экологически дестабилизированной природной среды»; 2. Развитие деградиционных процессов; 3. Возникновение экстремальных условий состояния ПТК; 4. Усложнение ландшафтной дифференцированности; 5. Изменение внутриландшафтных и межландшафтных связей; 6. Образование новых ПТК, в результате долговременных нарушений ландшафтных связей; 7. В зонах сельскохозяйственного производства происходит существенная трансформация ПТК в результате прямого антропогенного воздействия; 8. Зарождение новых структурно-функциональных зависимостей и механизма ландшафтных связей.

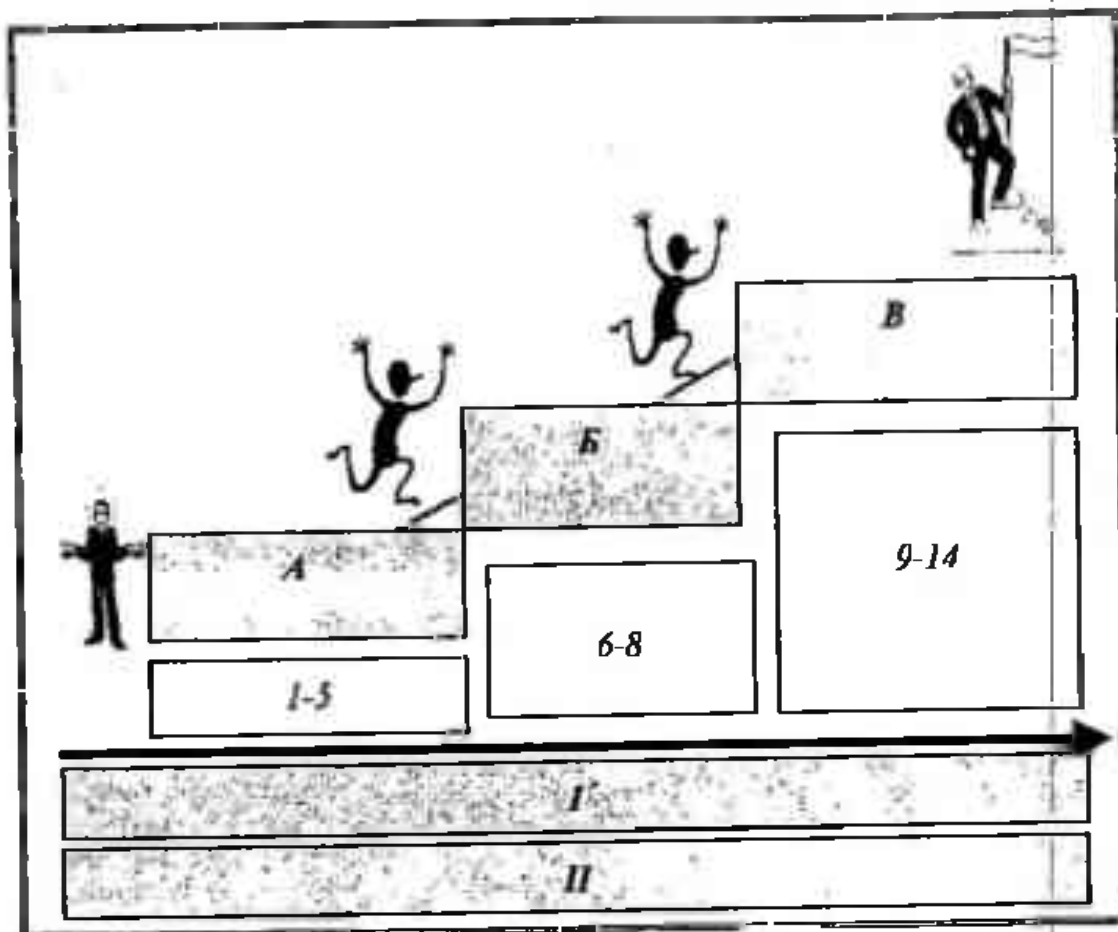
Одним из оперативных способов определения состояния ландшафтов зон сельскохозяйственного использования, является ландшафтно-индикационный метод, позволяющий установить проявления негативных процессов и явлений, диагностировать уровень устойчивости природно-антропогенных систем.

Для целей рационального землеустройства региона длительного

сельскохозяйственного освоения – Шортандинского района Акмолинской области, нами осуществлено разномасштабное ландшафтное картографирование с целью изучения пространственной дифференциации ландшафтов и последующего выявления основных индикационных признаков антропогенной нарушенности при различной схеме размещения сельскохозяйственных угодий.

Содержание ландшафтно-индикационных исследований по оценке природно-ресурсного потенциала и состояния земель включает изучение природных и природно-антропогенных комплексов в их взаимосвязи и учет особенностей ландшафтной организации территории. На современном этапе развития прикладных индикационных исследований актуально проведение целевой оценки природных и природно-антропогенных систем в региональном аспекте на основе разномасштабных типологических ландшафтных карт. В данном случае ландшафтная карта, неся большую информационную нагрузку, служит базовой основой для последующего нанесения специальной целевой нагрузки. Анализ закономерностей морфологической структуры ландшафтов, вовлекаемых в хозяйственное использование и обладающих разными потенциальными ресурсными возможностями, позволяет регулировать виды и степень антропогенного воздействия на ландшафт в соответствии с его природной устойчивостью. В частности, подобный подход дает возможность предотвратить нарушения ландшафтно-экологического равновесия, избежать несоответствия сложившейся специализации сельского хозяйства с потенциальными возможностями ландшафта.

Ландшафтно-индикационные исследования земель сельскохозяйственного использования состоят из трех последовательных этапов (см. рис. 1). Для ландшафтно-индикационного анализа процессов деградации земель Шортандинского района Акмолинской области нами была создана ландшафтная карта М. 1:100 000 в цветовом варианте с развернутой легендой к ней. Данная карта использовалась как базовая основа для последующих работ по количественному и качественному анализу ландшафтной организации территории, включающих показатели дробности (дифференциации) ландшафтной структуры, оценку равномерности, однородности, расчет коэффициента сложности, классификацию и характеристику степени антропогенного преобразования и др.



*Рис. 1. Порядок выполнения ландшафтно-индикационных исследований*

*А - Предварительный этап. 1 - стратегия деятельности; 2 - сбор и изучение покомпонентных данных; 3 - предварительное дешифрирование космических снимков; 4 - составление предварительных авторских вариантов типологических разномасштабных ландшафтных карт; 5 - составление ландшафтно-индикационной схемы. Б - Проверочный этап. 6 - рекогносцировка; полевые работы и натурные наблюдения; 7 - полевой вариант ландшафтной карты; 8 - систематизация данных полевых наблюдений. В - Заключительный этап. 9 - дешифрирование снимков; 10 - ландшафтно-экологическая оценка и изучение динамических изменений; 11 - классификация и систематизация ландшафтов региона; 12 - создание прикладных ландшафтно-индикационных карт с развернутыми легендами к ним; 13 - подготовка компьютерного варианта карт; 14 - разработка рекомендаций, многоуровневой системы предложений и возможных действий по нейтрализации и предотвращению процессов деградации земель.*

*I - Изучить пространственно-временные закономерности развития ландшафтов в условиях современного землепользования. II - Изучить механизм внутривысотных и межвысотных связей.*

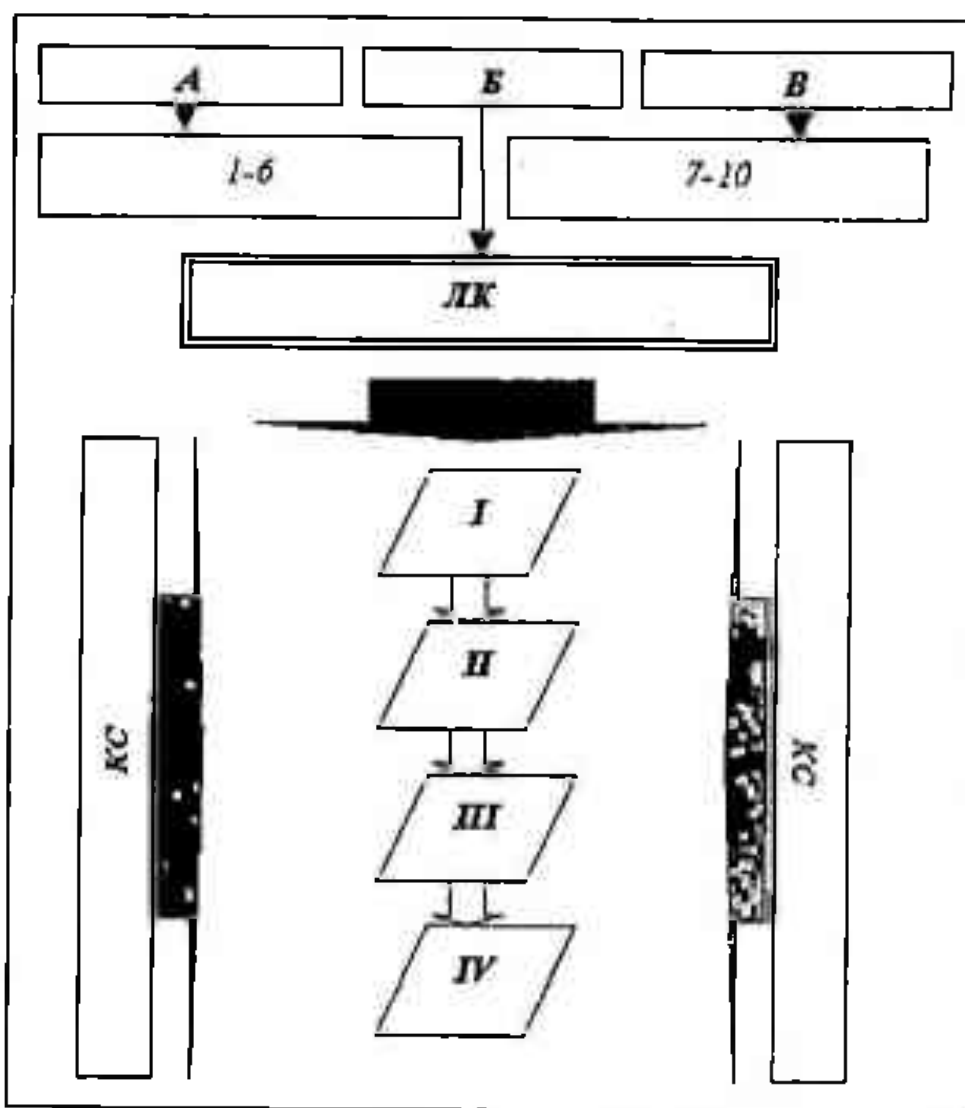
Среди других материалов картографического обеспечения ландшафтно-индикационного исследования (см. рис. 2), которое осуществлялось на основе системного подхода, ландшафтная карта Шортандинского района занимает особое место, так как имеет ряд важных с позиции индикационного направления, особенностей:

- отражает генезис ПТК территории;
- отражает общие свойства для всех выделенных в масштабе карты ПТК;
- отражает наиболее важные признаки структурной организации ландшафтов;
- отражает индивидуальные свойства каждого выделенного ПТК;
- отражает потенциальные возможности сельскохозяйственного освоения ландшафтов;
- отражает ведущие индикационные свойства выделяемых на карте ПТК.

Ландшафтную структуру Шортандинского района Акмолинской области мы рассматривали как зональную систему ландшафтов с учетом их генезиса. Генетический принцип классификации сопряжен со структурным анализом ПТК, который обеспечивает классификации основу ее содержания – ландшафт рассматривается как природная целостность со всеми ее элементами и системой их организации.

Структурно-генетическая ландшафтная классификация ПТК Шортандинского района базировалась на соответствующей последовательности их деления от наиболее общих к частным, локальным. Классификация ландшафтов и построение легенды производились согласно методике, принятой при составлении ландшафтной карты Казахстана [1, 4].

Легенда к ландшафтной карте Шортандинского района Акмолинской области, масштаба 1:100 000 (см. рис. 3), включает следующие классификационные подразделения: класс, подклассы, типы, виды ландшафта и виды урочищ. Все ландшафты Шортандинского района относятся к равнинному классу, где встречаются ландшафты приподнятых равнин и ландшафты относительно опущенных равнин. В пределах описываемой территории выделены степные и сухостепные типы ландшафта, которые характеризуются значительным видовым разнообразием ПТК. Среди видов ландшафта доминируют степные и сухостепные ландшафты приподнятых равнин и мелкосопочника, степные и сухостепные ландшафты относительно опущенных равнин.



*Рис. 2. Картографическое обеспечение ландшафтно-индикационных исследований.*

*А - Картографическая база данных состояния ландшафтов и отдельных компонентов природной среды. 1 - гипсометрические карты; 2 - гидрографические карты; 3 - почвенные карты; 4 - ботанические и геоботанические карты; 5 - геоморфологические карты; 6 - геологические карты. Б - Картографическая база данных естественно-зональных ландшафтов. 7 - карты динамики землепользования; 8 - карты расположения гидротехнических сооружений; 9 - карты сельскохозяйственного водопользования; 10 - карты инфраструктурной сети. В - Картографическая база данных антропогенного воздействия.*

*ЛК - Ландшафтная карта территории. КС - Космические снимки.*

*I - Карты природных и природно-антропогенных процессов. II - Карты динамики природных и природно-антропогенных процессов. III - Карты трансформации ландшафтной структуры. IV - Природоохранные карты.*

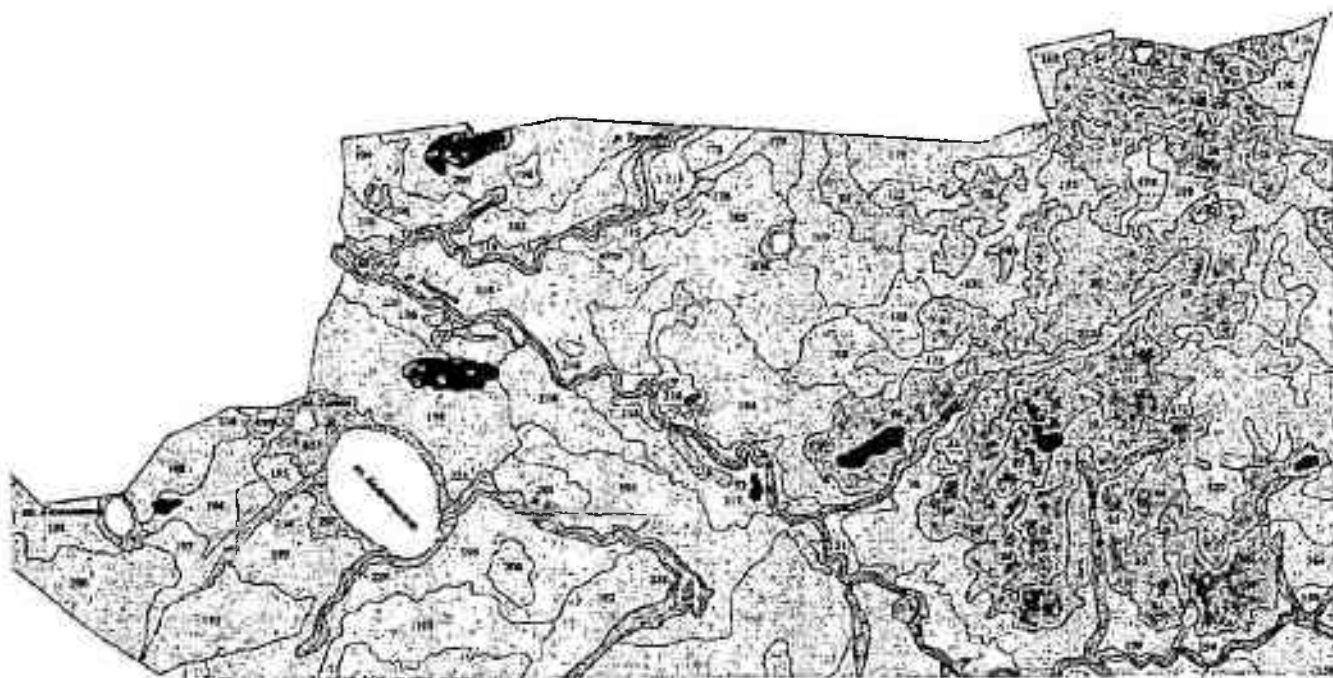


Рис. 3. Фрагмент ландшафтной карты Шортандийского района Акмолинской области М. 1:100 000 (специальное содержание карты разработано Г.В. Гельдыевой, Р.В. Плохих, 2002).

*Условные обозначения к ландшафтной карте:*

*Ландшафты местных водораздельных поверхностей*

**1-5** - степные

**52-60** - сухостепные

*Ландшафты денудационных равнин*

**6 - 47** - степные

**61 - 89** - сухостепные

*Ландшафты денудационного мелкосопочника*

**48 - 51** - степные

**90 - 91** - сухостепные

*Ландшафты делювиально-пролювиальных равнин*

**92 - 137** - степные

**159 - 178** - сухостепные

*Ландшафты остаточно-аккумулятивных равнин*

**138-139** - степные

**179-185** - сухостепные

*Ландшафты аллювиально-пролювиальных равнин*

**140-144** - степные

**186-190** - сухостепные

*Ландшафты аллювиальных равнин*

**145-147** - степные

**191-205** - сухостепные

*Ландшафты озерно-аллювиальных равнин*

**148-158** - степные

**206-214** - сухостепные

**215-227** - Аллювиальные комплексы надпойменных террас

**228-230** - Пойменные

**231-243** - Эрозионные ложбины и понижения

Согласно ландшафтной карте Шортандинского района Акмолинской области всего на территории выделено 243 подвида сочетаний урочищ. Из них 51 относится к степным ландшафтам приподнятых равнин и мелкосопочника, 40 - к сухостепным ландшафтам приподнятых равнин и мелко-

152



сопочника, 67 – к степным ландшафтам относительно опущенных равнин и 85 к сухостепным ландшафтам относительно опущенных равнин.

Описания сочетаний урочищ в развернутой легенде содержат полную характеристику ПТК, которая позволяет использовать ландшафтную карту в индикационных целях. Данные, представленные на ландшафтной карте, легко поддаются количественному структурному анализу, включающему характеристики состава морфологических единиц, их разнообразие, формы и территориальное соседство [2, 3, 5-11]. В случае крупномасштабного ландшафтного картографирования (1:100000, 1:50000, 1:10000) сложных урочищ, сочетаний урочищ, фаций фактический количественный материал получают путем подсчета количества ландшафтных контуров, видов и подвидов ландшафтов, расчета индекса дробности ландшафтной структуры территории, коэффициента сложности, организации ПТК, классификации и характеристики степеней антропогенного преобразования ландшафтов - индексы разнообразия ( $H'$ ) и равномерности ( $\epsilon$ ), индекс экологической ценности территории (ИЭЦ) и др. Многие из этих показателей являются носителями информации о процессах и степени деградации земель района.

Данные показатели, отражающие неоднородность, уровень зарегулированности структуры ПТК служат основой создания схем землеустройства, с определением сельскохозяйственных угодий различного функционального назначения. В то же время, отмеченная выше система показателей ландшафтной пространственной структуры территории, может быть рекомендована для обоснования природно-сельскохозяйственных мероприятий по устойчивому развитию землепользования.

В методическом отношении прикладное ландшафтно-землеустроительное картографирование состоит из двух этапов: выделения и нанесения на карту конкретного масштаба ПТК определенного таксономического ранга, целенаправленной оценки и интерпретации ПТК для конкретных целей и прогноза их изменений для расчетного периода. Анализ и учет закономерностей ландшафтной организации территории, представленных на ландшафтной карте, значительно повышает качество разработки землеустроительных схем, направленных на оптимальное использование земельных ресурсов.

Крупномасштабные ландшафтные карты (М. 1:100 00 и крупнее) с показом морфологических частей ландшафта (фаций и урочищ) находят свое применение при межхозяйственном и внутрихозяйственном землеустройстве,

т.к. группы или типы сходных урочищ и фаций образуют определенные виды природных сельскохозяйственных угодий, характеризующихся своими потенциальными сельскохозяйственными возможностями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веселова Л.К., Гельдыева Г.В., Чупахин В.М. Ландшафтная карта Казахской ССР масштаба 1:2 500 000. - М.: ГУГК, 1979.
2. Викторов А.С. Инварианты ландшафтных рисунков //Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. - 1993. - С.2.
3. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. - М.: Мысль, 1986.
4. Гельдыева Г.В., Веселова Л.К. Ландшафты Казахстана. - Алма-Ата.: Фылым, 1992. - С. 13-16.
5. Геренчук К.И., Топчиев А.Г. Информационный анализ структуры природных комплексов //Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1970. - С. 6.
6. Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. - Л.: Ленинградское отделение «Наука», 1980. - 209 с.
7. Кочуров Б.И., Розанов Л.Л. Разработка критериев и показателей оценки экологической обстановки территории //Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзорн. информ. - М.: ВНИИТИ, 1994. - Вып. 5. - С. 31-43.
8. Книжников Ю.Ф. Структурный анализ - современная комплексная проблема дистанционного зондирования //Структурный анализ снимков в аэрокосмических исследованиях Земли. - М., 1985.
9. Раковская Э.М., Топчиев А.Г. Анализ позиционного сходства природных комплексов - элементов ландшафтной структуры //Изв. ВГО. - 1982. - Т. 114, вып. 4.
10. Симонов Ю.Г. Географическое соседство и методы его измерения //Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. - 1970. - С.4.
11. Wilmet J., Tirtiaux V., Heylen J.-P. Evaluation d'un paysage a l'aide d'indices de diversite //Bull. Soc. geogr. Liege. - 1996. - Hors ser. - La page 375-382.

Институт географии МОН РК

**ЛАНДШАФТТЫҚ КАРТА ГЕОГРАФИЯЛЫҚ-ИНДИКАЦИЯЛЫҚ  
ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ НЕГІЗІ (АҚМОЛА ОБЛЫСЫНЫҢ ШОРТАНДЫ  
АУДАНЫНЫҢ МЫСАЛЫ БОЙЫНША)**

Геогр. ғылымд. докторы     Г.В. Гельдыева  
   Р.В. Плохих

*Мақалада географиялық-индикациялық зерттеулерде ландшафтық әдістеменің мүмкіншіліктерін пайдалану жолдары қаралады. М.1:100 000 типологиялық ландшафтық картаны іс-әрекет мақсатында базалық негіз есебінде пайдаланудың тәжірибесі көрсетіледі.*

УДК 662. 822:622.571

**ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Доктор техн. наук	Т.К. Ахмеджанов
Доктор техн. наук	Ш.К. Альмухамбетова
Канд. хим. наук	Э.Х. Аязбаев
Канд. хим. наук	Г.Ж. Елигбаева

*В статье приводятся данные по состоянию промышленной экологии горно-, металлургического и нефтегазового комплекса. Предлагаются пути улучшения экологической ситуации в регионах, добывающих нефть, газ и твердые полезные ископаемые.*

Казахстан занимает одно из ведущих мест в мире по запасам различных видов минерального сырья, объемом их переработки.

Природные ресурсы Казахстана, его минерально-сырьевой комплекс являются основой развития его экономики, экспорта, а значит и валютных поступлений в республику. В связи с этим насколько рационально будут использоваться эти богатства, зависят темпы развития технико-экономического потенциала республики.

На территории Казахстана разведаны и эксплуатируются многочисленные месторождения топливно-энергетического сырья, черных и цветных металлов, нерудного сырья, нефти, природного газа и подземных вод. В недрах Казахстана обнаружено более 70 элементов таблицы Менделеева, из которых 56 учтены Государственным балансом запасов.

Потенциальная ценность минерально-сырьевых ресурсов Казахстана по основным полезным ископаемым распределяется следующим образом: топливно-энергетическое сырье – 79,5 %, черные металлы – 12,45 %, цветные и благородные металлы – 8,2 %.

На основе минерально-сырьевых ресурсов, составляющих важнейшую часть богатства республики, сформировался мощный горно-металлургический комплекс включающий добычу руд и углей, обогащение и металлургический передел черных и цветных металлов.

Несмотря на обеспеченность разведанными запасами полезных ископаемых, Республика Казахстан остается одним из перспективных регионов СНГ по выявлению новых месторождений.

В последние годы открыты ряд месторождений с рудами, в которых содержание полезных компонентов находится на мировом уровне (Малеевское и Артемьевское на Рудном Алтае, Родниковое в Прибалхашье, Шаймерден, Сырымбет и Кундыкольское в Северном Казахстане). Казахстан, обладающий уникальной сырьевой базой, является регионом в котором одним из основных отраслей народного хозяйства являются черная и цветная металлургия, составляющие в общем объеме промышленного производства товарной продукции более 28 %. По характеру и совершенству применяемых технологий, комплексности использования сырья, качеству и количеству выпускаемой продукции основные предприятия цветной металлургии Казахстана являются передовыми в странах СНГ. Казахстан в системе стран СНГ в 1990 г. производил: 74 % свинца, 52 % цинка и 54 % меди.

Однако в последние годы снизились темпы развития и эффективности отраслей цветной металлургии. Это объясняется кризисным состоянием экономики, ухудшением сырьевой базы цветной металлургии, недостаточным совершенством технологий, а также устаревшим оборудованием в горном производстве, обогащении, металлургической переработке минерального сырья.

В связи с ухудшением горно-геологических условий разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, использованием предельных возможностей стабилизации показателей полноты и селективности добычи руд традиционными технологиями сложилась устойчивая тенденция постепенного снижения металлов в добываемых рудах и усложнения их вещественного состава. За последние 20 лет содержание основных металлов в рудах снизилось в 1,6 раза, к тому же доля труднообогатимых руд возросла, с 15 % до 45 % от общей массы обогащаемого минерального сырья (Жайрем, Шалкия и др.). Поднять в таких условиях эффективность предприятий горно-металлургического комплекса задача довольно сложная, требующая колоссальных коллективных усилий науки, производства и громадных дополнительных инвестиций. Для этого, прежде всего, необходимо создание концепции развития научно-технического потенциала цветной металлургии Казахстана в новых экономических условиях.

К настоящему времени в республике имеются значительные технические возможности для производства цветных металлов, в которых сосредоточены громадные интеллектуальные и капитальные вложения и эти мощности в республике следует постоянно совершенствовать.

Признавая эту тенденцию технического развития необходимо учитывать, что сложившиеся мощности могут функционировать только на основе использования сырья определенного состава и качества. Учитывая минимально возможный прирост потребления металлов и наличия достоверных мировых запасов металлов в природе можно считать, что основные минерально-сырьевые ресурсы могут быть исчерпаны: по железу в течение ближайшего столетия, цветных металлов в течение 25...35 лет, а редких металлов и того меньше.

Мировые потребности в металлах растут быстрее, чем возможности обеспечения производства цветных металлов сырьем за счет природных минеральных источников. Особенно это становится очевидным, если оценить потребление металлов с учетом социологического фактора – роста не только населения, но и его культурного уровня.

В Республике Казахстан, практически полностью обеспеченной минеральными сырьевыми ресурсами, трудности проявляются в снижении качества сырья, усложнением горно-геологических факторов и степени извлечения металлов сложившимися технологиями из сложного высокополиметаллизированного сырья, в возрастании количества отходов (образование отвалов и хвостохранилищ), в замедлении темпов роста производительности и абсолютного прироста производства металлов.

Следует подчеркнуть, что средневзвешенные потери металлов колеблются от 22 до 52 %, причем для железных руд – 35 %, полиметаллических – 25...35 %, редкоземельных – 30...52 %. Наибольшие потери металлов приходятся на стадии обогащения (20...45 %). Несмотря на ограниченность природных ресурсов, потери металлов в виде отходов и шлаков растут.

Как известно, в настоящее время для обеспечения жизнедеятельности одного человека приходится добывать не менее 20 т различного сырья; объём добычи полезных ископаемых через каждые 10 лет практически удваивается. При этом, в готовую продукцию извлекается только 5...10 % сырья, остальное идет в отходы. Уже сейчас в мире накоплено около 500 млрд. т твердых отходов; на долю стран СНГ приходится более 70 млрд. т. При этом общий ежегодный рост отходов измеряется в 25...35 млрд. т, а в странах СНГ он составляет около 7 млрд. т в виде вскрышных

пород и около 800 млн. т твердых отходов обогатительных фабрик. При этом теряется около 1 млрд. т различных полезных ископаемых.

Основными причинами такого количества отходов являются:

- первая и самая главная – несовершенство современных технологий, применительно к бедному и сложному полиметаллическому и углеводородному сырью;
- вторая – недостаточно высокий уровень режима экономии природных ресурсов, их рационального использования и энергетических затрат.

Одним из путей рационального использования сырья и экономии природных ресурсов является совершенствование технологии комплексной переработки минерального и углеводородного сырья, создание безотходных технологий в замкнутом цикле, вовлечение в переработку бедных и забалансовых руд, вовлечение в переработку твердых отходов очистки нефти и газа от серы, хвостов обогащения вторичного сырья, отходов металлургических производств (шлаков, кеков, шламов, других металлургических полупродуктов, пылей), очистки нефтегазопроводов, загрязненных нефтью грунтов.

В связи с изменением качества сырья, его состава и свойств с возрастающими требованиями в охране окружающей среды, экологии, а также повышением материальных и энергетических затрат на производство товарной продукции из концентратов в настоящее время нефтегазоперерабатывающие заводы, обогатительные фабрики и металлургические заводы нуждаются в реконструкции и модернизации техники и технологии. Модернизация и реконструкция обогатительных фабрик, нефтеперерабатывающих и металлургических заводов, как нам представляется, должна осуществляться в следующих направлениях:

- освоение технологий, обеспечивающих повышение комплексности и полноты использования сырья, снижение материальных и энергетических затрат на единицу производства продукции, утилизацию отходов;
- повышения эффективности производства и качества готовой конкурентоспособной продукции;
- снижение количества выбрасываемых в окружающую среду вредных веществ: серы, диоксида серы, оксида углерода и металлосодержащих пылей, нефтешламов и шлаков, цианидов и других веществ;
- автоматизации и компьютеризации технологических производств.

Существующие в настоящее время технологии и разработки в мировой практике нефтегазового и металлургического производств характе-

ризуются в основном получением чистой нефти и газов, монометаллических продуктов основных металлов с большим расходом энергии, недостаточно полным использованием минерального сырья и наличием серьезных экологических проблем, громадных объемов твердых отходов.

До сих пор на медно-свинцово-цинковых предприятиях, работающих по классической стандартной технологии, выделяется значительное количество отходящих газов, содержащих твердофазные включения (пыли) и газообразные продукты (диоксиды серы, азота и оксид углерода), являющиеся основными источниками загрязнения, которые отрицательно влияют на природную среду. Во многих городах Республики Казахстан сохраняется напряженная экологическая обстановка, в том числе в районе действующих предприятий цветной металлургии Казахстана (Усть-Каменогорск, Актюбинск, Балхаш, Дзезказган, Шымкент, Лениногорск).

Особенно тяжелое положение сложилось с вредными выбросами в атмосферу. В целом по предприятиям цветной металлургии ежегодно с газами выбрасывается около 6 млн. т твердых веществ. А на складах отходов компании «Тенгизшевройл» находятся миллионы тонн серы, выделяющих ядовитые газы.

Значительную опасность представляют твердые выбросы, содержащие свинец, мышьяк, сурьму; из газообразных – диоксид серы, цианиды. На долю диоксида серы приходится 70 % всех вредных выбросов в атмосферу и 90 % от газообразных. В настоящее время из 4500 тыс. т выбросов в атмосферу диоксида серы на медеплавильные заводы в целом по странам СНГ приходится около 2200 тыс. т, при этом степень утилизации серы составляет около 50%, а в Казахстане и того меньше. В настоящее время в республике разработана технология утилизации промышленных выбросов диоксида серы, с получением растворителей для гидрометаллургических процессов, заменяющих цианиды [2]. При этом получается двойной эффект – утилизация сернистого газа и получение нетоксичного продукта, заменяющего цианиды. Разработаны также способы обогащения медно-молибденовых руд с применением синтетических полимерных соединений в качестве модификаторов основных поверхностно-активных соединений. Такой подход к извлечению металлов без принципиального изменения существующей технологической линии приводит к существенному повышению эффективности процесса.

Для решения рассматриваемых проблем необходимо выработать взвешенную политику повышения эффективности и полноты использова-



ния минерально-сырьевых источников, создания безотходных экологически чистых производств и повышения степени и комплексности использования сырья, экономической и экологической безопасности, защиты окружающей среды обитания человека. Нами предлагается концепция научно-технической политики развития горно-металлургического комплекса цветной металлургии Республики Казахстан, включающая следующие основные направления научно-технического прогресса.

Разработка и совершенствование технологии комплексности и повышения полноты извлечения металлов при добыче минерального сырья и обогащении руд.

В связи с тем, что наибольшие потери металлов наблюдаются в горном производстве (20 %) и при обогащении (66...72 % от общих потерь) руд, нами выдвигаются проблемы разработки и внедрения научно-обоснованных технологий создания нового поколения рудников будущего и подземного обогащения руд с получением коллективных полиметаллических концентратов, обеспечивающих повышение общего извлечения цветных металлов на 20...28 % и с использованием выработанного пространства для гидрозакладки и в качестве хвостохранилища [1].

В настоящее время уже функционируют подземные обогатительные фабрики в Канаде, США, Перу, Франции, Италии, Болгарии и Гренландии.

Разработка и внедрение новых комбинированных пиро-гидрометаллургических технологических схем комплексной и полной переработки коллективных концентратов в условиях подземных металлургических переделов а также на поверхности.

В связи с этим выдвигается научно-техническая программа «Создание экологически чистых пиро-гидрометаллургических технологий комплексной переработки коллективных полиметаллических концентратов с получением деметаллизированных силикатных и стеклокерамических материалов и металло-сульфидных продуктов с заданными свойствами».

В этом направлении имеются довольно значительные разработки технологических схем комплексной переработки коллективных концентратов:

– пиро-гидрометаллургия тиосолей, позволяющая уже в первой металлургической операции низкотемпературной электроплавке на тиосоли и стеклокерамику получать высокую степень разделения металлов и последующее довольно полное выделение цветных, малых и редких ме-

таллов в отдельные продукты методами щелочно-сульфидной гидрометаллургии. Полупромышленные испытания, проведенные с целью переработки коллективных (*Cu-Pb-Bi*, *Mo-Bi-W*, *Cu-Mo*) концентратов методами металлургии тиосолей позволяют извлекать в монометаллические продукты 95...99 % меди, свинца, цинка, висмута, молибдена и других редких металлов и выводить мышьяк из металлургического производства [3];

– прямая гидрометаллургия коллективных концентратов и промпродуктов методами солянокислотного выщелачивания с применением комплексообразователей ( $Fe_2Cl_3$ ,  $CaCl_2$ ,  $MgCl_2$ ) с регенерацией растворителей в замкнутом цикле, сорбционного и экстракционного разделения металлов и электрохимического их выделения. Работы в этом плане, выполненные в полупромышленном масштабе, показали, что при этой технологии достигается высокая комплексность использования сырья, обеспечивающая извлечение меди – 97 %, свинца – 97 %, цинка – 98 %, малых и редких металлов – более 80 %.

Перечисленные разработки в области горно-металлургического комплекса позволяют резко улучшить экологическую обстановку в регионах переработки коллективного полиметаллического сырья. К настоящему времени в зарубежной практике в области цветной металлургии уже существуют три гидрометаллургические схемы переработки коллективных концентратов, с использованием в качестве растворителя хлорного железа и соляной кислоты.

Одним из главных и принципиальных несовершенств существующих технологий горно-металлургического комплекса является неполное использование минерального сырья горных пород, при этом для реализации технологических процессов необходимо использование большого количества внешних источников тепла (электроэнергии, кокса, мазута, нефти), что значительно снижает энергетическую составляющую экономики горно-металлургического комплекса. В связи с этим необходимы также новые научно-технические разработки и совершенствования по созданию рациональных и более эффективных технологий переработки монометаллического сырья, предусматривающих более полное использование энергетической составляющей перерабатываемых концентратов методами автогенной факельной обжиг-плавки, плавки в жидкой ванне и редуционных процессов. Кроме того, в технологических процессах шире использовать нетрадиционные виды энергии (солнечная, ветровая и др.)

Создание безотходных и экологически чистых производств, повышение полноты и комплексности извлечения металлов требует эффективных способов переработки шлаков, использование железа и других компонентов, металлургических шлаков. Как нам представляется, решение этой задачи возможно осуществить за счет организации плавки шлаков в жидкой ванне с газо-воздушной (или пылевоздушной) продувкой с комплексной переработкой на медистый чугун и материалы для стройиндустрии [1].

Разработка и осуществление выдвинутых в концепции научно-технического процесса научно-обоснованных технологий нового поколения и их внедрение в производство позволит эффективно и рационально использовать природные ресурсы, обеспечит высокие ТЭП, резко улучшит экологическую обстановку в промышленных городах и регионах Республики Казахстан.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адрышев А.К., Ахмеджанов Т.К., Альмухамбетова Ш.К. и др. Загрязнение окружающей среды горнометаллургическими отходами и пути их утилизации. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. – 286 с.
2. Ахмеджанов Т.К. и др. Новые направления в утилизации сернистых газов и других вредных веществ для охраны окружающей среды // Гидрометеорология и экология. – 1998. - № 1-2. - С. 182 - 193.
3. Польшваный И.Р. Висмут. «Наука». Алма-Ата. 1986. – 320 с.
4. Цой С. В., Ахмеджанов Т. К., Цой Л. С. Разработка технологической схемы рудника будущего. Вестник КазНТУ. Алматы. № 4. 1995. С. 33-35.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева

#### **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАУ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗ КЕШЕНДЕРІНІҢ ӨНДІРІСТІК ЭКОЛОГИЯСЫН ЖАҚСARTУ ЖОЛДАРЫ**

Техн. ғылымд. докторы	Т.К. Ахмеджанов
Техн. ғылымд. докторы	Ш.К. Әлмұхамбетова
Химия ғылымд. канд.	Э.Х. Аязбаев
Химия ғылымд. канд.	Г.Ж. Елқбаева

*Мақалада тау-кен-металлургиялық және мұнайгаз кешенінің өнеркәсіптік экологиясының жағдайы жөніндегі мәліметтер келтірілген. Мұнай, газ және қатты пайдалы өндіретін аймақтардағы экологиялық жағдайды жақсарту жолдары ұсынылады.*

УДК 622.78: 631.85

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В  
ФОСФАТНО-СИЛИКАТНО-КАРБОНАТНЫХ СИСТЕМАХ НА  
ФОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Канд. хим. наук А.М. Казова

А.С. Нуркеев

Доктор техн. наук В.Н. Уманец

*Изучены термохимические превращения в системе  $Ca_{10}(PO_4)_6 - SiO_2 - CaMg(CO_3)_2$  при 800 °С, на которой базируется процесс обжига фосфорита при термоподготовке сырья к электротермической плавке с получением элементарного фосфора. Выявлен фазовый состав продуктов обжига.*

Термические процессы (обжиг, спекание), составляющие основу различных технологий переработки природного и техногенного сырья, можно рассматривать как пример плохо организованной системы [6]. Взаимодействие в многокомпонентных системах при нагревании способствуют образованию выбросов, загрязняющих компоненты окружающей среды (атмосферы, гидросферы, литосферы). Термические превращения характеризуются весьма сложным взаимодействием в гетерогенных системах, как в исходном минеральном сырье, так и промежуточных продуктах и отходах. В литературе недостаточно данных по термическим превращениям минералов фосфоритов, фосфатно-силикатных, карбонатно-силикатных систем при переработке фосфоритов, шлаков, феррофосфора. Изменение свойств минералов как природного, так и техногенного сырья в процессе нагревания, а также поведение их будут определять свойства конечных химических продуктов [2]. Изучение взаимодействия компонентов сложных твердофазных смесей на основе методов моделирования и построения полных диаграмм «состав-свойство» необходимо для выявления закономерностей влияния состава смеси на свойства полученного материала, состояние биосферы [3]. В процессе термохимических превращений в атмосферу выделяются летучие вещества (щелочные металлы, органические примеси), соединения фтора, серы, углерода и др. [3].

В научной литературе недостаточно сведений по исследованию гетерогенного взаимодействия в многокомпонентных системах, содержащих си-

ликаты, карбонаты, фосфаты и другие компоненты. В основном подобные системы рассмотрены с точки зрения процессов, протекающих в расплавах.

Диаграмма  $CaO - SiO_2 - P_2O_5$  рассмотрена в работах [4,8] с точки зрения обесфторивания фосфоритов при получении обесфторенных фосфатов. В трудах М.Е. Позина и др. указанная диаграмма изучена в области  $CaO - SiO_2 - 3CaO \cdot P_2O_5$  в равновесных условиях для процесса обесфторивания по способу плавления, когда в шихту вводят от 20 до 25 % диоксида кремния (кремнезема). На фазовой диаграмме выявлены области образования первичного выделившегося  $\alpha$ -трикальцийфосфата и стекловидной массы, состоящей из твердого раствора  $SiO_2$  и кальциевого силиката  $CaO \cdot SiO_2$ . При большом содержании диоксида кремния (45...50 %) второй главный фазовый компонент представлен кристаболитом. Изучена диаграмма  $CaO - SiO_2 - 3CaO \cdot P_2O_5$  по линии 35 %  $P_2O_5 \cdot SiO_2$ . Выявлены области обесфторивания в интервале 1100...1800 °С. До 1300 °С и ниже выделяются две фазы – силикокарнотит и тетракальций фосфат  $4CaO \cdot P_2O_5$ , при этом главным компонентом является силикокарнотит. В указанных работах изучены диаграммы состояния в незначительной области твердофазного взаимодействия 1100...1200 °С. Не обнаружено данных для неравновесного состояния при изучении твердофазного гетерогенного взаимодействия с участием флюидов.

В работе [7] рассмотрены в основном оксидные силикатные системы. Имеются данные по процессам, протекающим в низкотемпературной области, т.е. в твердых фазах. Авторы [4, 7] отмечают, что в твердофазных условиях часто образуются метастабильные соединения и на равновесной диаграмме не фигурируют. Для таких систем нередко рассматривают две диаграммы состояния: стабильную (равновесную) и метастабильную. По метастабильным фазам приводятся имеющие существенное значение сведения об условиях синтеза соответствующих соединений.

В интервале температур 500...1000 °С; 400...1600 °С; 500...1200 °С изучены диаграммы состояния систем  $Na_2O - P_2O_5$ ,  $K_2O - P_2O_5$ ,  $NaPO_3 - Na_4P_2O_7$ ,  $Na_2O \cdot P_2O_5 - 3Na_2O \cdot P_2O_5$ ,  $K_2P_2O_7 - KPO_3$  [5]. Система  $MgO - P_2O_5$  в концентрационной области 0...78 мас.%  $P_2O_5$  изучена методом термографии Д. Бероком. В температурном интервале 900...1400 °С обнаружено три соединения  $3MgO \cdot P_2O_5$ ,  $2MgO \cdot P_2O_5$  и  $MgO \cdot P_2O_5$  плавящихся без разложения соответственно при 1357, 1382 и 1165 °С. Изучены физико-химические свойства  $3MgO \cdot P_2O_5$ ,  $2MgO \cdot P_2O_5$ ,  $MgO \cdot P_2O_5$ . Авторы [5-7] изучили свойства пирофосфата магния.

В системе  $CaO \cdot P_2O_5$ , входящей в сложные многокомпонентные силико-фосфатные системы, выявлена значительная сложность фазовых соотношений и наличие твердых растворов [5]. Область кристаллизации метафосфата кальция и тремолита рассмотрена в диапазоне 28...36 %  $CaO$  при 950...990 °С [5]. Описана фаза переменного состава – тремолит, кристаллизующийся в интервале концентраций от 32 до 37 мас.%  $CaO$ . Температурные пределы его устойчивости лежат между 985 °С (выше которой она плавится инконгруентно) и 915 °С, ниже которой она является метастабильной.

В последнее время находит рассмотрение планирование эксперимента при построении диаграмм состояния систем с использованием геометрических методов [5, 9]. Применен метод симплексных решеток для получения диаграммы состав-свойство в сложной асбоцементной смеси, что имеет большое прикладное значение (область оптимальных выходных параметров: прочности, вязкости и др.). Кроме того, этот подход позволил авторам систематизировать, определить хорошо интерпретируемые функциональные связи в сложном технологическом процессе.

В работе [9] диаграмма состав-свойство построена с помощью планов Дрепера-Лоуренса. Получен ряд диаграмм состав-свойство для различных  $X_1, X_2, X_3$ , на которых выделены области оптимальных составов связок, показанных в виде заштрихованных участков. Это подтверждает мнение [7], что применение планов Шеффе для построения диаграмм состав-свойство возможно.

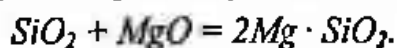
Имеются данные по оксидным системам, содержащим оксиды кальция, магния, кремния – компонентов, входящих в состав фосфоритовых руд. Показаны стадии минералообразования в бинарной системе  $MgO - SiO_2$ , тройной системе  $CaO - MgO - SiO_2$  [4]. В бинарной системе  $CaO - MgO$  выявлена последовательность твердофазных реакций в интервале 1100...1300 °С с получением форстерита в несколько стадий в конечном продукте. В сырьевой смеси из беложгущегося талька, оксида магния и магнезита протекают термохимические превращения: при обжиге талька образуется метасиликат магния и диоксид кремния:



Свежеобразовавшийся метасиликат магния вступает во взаимодействие с оксидом магния с образованием форстерита:



Освободившийся при разложении талька  $SiO_2$  параллельно взаимодействует с  $MgO$  и образует дополнительное количество форстерита:



Суммарная реакция:



Форстерит также образуется при обжиге серпентинитов и дунитов. Подобные взаимодействия представляют интерес с точки зрения исследования термических превращений и взаимодействия силикатсодержащих природных минералов фосфоритов.

В работе [2] рассмотрена графическая зависимость  $CaO/P_2O_5 = f(CO_2/P_2O_5)$  для различных типов фосфоритов: микрозернистых (и метаморфизованных), ракушечных, желваковых. Расчет формул природных фосфатов показал области, в которых существуют природные фосфаты (фторкарбонатапатиты) с различным соотношением  $CO_2/P_2O_5$  [2]. Автор [2] рассматривает вещественный состав желваковых фосфоритов внутри концентрационного треугольника фосфат-кварц-глаукоцит и минеральный состав каратауских руд в виде трехкомпонентной диаграммы фосфат-карбонаты (60 %) - прочие (40 %). Первая диаграмма позволяет определить области существования литологических разновидностей. На второй диаграмме нанесен минеральный состав 160 проб Каратауских фосфоритов, полученный из расчета состава опубликованных химических анализов. Минеральный состав на диаграмме рассмотрен с точки зрения обогащенности фосфоритов. В данной работе диаграммный анализ применен в области технологической минералогии при обогащении фосфоритовых руд. Высказано мнение, что область минерального состава руд, пригодных для термохимической обработки отвечает тем рудам, в которых не более половины нефосфатного материала составляют доломит и кальцит, т.е. область с содержанием фосфата 60...70 %, карбонатов 18...20 %.

Изучено взаимодействие в силикатно-фосфатно-карбонатных системах, поскольку в процессе формирования выбросов, шлака, шламов в производстве элементарного фосфора протекают неравновесные взаимодействия между минералами фосфорита [3].

Методом симплекс-решетчатого планирования изучено взаимодействие в системе из природных минералов фосфоритов  $Ca_{10}(PO_4)_6F_2 - SiO_2 - CaMg(CO_3)_2$  (изотермический разрез 800 °C) по дефторированию.

При этих условиях фтор не удаляется из кристаллической решетки фторапатита. Обнаружено образование фосфосиликата типа бритолита.

Построение диаграмм состав-свойство многокомпонентных систем связано с большим объемом экспериментальных работ [7]. Подобные системы возможно изучить методом симплексных решеток: состав  $q$ -мерной системы задается  $(q-1)$ - мерным симплексом [1, 9], и функция, описывающая влияние состава на свойство системы, может быть выражена полиномом некоторой степени от значений независимых переменных  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , где  $X_n$  – количество  $n$ -го компонента в смеси. Принята нормированность суммы независимых переменных  $\sum X_n = 1$ . В рассматриваемой системе изучаемый параметр (степень обесфторивания) зависит от состава смеси, но не от ее количества. Составлена матрица планирования, в которой независимые переменные  $X_1, X_2, \dots, X_n$  представляют собой содержание компонентов системы. Для изучаемой 3-х компонентной системы находили модель четвертой степени по программе для ЭВМ. Адекватность модели проверяли в контрольных точках с использованием  $t$ -критерия [9]. В результате выполнения экспериментов получены значения степени обесфторивания с шагом 5 % для изотермического разреза 800 °С. В данной системе выходной параметр – степень обесфторивания изменяется в зависимости от соотношения компонентов (минералов) системы. Общая тенденция очевидна: во «фторпатитовом угле» наиболее высокая степень удаления фтора из системы, так как в области, где превалирует кварц и доломит содержание фтора ниже. Получены линии равных уровней (изолинии) по обесфториванию. Выявлена закономерность снижения изучаемого параметра с увеличением содержания кварца и доломита. Наиболее высокая степень обнаружена при соотношении  $X_1:X_2:X_3 = 80:10:10$  (процентное). Это можно объяснить взаимодействием в системе между компонентами. По-видимому, присутствие в виде включений силикатсодержащих минералов-слюд способствует тому, что на границе контакта фторпатита с кварцем образуются фосфосиликаты переменного состава. Методом ионных формул и на основании рационального химического анализа нами определен фазовый состав системы при различных соотношениях компонентов (табл.).

В результате взаимодействия фтор частично летит. На основании идентификации продуктов термохимической обработки смеси выявлено, что фтор может связываться в устойчивые соединения – куспидин, силикофосфат, содержащий в анионной части фтор-ион.

С увеличением содержания кварца и доломита (табл., проба 3), основные фазы представлены фторпатитом исходного состава, кварцем,



оксидом магния, незначительное силикатообразование – на границе контакта кварца и доломита.

Таблица

Взаимодействие в области I изучаемой системы

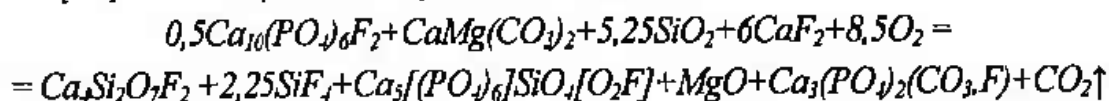
№ пп	Содержание, %			Твердые фазы
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
1	80	10	10	$Ca_4Si_2O_7F_2$ , $Ca_3[(PO_3)_2(SiO_3)O_2F]$ ; $MgO$ , $CaO$ , $SiO_2$
2	85	10	5	$Ca_3[(PO_3)_2(CO_3)F]$ ; $Ca_{10}(PO_3)_6F_2$ , $Ca_3[(PO_3)_2(SiO_3)O_2F]$ ; $MgO$ , $CaO$
3	30	40	30	$Ca_{10}(PO_3)_6F_2$ ; $SiO_2$ ; $CaO$ , $MgO$ , $Mg[SiO_3]$ ; $CaSiO_2$

Примечание:  $X_1 - Ca_{10}(PO_3)_6F_2$ ;  $X_2 - SiO_2$ ;  $X_3 - CaMg(CO_3)_2$ .

На основании и анализа взаимодействия в системе



обесфторивание протекает при 800 °С по схеме:



Таким образом, при 800...1000 °С в процессе термохимического взаимодействия в фосфатно-силикатно-карбонатных системах образуются газовые фазы, содержащие в основном фторсодержащие соединения ( $HF$ ,  $SiF_4$ ), диоксид углерода ( $CO_2$ ), пары воды и др. Выявление масштабов воздействия загрязнений на природу необходимо для предотвращения превышения ее восстановительного потенциала [1, 5].

На основе расчета материального баланса процесса обжига выявлен состав выбросов в атмосферу: пыль – 20,7 %;  $CO_2$  – 54,3 %;  $SiF_4$  – 0,66 %;  $NaOH$  – 0,37 %;  $KOH$  – 0,24 %;  $SO_2$  – 1,74 %;  $H_2O$  – 22,5 %.

Из приведенных данных видно, что наибольший вклад в загрязнение окружающей среды вносит диоксид углерода, пыль, диоксид серы. Для очистки выбросов предусматривается разработка схемы, включающей сухую и мокрую очистку выбросов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В. Экологические основы природопользования. М.: Дашков и К. 2001.-236с.

2. Блисковский В.З. Вещественный состав и обогатимость фосфоритов. М.: Недра. 1983. 199с.
3. Казова А.М., Джусипбеков У.Ж., Бержанов Д.С., Ажибаев Т.Р. Физико-химические и технологические основы получения термических фосфатов. Алматы. 1996.-151с.
4. Казова А.М., Толеген М.Т., Жубатов Ж.К. Взаимодействие в фосфатно-карбонатно-силикатных системах при 1000 и 1500 °С. | Вестник КазГУ им. аль-Фараби. 1999. №4 (16). - С.76 - 79.
5. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Т.1. М.: ВШ. 1996. - 632с.
6. Налимов В.В. Влияние математической статистики на методологию научных исследований // Заводская лаборатория. 1990. №10. С. 1220-1226.
7. Торопов Н.А., Барзаковский В.П., Лапин В.Г. Диаграммы состояния силикатных систем. Справочник. Л.: Наука. - 1969.- 822с.
8. Унанянц Т.П. Получение термических фосфатов. | Бюл. техн. экономической информации АН СССР. №6(89). - 1988. - С.47-49.
9. Чеботников В.М., Чемлева Т.А., Рохвагер А.Е. Построение диаграмм состав-свойство с помощью планов Дрепера-Лоуренса // Заводская лаборатория. 1970. - №7. - С.892 - 894.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

**ФОСФАТТЫ-СИЛИКАТТЫ-КАРБОНАТТЫ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ  
ТЕРМОХИМИЯЛЫҚ ӘРЕКЕТТЕСУІНІҢ АУАҒА ТАСТАНДЫЛАР  
ПАЙДА БАЛУЫНА ӘСЕРІ**

Хим. ғылымд. канд.	А.М. Казова
	А.С. Нуркеев
Техн. ғылымд. докторы	В.Н. Уманец

*Элементтік фосфор электротермиялық әдіспен алғандағы негізіндегі  $Ca_{10}(PO_4)_6 - SiO_2 - CaMg(CO_3)_2$  жүйедегі 800 °С – тағы әрекеттесуінің ауаға тастандылар пайда болуына әсері анықталған. Күйдіргендегі пайда болатын фазалар құрамы зерттелген.*

УДК 622.78: 631.85

**КИНЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ВЕЩЕСТВ ПРИ ОБЖИГЕ ФОСФОРИТОВ**

А.С. Нуркеев

*Рассмотрена кинетика образования выбросов при обжиге фосфоритов. Показана методика кинетического анализа обобщенной модели процесса с получением семейства кинетических кривых при изучаемых температурах (800...1100 °С). Обжиг протекает в смешанной области с переходом механизма из кинетической в диффузионную.*

Исследования показали, что для изучения взаимодействия в сложных твердофазных системах (каковым является природное сырье) при нагревании применим метод планирования кинетического эксперимента [4, 6]. В данной работе кинетические параметры процесса обжига фосфоритов получены в результате анализа обобщенного уравнения, рассчитанного по матрице планирования экспериментов при изучении оптимальных условий обжига окатышей фосфорита на основании частных функций

$$Y_1 = f(x_1); Y_2 = f(x_2); \dots Y_n = f(x_n),$$

описывающих влияние на степень декарбонизации отдельных факторов, где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – аргументы, изучаемые факторы  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  – частные зависимости.

Обобщенное уравнение, описывающее влияние всех изучаемых факторов на степень декарбонизации окатышей фосфорита имеет вид:

$$Y_{об} = \frac{1}{G} (0,7x_1 - 3 \cdot 10^{-4} x_1^2 - 267,4) (21,6 - 2x_2 - 0,01x_2^2) (1 - e^{-0,2x_3}), \quad (1)$$

где:  $Y_{об}$  – степень декарбонизации; %,  $x_1$  – температура, °С;  $x_2$  – тонина помола (содержание дисперсной фракции – 0,063), мм;  $x_3$  – продолжительность обжига, мин;  $G = 85,98$  – генеральное среднее экспериментального массива степени декарбонизации, %.

Обобщенное уравнение (1) анализировали на значимость: коэффициент корреляции  $r = 0,72$ , его значимость  $t_r = 6,7$ .

Обобщенное уравнение корректировали по значимости частных функций [5] и использовали для расчета кривых изотермической кинетики (семейство кривых для пяти уровней изучаемых температур (рис. 1)).

Аппроксимация проведена по топокинетическому уравнению Ерофеева-Колмогорова для температур  $t_1, t_2, \dots, t_m$  по матрице планирования [3]:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{11} &= 1 - e^{-k_1 \tau^{n_1}} \\ \alpha_{12} &= 1 - e^{-k_2 \tau^{n_2}} \\ &\dots \\ \alpha_{1m} &= 1 - e^{-k_m \tau^{n_m}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $\alpha$  – степень декарбонизации, доли;  $k$  и  $n$  – кинетические параметры;  $\tau$  – продолжительность, мин.

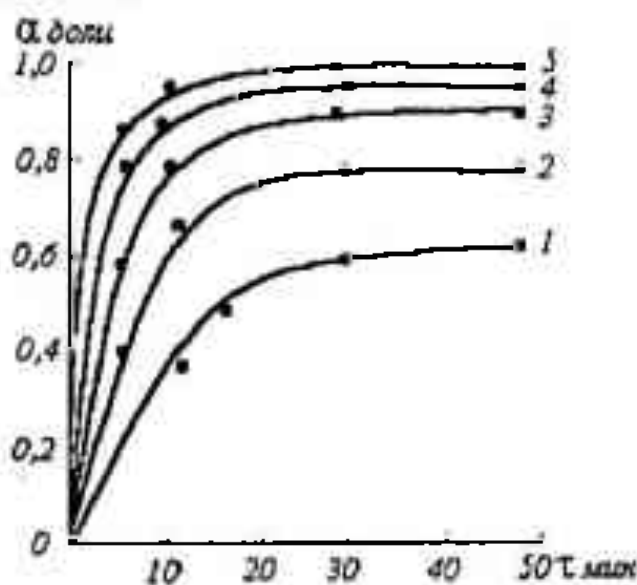


Рис. 1. Кинетические кривые декарбонизации при различных температурах. 1 – 800 °C; 2 – 875 °C; 3 – 950 °C; 4 – 1025 °C; 5 – 1100 °C.

Анализ кривых изотермической кинетики включает линеаризацию зависимостей (2) в координатах  $\ln[-\ln(1-\alpha)] - \ln \tau$ , дифференцирование для определения скорости процессов, получения зависимостей  $V = f(\alpha)$ ;  $V = f(\tau)$  с целью выявления механизма протекающих реакций, расчет кинетических параметров  $k_1, k_2, \dots, k_n$  и  $n_1, n_2, \dots, n_n$ , а также константы  $K$  для получения зависимости  $K = f\left(\frac{1}{T}\right)$ . В сложных гетерогенных твердофазных процессах наиболее приемлемо значение  $K$ , определяемого по формуле В.Г. Саковича

$$K = n \cdot R^n. \quad (3)$$

Уравнение (1) использовали для расчета кривых изотермической кинетики. Кинетические кривые твердофазного взаимодействия при по-

вышенных температурах описываются уравнением Ерофеева-Колмогорова (рис. 1):

$$\alpha_{800^{\circ}\text{C}} = 1 - e^{-0,445 \tau^{0,378}}, \quad (4)$$

$$\alpha_{875^{\circ}\text{C}} = 1 - e^{-0,494 \tau^{0,319}}, \quad (5)$$

$$\alpha_{950^{\circ}\text{C}} = 1 - e^{-0,506 \tau^{0,434}}, \quad (6)$$

$$\alpha_{1100^{\circ}\text{C}} = 1 - e^{-0,463 \tau^{0,500}}, \quad (7)$$

$$\alpha_{1125^{\circ}\text{C}} = 1 - e^{-0,468 \tau^{0,549}}, \quad (8)$$

где  $\alpha$  – степень декарбонизации, доли.

Выполнена линеаризация уравнений (4...8) в координатах  $\ln[-\ln(1-\alpha)]-\ln\tau$  (рис. 2), по которым видно, что в интервале температур 800...950 °С процесс протекает в переходной области, в то время как в интервале 1100...1125 °С наблюдается изменение механизма и протекание процесса в диффузионной области, как показали расчеты энергии активации.

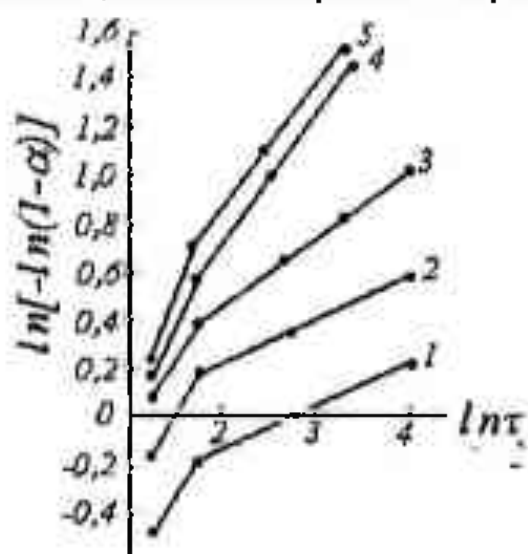


Рис. 2. Зависимость  $\ln[-\ln(1-\alpha)]-\ln\tau$  при различных температурах.

1 – 800 °С; 2 – 875 °С; 3 – 950 °С; 4 – 1025 °С; 5 – 1100 °С.

На рис. 2 видно, что при более низких температурах наблюдается два участка на графиках  $\ln[-\ln(1-\alpha)]-\ln\tau$ , причем угол наклона второго участка при более высокой температуре постепенно приближается к углу наклона первого участка (при более малой продолжительности) и при температурах 1100, 1125 °С происходит полная линеаризация зависимости. Это свидетельствует об изменении механизма процесса декарбонизации. Кинетический параметр несколько снизился, но это в пределах ошиб-

ки эксперимента (относительная ошибка 2,6 %). В изучаемом процессе декарбонизации фосфорита при 1100 и 1125 °С степень декарбонизации после 30 минут составляет 0,94...0,99.

Дифференцированием уравнений (4...8) по времени определили скорость декарбонизации окатышей фосфорита в процессе обжига в интервале температур 800...1125 °С, для значений  $\alpha$ , равных 0,1...0,9. Анализ полученных данных показал, что максимальная скорость при 800 °С достигается при  $\alpha = 0,5$ , остальные зависимости имеют максимум при  $\alpha = 0,5$ . Время достижения максимальной скорости составило при 800 °С – 5 мин., при 950...1125°С – 1...1,2 мин. Увеличение  $k$  и  $n$  приводит к увеличению максимальной скорости.

Значения  $k$  и  $n$  из уравнений (2) использовали для расчета константы скорости  $K$  по формуле (3). Исследования показали, что для определения энергии активации сложного твердофазного взаимодействия при обжиге фосфоритов наиболее приемлема константа, рассчитанная по этому методу (Табл.) [1, 3].

Таблица

Расчет  $K$  по формуле Саковича

$t, ^\circ\text{C}$	$n$	$1/n$	$R$	$K = n \cdot R^{1/n}$	$\ln K$	$10^{-4}(1/T)$
800	0,278	3,597	0,445	0,0151	-4,193	9,319
875	0,349	2,865	0,494	0,0463	-3,073	8,710
950	0,434	2,304	0,506	0,0903	-2,405	8,176
1100	0,590	1,695	0,463	0,160	-1,833	7,283
1125	0,549	1,821	0,468	0,138	-1,980	7,153

Зависимость  $\ln K = f\left(\frac{1}{T}\right)$  (Рис. 3) использовали для расчета

энергии активации, исходя из интегральной формы уравнения Аррениуса. В интервале температур 800...950 °С энергия активации составила 130,3 кДж/моль (31,13 ккал/моль), в диапазоне 950...1125, °С - 34,6 кДж/моль (8,26 ккал/моль).

Фосфорит имеет весьма сложный минералогический состав, включающий помимо фосфатного вещества, типа франколита, сопутствующие минералы – карбонаты, доломит, кальций, глинистые сланцы, слюды, гидрослюды (иллиты), халцедон, фосфато-кремнистые сланцы и т.д. При термохимической обработке подобной сложной смеси одновременно протекают весьма сложные и многообразные процессы дегидратации, декарбо-

низации, десульфуризации, силикатообразования и т.д. Поэтому невозможно говорить об определенном механизме. Нами получен интегральный эффект взаимодействия в сложной смеси – кажущаяся энергия активации процесса обжига. По-видимому, в интервале 800...950 °С декарбонизация фосфорита лимитируется диссоциацией вторичного кальцита, образующегося при разложении доломита. При температурах 1100...1125 °С лимитирующей стадией могут быть диффузные процессы.

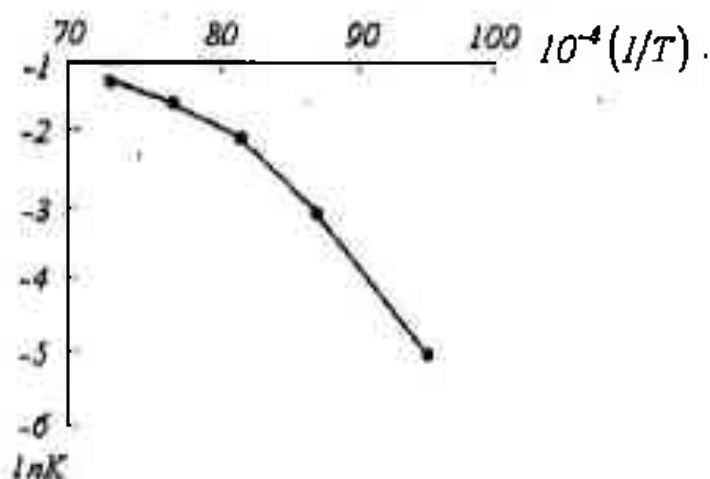


Рис. 3. Зависимость  $\ln K = f\left(\frac{1}{T}\right)$

Дополнительно проведены самостоятельные эксперименты по изотермической кинетике, которые подтвердили данные, полученные предлагаемым методом кинетического анализа математической модели (обобщенное уравнение) химико-технологического процесса (обжига окатышей фосфорита).

Исследования авторов [2] показали, что значения энергии активации декарбонизации кусковых фосфоритов находятся в пределах 115...230 кДж/моль. Так, для стадии преимущественного разложения доломита энергия активации составила  $E = 137...219$  кДж/моль. Для стадии разложения кальцита  $E = 141...158$  кДж/моль.

Сопоставительный анализ этих данных со значением энергии активации декарбонизирующего обжига гранулированного фосфорита показал, что при обжиге окатанного фосфорита энергия активации ниже. Это обусловлено тем, что измельчение фосфорита и окатывание способствует возрастанию удельной поверхности реагирующих частиц, более тесному контакту активных центров и интенсификации взаимодействия в твердофазной смеси.

Таким образом, определены кинетические параметры процесса декарбонизации окатышей фосфорита. Энергия активации при 800...950 °С со-

ставила 130,3 кДж/моль. Декарбонизация гранулированного фосфорита протекает в кинетической области и лимитируется диссоциацией вторичного кальцита. Энергия активации при 950...1125 °С составила 34,6 кДж/моль. Процесс протекает в диффузионной области. В процессе обжига в газах обнаружены взвешенные частицы,  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $KOH$ ,  $NaOH$ ,  $SiF_4$ ,  $H_2O$ . Нами рассмотрена кинетика декарбонизации как наиболее доминирующего процесса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырев В.В. Методы изучения кинетики термического разложения твердых веществ. – Томск, 1958. – 116 с.
2. Гропянов В.М., Овчинникова Т.Т., Соболева В.А., Качанова Е.А. Приближенный метод расчета кинетики декарбонизации фосфоритов в неизотермических условиях // Журнал прикладной химии. – 1997, № 8. – С. 1892-1893.
3. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. – М.: Высшая школа, 1976. – 374 с.
4. Казов М.Н., Саркулов Ж.Х., Казова Р.А. Исследование кинетики взаимодействия фосфида железа с содой в окислительной атмосфере. – Комплексное использование минерального сырья. – 1978, № 5. – С. 26-31.
5. Малышев В.П. Планирование химического и металлургического эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 216 с.
6. Voitkovsky Gu.B., Generalov O.N., Kazov M.N., Kazova R.A., Kreinin S.M., Sarkulov J.H. Messbayer investigations of kinetics of ferrumphosphor reaction with soda. – Physique, 1980, v.41, P. 299 - 300.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

#### ФОСФОРИТТИ КҮЙДІРГЕНДЕ АУАНЫ ЛАСТАЙТЫН ЗАТТАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУЫНЫҢ КИНЕТИКАСЫ

А.А. Нүркеев

*Фосфориттерді күйдіргенде зиянды заттардың түзілуінің кинетикасы анықталған. Күйдіру процестің моделін қолданып жана төсілмен бір неше зерттелген температурада (800 – 1100 °С) бір топ кинетикалық қисықтар алынған. Күйдіру процестің кинетикалық сааладан диффузиялық механизмге көшкені көрсетілген.*



УДК 558.567

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В СТРОЙИНДУСТРИИ**

З.Н. Алтаева

*В работе рассматривается организация экологического мониторинга на предприятиях стройиндустрии.*

В настоящее время Казахстан активно включается в процессы международного сотрудничества по вопросам охраны окружающей среды и рациональному использованию минеральных ресурсов.

Постановлением Правительства Республики Казахстан от 19.02.98 г. п. 119 об утверждении «Плана мероприятий по реализации Программы действий Правительства Республики Казахстан на 1998...2000 годы» предусмотрено: «Разработать единую информационную систему мониторинга окружающей среды и природных ресурсов». В связи с этим, создание системы экологического мониторинга в Казахстане является одним из приоритетных задач стратегического развития Казахстана [1].

Осуществлением экологического мониторинга в масштабах Республики занимаются: РГП «Казгидромет», общественные экологические движения и организации, городские СЭУ Агентства РК по делам здравоохранения, научные, проектные организации, институты.

Эти службы ведут свои наблюдения разобщено без скоординированной программы. Отсутствие единого банка данных экологической информации, единых методик и программ измерения экологических показателей окружающей среды и источников антропогенного воздействия на городской ландшафт, природоохранных мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов, а также финансирования, заинтересованности руководителей ведомств, чья деятельность непосредственно влияет на экологию страны, в особенности, крупных городов и центров, где сконцентрирована большая часть населения Республики, и есть объективные причины сложившейся ситуации в области экологического мониторинга.

В последние годы наблюдаются тенденции изменения состояния некоторых компонентов окружающей среды, ухудшающих здоровье населения городов, а также устойчивое развитие стройиндустрии и строитель-

ства в масштабах государства, требующие принятия решительных мер по расширению средств контроля окружающей среды.

В силу этого проведение экологического мониторинга на предприятиях стройиндустрии является велением времени.

### **Разработка концепции проведения экологического мониторинга в стройиндустрии**

Для осуществления экологического мониторинга окружающей среды необходимы:

- долгосрочные, среднесрочные и текущие программы мероприятий планирования и управления хозяйственной деятельностью с учетом экологической целесообразности;
- оперативное оповещение о неблагоприятных экологических явлениях и тенденциях при сносе, реставрации и ремонте жилых и общественных зданий, выработке неотложных мер по их ликвидации;
- лимитирование отчужденных земель для свалок городских строительных отходов;
- контроль за соблюдением природоохранных законодательств.

Основные задачи проведения мониторинга в стройиндустрии предусматривают:

- осуществление системных наблюдений за состоянием окружающей среды, источниками антропогенного воздействия на нее, санитарно-гигиенической обстановкой, рациональным использованием природных ресурсов;
- сбор данных о состоянии строительных отходов, пригодных для производства строительных материалов, о разработках технологий по производству эффективных материалов на их основе;
- анализ и оценку уровня загрязнения и тенденции изменения качества окружающей природной среды;
- оценку эффективности мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности;
- подготовку рекомендаций по нормализации, оздоровлению экологической ситуации городского ландшафта в крупных городах и центрах Казахстана.

Проведение экологического мониторинга стройиндустрии включает следующие функции:

- лабораторные анализы на определение ПДК окружающей среды и городских строительных отходов;

- наблюдение за качеством воздуха, воды и почвы городского массива, сохранение естественного фона обитания человека;
- ведение базы данных экологической информации;
- обработка, обобщение и анализ информации о фактическом состоянии окружающей среды при воздействии на нее отходов;
- проведение исследований при разработке передовых экологически безопасных технологий, обеспечение патентной информации;
- проведение проектно – конструкторских разработок технологических линий по переработке строительных отходов для производства экологически эффективных заполнителей (наполнителей) для производства строительных материалов;
- определение источников финансирования;
- обеспечение вышестоящих организаций, природопользователей и общественности информацией из области экологического мониторинга.

Подразделения, занимающиеся проведением мониторинга, должны интегрироваться, соответственно, в региональную, республиканскую, а по возможности в межгосударственную стран СНГ, международную и глобальную системы экологического мониторинга.

Такой подход и принцип работы способствует оздоровлению экологической ситуации не только в территориальном масштабе или региональном, но и в республиканском, межгосударственном, что может внести определенную лепту в улучшение окружающей среды на Земле.

Система экологического мониторинга должна своевременно выявлять ситуации, на которые требуется оперативное реагирование и предупреждение о категории экологического риска на объектах и участках территорий городов и городских населенных пунктов. Эта система должна основываться на опережающих, обобщенных оценках о степени нарушения экологии городского ландшафта, на физико–химических, экологических и санитарно – токсикологических нормативах качества окружающей среды и антропогенно – техногенных нагрузок (промышленных отходов, отходов стройиндустрии, бытовых отходов и т.д.).

Предприятия стройиндустрии должны вести учет и отчетность о воздействии хозяйственной деятельности на окружающую среду, в частности, на городской ландшафт. При этом должно проводиться постоянное наблюдение за источниками антропогенного воздействия путем регулярных количественных измерений определенных характерных показателей. Ответственность за создание и проведение мониторинга возлагается на

администрацию предприятия. Администрация предприятия объекта гарантирует представление данных производственного мониторинга и отчетность о воздействии на окружающую среду в вышестоящие инстанции.

Программа проводимого на предприятии мониторинга обязательно должна быть утверждена руководством предприятия и согласована с представителями государственных органов по охране окружающей среды.

В подразделениях отрасли должны быть аналитические группы для анализа экологической обстановки и экспертные советы для принятия объективных решений по результатам анализа и выработки на их основе определенных рекомендаций для снижения остроты проблемы.

На базе научно – исследовательских лабораторий или учреждений в области строительных материалов должен формироваться научно – исследовательский отдел.

Информация мониторинга окружающей среды строительной отрасли включает данные о фоновом состоянии, загрязнении, оздоровлении окружающей среды, использовании некондиционных природных материалов и городских строительных отходов, источниках финансирования и расходования средств на мероприятия по мониторингу окружающей среды и использованию отходов строительных материалов, воздействию на городской ландшафт, полученный в процессе экологических научно – исследовательских работ.

Подразделения отрасли обеспечение информацией об экологической обстановке должны осуществлять за счет средств предприятий, выделяемых на производственный мониторинг окружающей среды.

Подсистемы мониторинга отрасли должны обеспечивать необходимой информацией государственные органы управления безвозмездно и одновременно являться источником информации для подсистемы высокого уровня.

При выборе методов и средств контроля необходимо исходить из требований высокой достоверности получаемых оценок, оперативности и экономичности. На начальном этапе следует опираться на использовании существующих возможностей аналитических лабораторий, предприятий, научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений.

При организации системы лучше всего использовать модульный принцип. Основными модулями являются:

- мобильная станция контроля и анализа загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы на базе спецавтомобиля;

- программно – технический комплекс с аппаратурой сетевой связи для управления системой сбора, обработки и представления экологической информации.

Представляющаяся общественности экологическая информация имеет экономический, правовой и социальный статус, вследствие чего к ней представляются метрологические требования. Поэтому измерительное оборудование, используемое для проведения исследований, анализов, должно в обязательном порядке пройти аттестацию соответствия требованиям ГОСТов.

Основными факторами, подвергающихся контролю для обеспечения экологической безопасности (с учетом социального, экологического и экономического ущербов) являются:

- загрязнение атмосферы твердыми пылевыми выбросами;
- сведения о выбросах пыли, задымлении и др.;
- загрязнение водоемов и почвы отходами строительной промышленности и стройиндустрии;
- загрязнение подземных вод.

Объекты мониторинга:

1. Природные среды и комплексы:
  - атмосферный воздух;
  - гидросфера: водоемы на поверхности суши;
  - литосфера: городской ландшафт, подземные воды и т. д.;
  - почвы и земной покров, земельные ресурсы;
  - биота и ее ареалы, ресурсы животного и растительного мира.
2. Источники антропогенного воздействия:
  - промышленные выбросы, отходы производства, приводящие к поступлению в окружающую среду экологически вредных веществ;
  - экологически вредные вещества, приводящие к изменению городской ландшафт.
3. Факторы воздействия на среду обитания:
  - атмосферное пылевидное загрязнение;
  - водное и почвенное загрязнение стоками бытовых и промышленных отходов свалки;
  - радиационное загрязнение;
  - химическое загрязнение.
4. Статистические характеристики состояния здоровья населения:
  - воздействие факторов среды обитания на здоровье населения:

- 1) продолжительность жизни;
  - 2) общая и детская смертность;
  - 3) ареалы распространения профессиональных и хронических заболеваний;
  - 4) эпидемические вспышки и т. д.
- социологический мониторинг.

Формирование такой системы в одной взятой отрасли (строительной) в масштабах Республики задача сложная, которая потребует проведения определенных организационных, методических, законодательных мероприятий.

В связи с этим, первоочередными задачами будут являться:

- необходимость разработки программы создания и проекта структуры системы;
- необходимость разработки нормативной и технической документации, определяющей функции системы и ее структуры;
- необходимость определения перечня контролируемых показателей и оценки экологического состояния природной среды, совершенствование методов и средств анализа;
- ранжирование объектов загрязнения и факторов воздействия на окружающую среду.

Экологический мониторинг в строительной индустрии целесообразно проводить в следующей последовательности:

1. Разработка технического задания с основными положениями экологического мониторинга в целях создания научно-обоснованной методической базы.
2. Определение юридического статуса создаваемой системы, ее основных частей и структурных элементов; определение ответственности юридических и физических лиц. Определение прав и обязанностей участников мониторинга с закреплением уровней их ответственности за его реализацию, совершенствование и развитие. Определение юридического статуса основных программ экологического мониторинга, порядок их разработки, рассмотрения и принятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан. 1997. - № 2667 – 10 с.
2. Как организовать общественный экологический мониторинг. Руководство для общественных организаций. Методический центр – Эколайн., М., 1998. – 50 с.

Центральная лаборатория сертификационных испытаний строительных материалов

## **ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГ ҚҰРЫЛЫС ИНДУСТРИЯДА**

**З.Н. Алтаева**

*Жұмыста құрылыс индустрияның кәсіпорындарында экологиялық мониторингтің ұйымдастыруы көрсетілді.*

УДК 551.510.42

## О СОСТОЯНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 4 КВАРТАЛЕ 2002 Г.

Канд. геогр. наук

М.Ж. Бурлибаев

Канд. геол. - мин. наук

Е.Ж. Муртазин

*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 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 (табл. 1.1). Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>5</sub>), который рассчитывается по пяти веществам, с наибольшими нормированными ПДК и учетом их класса опасности.

В 4 квартале 2002 г. наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха проводились в 19 городах республики: Актау, Актобе, Алматы, Астана, Атырау, Балхаш, Жезказган, Костанай, Риддер, Караганда, Павлодар, Петропавловск, Семипалатинск, Тараз, Темиртау, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент, Экибастуз и пос. Глубокое (Табл. 1.2).

Наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха отмечен в г. Усть-Каменогорске (ИЗА 15,4).



В течение квартала зарегистрирован 1 случай высокого загрязнения атмосферного воздуха – в г. Балхаше содержание диоксида серы в октябре превышало допустимую норму в 20 раз.

Таблица 1.1

Предельно-допустимые концентрации (мг/м<sup>3</sup>) отдельных примесей в воздухе населенных мест\*

Примесь	ПДК		Класс опасности
	максимально разовое	среднесуточное	
Оксид углерода (CO)	5	3	4
Оксид азота (NO)	0,4	0,06	3
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	0,085	0,04	2
Пыль (взвешенные вещества)	0,5	0,15	3
Фенол	0,01	0,003	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Свинец (Pb)	0,001	0,0003	1
Аммиак (NH <sub>3</sub> )	0,2	0,04	4
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	0,5	0,05	3
Сероводород (H <sub>2</sub> S)	0,008	-	2
Хлор (Cl)	0,1	0,03	2
Фтористый водород (HF)	0,02	0,005	2
Озон (O <sub>3</sub> )	0,16	0,03	1
Хлористый водород (HCl)	0,2	0,1	2
Хром (VI) (Cr <sup>6+</sup> )	-	0,0015	1

Таблица 1.2

Загрязнение воздушного бассейна городов Казахстана в 4 квартале 2002 г.

Пункт	ИЗА <sub>5</sub>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, %
			мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	
Актау	5,0	Пыль	0,4	2,7	1,0	2,0	25
		NO <sub>2</sub>	0,04	1,0	0,13	1,5	2
Актобе	10,1	NO <sub>2</sub>	0,05	1,3	0,11	1,3	3
		Формальдегид	0,014	4,7	0,021		
Алматы	11,7	Пыль	0,2	1,3	1,0	2,0	3
		CO	3	1,0	27	5,4	14
		NO <sub>2</sub>	0,07	1,9	0,45	5,3	31
		Формальдегид	0,013	4,3	0,053	1,5	0,7
Астана	2,9	Пыль	0,2	1,3	2,3	4,6	9

\* РК 3.02.036.99. (ГН 2.1.6.698-98). Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. – 201 с.

Продолжение табл.

Пункт	ИЗА <sub>5</sub>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, %
			мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	
Атырау	1,8	<i>NO<sub>2</sub></i>	0,04	1,0	0,23	2,7	13
		<i>HF</i>	0,002		0,052	2,6	2
		<i>Пыль</i>	0,2	1,3	0,7	1,4	1,1
Балхаш	2,3	<i>Пыль</i>	0,1		0,8	1,6	0,2
		<i>SO<sub>2</sub></i>	0,065	1,3	10,200	20,4	2
пос. Глубокое	10,0	<i>SO<sub>2</sub></i>	0,100	2,0	0,324		
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,09	2,3	0,26	3,1	49
		<i>Фенол</i>	0,005	1,7	0,047	4,7	11
Жезказган	7,1	<i>Формальдегид</i>	0,007	2,3	0,015		
		<i>Пыль</i>	0,4	2,7	1,2	2,4	22
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,03		0,09	1,1	0,2
Караганда	5,8	<i>Фенол</i>	0,007	2,3	0,019	1,9	19
		<i>Пыль</i>	0,1		0,6	1,2	1
		<i>CO</i>	1		11	2,2	0,6
Костанай	3,6	<i>NO<sub>2</sub></i>	0,05	1,3	0,34	4,0	12
		<i>Фенол</i>	0,003	1,0	0,019	1,9	1
		<i>Формальдегид</i>	0,006	2,0	0,045	1,3	0,4
Павлодар	1,3	<i>CO</i>	2		8	1,6	0,7
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,06	1,5	0,14	1,6	14
		<i>Пыль</i>	0,1		0,7	1,4	0,4
Петропавловск	3,5	<i>NO<sub>2</sub></i>	0,01		0,09	1,1	0,2
		<i>Фенол</i>	0,001		0,012	1,2	0,2
		<i>HCl</i>	0,04		0,36	1,8	0,4
Риддер	7,7	<i>Формальдегид</i>	0,003	1,0	0,011	0,3	
		<i>SO<sub>2</sub></i>	0,079	1,6	0,278	0,6	
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,07	1,8	0,24	2,8	22
Семипалатинск	2,8	<i>Фенол</i>	0,007	2,3	0,012	1,2	2
		<i>Формальдегид</i>	0,003	1,0	0,010		
		<i>Пыль</i>	0,3	2,0	0,7	1,4	6
Тараз	6,7	<i>Пыль</i>	0,1		0,6	1,2	0,1
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,06	1,5	0,22	2,6	18
		<i>Формальдегид</i>	0,007	2,3	0,056	1,6	0,3
Темиртау	7,9	<i>Пыль</i>	0,2	1,3	0,9	1,8	3
		<i>Фенол</i>	0,010	3,3	0,035	3,5	32
Уральск	0,8	<i>NO<sub>2</sub></i>	0,03		0,10	1,2	2
Усть-Каменогорск	15,4	<i>Пыль</i>	0,3	2,0	2,4	4,8	18
		<i>SO<sub>2</sub></i>	0,115	2,3	1,920	3,8	1
		<i>CO</i>	2	0,7	14	2,8	4
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,12	3,0	0,41	4,8	56

Окончание табл.

Пункт	ИЗА <sub>5</sub>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, %
			мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	
Шымкент	11,6	Фенол	0,008	2,7	0,049	4,9	20
		Формальдегид	0,007	2,3	0,019		
		Пыль	0,4	2,7	1,2	2,4	
		СО	4	1,3	11	2,2	
		NO <sub>2</sub>	0,05	1,3	0,29	3,4	
		H <sub>2</sub> S	0,002		0,012	1,5	
Экибастуз	1,9	Формальдегид	0,011	3,7	0,047	1,3	0,5
		Пыль	0,1		0,5	1,0	
		СО	1	0,5	9	1,8	

Примечание: Р – повторяемость концентраций примесей выше ПДК.

Средние концентрации пыли в городах Актау, Жезказгане и Шымкенте составили 2,7 ПДК; в Алматы, Астане, Атырау, Семипалатинске, Темиртау, Усть-Каменогорске – 1...2 ПДК. В г. Астане и г. Усть-Каменогорске наблюдалась максимальная из разовых концентраций пыли выше 4 ПДК, в г. Актау, г. Алматы, г. Жезказгане и г. Шымкенте - выше 2 ПДК, в городах Атырау, Балхаш, Караганда, Павлодар, Семипалатинск, Темиртау, Шымкент и Экибастуз – 1...2 ПДК.

Средние за квартал концентрации диоксида серы в г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое превышали 2 ПДК, в г. Риддере и г. Балхаше – 1 ПДК. В г. Балхаше зарегистрирована максимальная из разовых концентраций диоксида серы выше 20 ПДК, в г. Усть-Каменогорске - около 4 ПДК.

Средний уровень загрязнения воздуха оксидом углерода превышал 1 ПДК только в г. Алматы и г. Шымкенте. В г. Алматы зарегистрирована максимальная из разовых концентраций оксида углерода выше 5 ПДК, в г. Караганде, г. Усть-Каменогорске и г. Шымкенте - выше 2 ПДК, в г. Костанайе и г. Экибастузе - выше 1 ПДК.

Средняя концентрация диоксида азота в г. Усть-Каменогорске составила 3 ПДК, в городах Актау, Актобе, Алматы, Астана, Караганда, Костанай, Риддер, Тараз, Шымкент и пос. Глубокое – 1...2 ПДК. В г. Алматы наблюдалась максимальная из разовых концентраций диоксида азота превышающая 5 ПДК, в г. Караганде и г. Усть-Каменогорске - 4 ПДК, в пос. Глубокое и г. Шымкенте - 3 ПДК, в г. Астане, г. Риддере, г. Таразе - 2 ПДК, в городах Актау, Актобе, Жезказган, Костанай, Павлодар, Уральск - 1 ПДК.

Повышенное содержание формальдегида, более 4 ПДК, отмечено в г. Актобе и г. Алматы. Средняя концентрация формальдегида в г. Шымкенте превышала 3 ПДК, в городах Караганда, Тараз, Усть-Каменогорск и Шымкент - 2 ПДК, в г. Петропавловске и г. Риддере - 1 ПДК. В г. Алматы, г. Караганде и г. Шымкенте наблюдались максимальные из разовых концентраций формальдегида выше 1 ПДК.

Уровень загрязнения воздуха фенолом в г. Темиртау превышал 3 ПДК, в г. Жезказгане, г. Риддере и г. Усть-Каменогорске - 2 ПДК, в г. Караганде и пос. Глубокое - 1 ПДК. В г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое зарегистрированы максимальные из разовых концентраций фенола около 5 ПДК, в г. Темиртау - более 3 ПДК, г. Жезказгане, г. Караганде, г. Павлодаре и г. Риддере - 1...2 ПДК.

Максимальная из разовых концентраций фтористого водорода в г. Астане превышала 2 ПДК, хлористого водорода в г. Павлодаре и сероводорода в г. Шымкенте - 1 ПДК.

В сравнении с 4 кварталом 2001 года в городах Актау, Атырау, Балхаш, Жезказган, Костанай, Семипалатинск, Темиртау, Уральск, Экибастуз уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в г. Актобе, г. Астане, г. Караганде, г. Усть-Каменогорске и г. Шымкенте - возрос, в городах Алматы, Павлодар, Петропавловск, Риддер, Тараз и пос. Глубокое - снизился (табл. 1.3, рис. 1.1).

По сравнению с 4 кварталом 2000 г. состояние загрязнения атмосферного воздуха в городах Актобе, Астана, Атырау, Тараз, Темиртау Усть-Каменогорск и Экибастуз существенно не изменилось. В городах Балхаш Жезказган, Павлодар, Петропавловск, Риддер и Семипалатинск отмечено снижение уровня загрязнения воздуха, в г. Актау, г. Алматы, г. Костанай и г. Шымкенте - увеличение (табл. 1.3, рис. 1.1).

Таблица 1.3

Приоритетный список городов Казахстана по уровню загрязнения атмосферного воздуха (4 квартал)

Город	ИЗА <sub>5</sub>			Отрасли промышленности, оказывающие влияние на загрязнение воздуха
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	
Усть-Каменогорск	16,1	14,3	15,4	цветная металлургия, энергетика
Алматы	10,2	14,7	11,7	энергетика, автотранспорт
Шымкент	9,9	10,1	11,6	цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая

Окончание табл.

Город	ИЗА <sub>5</sub>			Отрасли промышленности, оказывающие влияние на загрязнение воздуха
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	
Актобе	9,9	8,3	10,1	черная металлургия, химическая
пос. Глубокое	12,3	11,0	10,0	цветная металлургия
Темиртау	7,5	7,7	7,9	черная металлургия, химическая
Риддер	9,6	10,1	7,7	цветная металлургия, энергетика
Жезказган	7,0	6,9	7,1	цветная металлургия, энергетика
Тараз	7,0	8,0	6,7	химическая
Караганда	4,8	4,5	5,8	энергетика, угледобывающая, автотранспорт
Актау	3,8	4,7	5,0	химическая
Костанай	2,6	3,7	3,6	энергетика
Петропавловск	5,7	4,7	3,5	энергетика, приборостроение
Астана	2,8	1,4	2,9	энергетика, автотранспорт
Семипалатинск	4,1	3,4	2,8	энергетика, строительных материалов
Балхаш	4,2	2,3	2,3	цветная металлургия, энергетика
Экибастуз	1,6	1,4	1,9	энергетика, угледобывающая
Атырау	2,4	1,2	1,8	нефтеперерабатывающая
Павлодар	2,0	2,1	1,3	нефтеперерабатывающая, энергетика
Уральск	1,1	1,0	0,8	энергетика
Средний ИЗА <sub>5</sub>	6,23	6,08	6,00	

## 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 рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования (табл. 2.1).

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод (Табл. 2.2).

По результатам наблюдений, выполненных подразделениями Казгидромета в 4 квартале 2002 года, отмечается следующее (Табл. 2.3).

В бассейне Иртыша максимально загрязнены реки Тихая (ИЗВ 5,69, 5 класс, «грязная») и Красноярка (ИЗВ 7,11, 6 класс «очень грязная»), при превышении ПДК по меди - (до 7 ПДК), цинку (до 37,3 ПДК) и нефтепродуктам (1,5 ПДК).

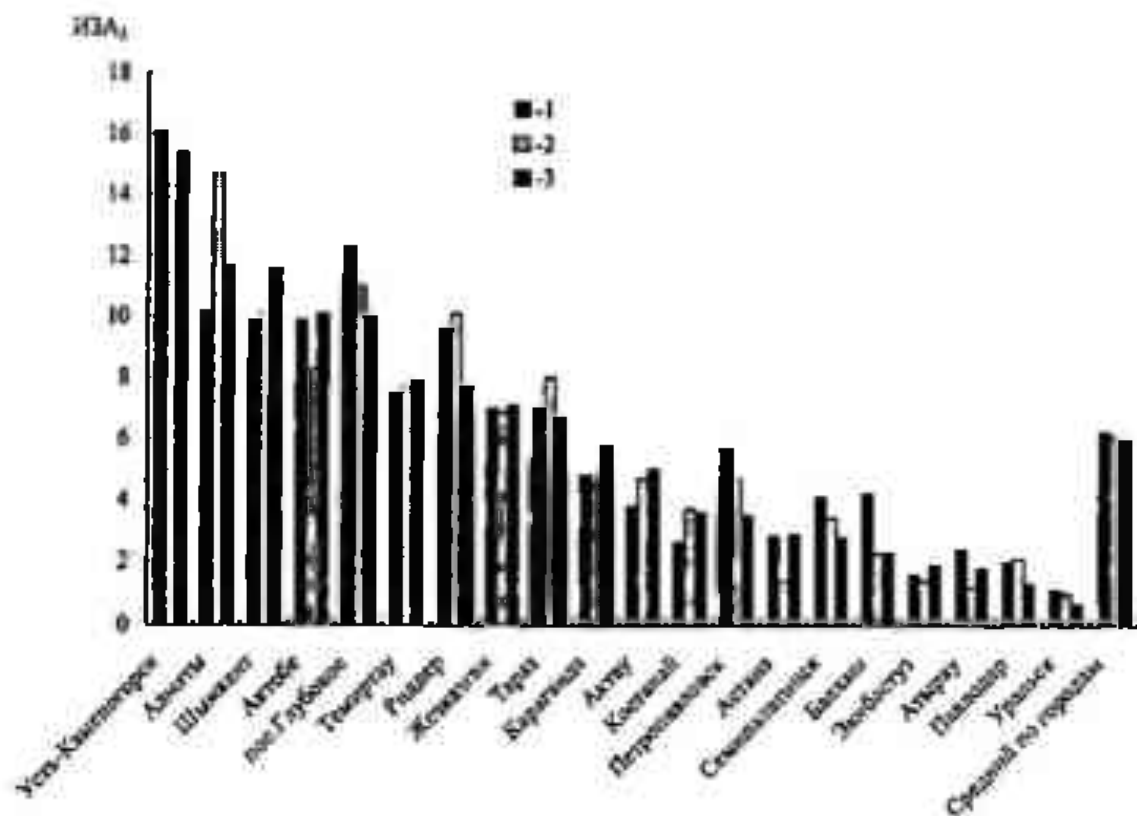


Рис. 1.1. Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) в 4 квартале.  
1 – 2000 г., 2 – 2001 г., 3 – 2002 г.

Реки Брекса, Ульба и Глубочанка характеризуются как «загрязненные» (4 класс, соответственно ИЗВ 3,75-3,98), при содержании меди – (4...7 ПДК), цинка – (12,3...14,2 ПДК) и нефтепродуктов (до 1,6 ПДК).

Состояние загрязненности поверхностных вод в р.р. Бухтарма и Уба соответствует 3 классу качества, «умеренно загрязненные» (ИЗВ 1,20...1,28). Превышения ПДК отмечались по меди (до 3,5 ПДК), цинку (до 1,7 ПДК – р. Бухтарма) и нефтепродуктам (до 1,3 ПДК).

На участке г. Усть-Каменогорск - г. Семипалатинск - Павлодар индекс загрязненности воды реки Иртыш составляет 1,19 и 1,10, что соответствует 3-му классу - «умеренно загрязненные», при содержании в воде меди до 2,4 ПДК и нефтепродуктов (1,2 ПДК).

Реки Урал, Чаган и Деркул (Западно-Казахстанская область) отнесены к 2 классу – «чистые» (ИЗВ – 0,64...0,98). Выявлено превышение ПДК по фенолам до 2 ПДК.

Таблица 2.1

ПДК веществ, загрязняющих поверхностные воды, мг/дм<sup>3</sup>

Вещество	ПДК для водоемов рыбохозяйственного водопользования	ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования	Класс опасности
Хром (3+)	0,005	0,5	3
Хром (6+)	0,02	0,05	3
Железо (общ.)	0,1	0,3	3
Цинк (2+)	0,01	1,0	3
Свинец	0,1	0,03	2
Ртуть	0,0001	0,0005	1
Кадмий	0,005	0,001	2
Мышьяк	0,05	0,05	2
Бор (3+)	0,017	0,5	2
Медь (2+)	0,001	1,0 (суммарно)	3
	(к природному естественному фону)		
БПК <sub>5</sub>	3 мг O <sub>2</sub> /л	3 мг O <sub>2</sub> /л	
Фенолы	0,001	0,001	4
Нефтепродукты	0,05	0,1	4
Фториды	0,05 (не выше суммарного содержания 0,75)	1,5	2
Нитриты	0,08 (0,02 по N)	3,0	2
Нитраты	40,0 (9,1 по N)	45,0	3
Аммоний хлорид	0,5		

Река Илек в Актобинской области относится к «очень грязным» водным источникам. Содержание бора составляет – 36,6 ПДК и шестивалентного хрома – 16,5 ПДК. Среднее значение ИЗВ- 7,18, по качеству вода реки 6-го класса, «очень грязная».

Критерии качества поверхностных вод по величине ИЗВ

Класс качества	Характеристика качества воды	ИЗВ
1	Очень чистая	$\leq 0,3$
2	Чистая	0,3...1,0
3	Умеренно загрязненная	1,0...2,5
4	Загрязненная	2,5...4
5	Грязная	4...6
6	Очень грязная	6...10
7	Чрезвычайно грязная	$> 10$

Река **Тобол** (Костанайская область) по качеству воды относится к 2-му классу «чистая», ИЗВ 0,45. Превышений ПДК по отдельным ингредиентам не отмечалось.

Река **Ишим** и вдхр. **Сергеевское** (Северо-Казахстанская область) характеризуются как «чистые» - 2 класс, ИЗВ 0,63...0,77. Содержание загрязняющих веществ превышают концентрации по железу общ. (до 2 ПДК).

Река **Ишим** и вдхр. **Вячеславское** (Акмолинская область), р. **Ак-Булак** (г. Астана) по качеству воды относятся к 2-му классу «чистые», (ИЗВ – 0,50...0,69). Отмечены превышения ПДК в р. Ишим по сульфатам (1,5 ПДК).

Реки **Нура**, **Сары-Булак** и **Жабай** (Акмолинская область) характеризуется по качеству воды как «умеренно загрязненные» (3 класс, ИЗВ – 1,28...1,56) при повышенном содержании БПК<sub>5</sub> (р. Сары-Булак – 1,9 ПДК), сульфатов (1,9...3,2 ПДК), азоту нитритному (до 3,6 ПДК) и нефтепродуктам (р. Сары-Булак – 2,2 ПДК).

Качество воды р. **Нура** (Карагандинская обл.) относится к 3-му классу «умеренно загрязненная», ИЗВ 2,36, при содержании загрязняющих веществ по меди (3 ПДК), фенолам (2 ПДК) и нефтепродуктам (2,7 ПДК). Качество воды **Самаркандского** вдхр. отнесено к 4 классу – «загрязненное» (ИЗВ 2,76), при превышении ПДК по меди (7 ПДК), цинку (3,7 ПДК) и нефтепродуктам (2,8 ПДК).

Река **Кара-Кенгир** (ИЗВ 5,14) и вдхр. **Кенгирское** (ИЗВ 8,6) (Карагандинская область) относятся к 5 и 6 классам, «грязная» и «очень грязное», при превышении ПДК по азоту нитритному (17,9 ПДК – р. Кара-Кенгир), меди (до 4 ПДК), азоту аммонийному и фенолам (до 2,9 ПДК) и нефтепродуктам (до 43,8 ПДК).



Таблица 2.3

Состояние качества поверхностных вод Казахстана по гидрохимическим показателям в 3...4 квартале 2002 года

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв.	4 кв.				
Иртыш (Восточно-Казахстанская)	0,96	1,19	Медь	0,0024	2,4	3 кл., умеренно загрязненная
			Нефтепродукты	0,06	1,2	
Иртыш (Павлодарская)	0,89	1,10	Медь	0,0024	2,4	3 кл., умеренно загрязненная
			Нефтепродукты	0,063	1,2	
Буктарма (Восточно-Казахстанская)	1,02	1,20	Медь	0,003	3,0	3 кл., умеренно загрязненная
			Цинк	0,017	1,7	
			Нефтепродукты	0,065	1,3	
Брекса (Восточно-Казахстанская)	3,29	3,98	Медь	0,006	6,0	4 кл., загрязненная
			Цинк	0,142	14,2	
			Нефтепродукты	0,065	1,3	
Тихая (Восточно-Казахстанская)	5,00	5,69	Медь	0,007	7,0	5 кл., грязная
			Цинк	0,233	23,3	
			Нефтепродукты	0,074	1,5	
Ульба (Восточно-Казахстанская)	2,99	3,79	Медь	0,007	7,0	4 кл., загрязненная
			Цинк	0,123	12,3	
			Нефтепродукты	0,066	1,3	
Глубочанка (Восточно-Казахстанская)	3,94	3,75	Медь	0,004	4,0	4 кл., загрязненная
			Цинк	0,13	13,0	
			Нефтепродукты	0,078	1,6	

Продолжение табл.

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв.	4 кв.				
Красноярка (Восточно-Казахстанская)	2,50	7,11	Медь	0,003	3,0	6 кл., очень грязная
			Цинк	0,373	37,3	
			Нефтепродукты	0,064	1,3	
Уба (Восточно-Казахстанская)	0,80	1,28	Медь	0,0035	3,5	3 кл., умеренно загрязненная
			Нефтепродукты	0,062	1,2	
Урал (Западно-Казахстанская)	0,60	0,64	Фенолы	0,0018	1,8	2 кл., чистая
Чаган (Западно-Казахстанская)	0,53	0,74	Фенолы	0,0018	1,8	2 кл., чистая
Деркул (Западно-Казахстанская)	0,59	0,98	Фенолы	0,002	2,0	2 кл., чистая
Илек (Актюбинская)	5,31	7,18	Бор	0,62	36,6	6 кл., очень грязная
			Хром (6+)	0,330	16,5	
Тобол (Костанайская)	0,43	0,45				2 кл., чистая
Ишим (Северо-Казахстанская)	0,81	0,77	Железо общее	0,20	2,0	2 кл., чистая
вдхр. Сергеевское (Северо-Казахстанская)	0,71	0,63	Железо общее	0,15	1,5	2 кл., чистая
Ишим (Акмолинская)	0,77	0,69	Сульфаты	150	1,5	2 кл., чистая
вдхр. Вячеславское (Акмолинская)	0,62	0,50				2 кл., чистая
Ак-Булак (г. Астана)	0,62	0,53				2 кл., чистая
Сары-Булак (г. Астана)	1,54	1,33	БПК <sub>5</sub>	3,57	1,9	3 кл., умеренно загрязненная
			Сульфаты	198	1,9	
			Нефтепродукты	0,11	2,2	
Жабай (Акмолинская)	0,91	1,28	Азот нитритный	0,061	3,1	3 кл., умеренно загрязненная
			Сульфаты	139	1,4	
Нура (Акмолинская)	1,18	1,56	Азот нитритный	0,07	3,6	3 кл., умеренно загрязненная
			Сульфаты	318	3,2	

Продолжение табл.

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв.	4 кв.				
Нура (Карагандинская)	1,98	2,36	Медь	0,003	3,0	3 кл., умеренно загрязненная
			Фенолы	0,002	2,0	
			Нефтепродукты	0,13	2,7	
вдхр.Самаркандское (Карагандинская)	2,23	2,76	Медь	0,007	7,0	4 кл., загрязненная
			Цинк	0,037	3,7	
			Нефтепродукты	0,14	2,8	
Кара-Кенгир (Карагандинская)	5,18	5,14	Азот аммонийный	1,12	2,9	5 кл., грязная
			Азот нитритный	0,35	17,9	
			Медь	0,004	4,0	
			Нефтепродукты	0,76	15,1	
вдхр.Кенгирское (Карагандинская)	4,87	8,60	Медь	0,0024	2,4	6 кл., очень грязная
			Фенолы	0,002	2,0	
			Нефтепродукты	2,19	43,8	
оз. Балхаш (Карагандинская)	3,72	3,16	Медь	0,013	13,0	4 кл., загрязненная
			Цинк	0,017	1,7	
			Фенолы	0,002	2,0	
Или (Алматинская)	2,29	1,95	Медь	0,006	6,0	3 кл., умеренно загрязненная
			Цинк	0,019	1,9	
			Железо	0,27	2,7	
Шарын (Алматинская)	2,09	1,51	Медь	0,006	6,0	3 кл., умеренно загрязненная
Шилик (Алматинская)	2,03	1,22	Медь	0,002	2,0	3 кл., умеренно загрязненная
			Фенолы	0,002	2,0	

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв.	4 кв.				
Тургень (Алматинская)	0,98	1,84	Медь	0,005	5,0	3 кл., умеренно
			Цинк	0,022	2,2	загрязненная
вдхр. Катшагайское (Алматинская)	-	1,33	Медь	0,0035	3,5	3 кл., умеренно
			Железо	0,15	1,5	загрязненная
Малая Алматинка (г. Алматы)	1,18	1,94	Медь	0,006	6,0	3 кл., умеренно
			Нефтепродукты	0,11	2,2	загрязненная
Есентай (г. Алматы)	1,25	1,28	Медь	0,002	2,0	3 кл., умеренно
			Нефтепродукты	0,11	2,2	загрязненная
Большая Алматинка (г. Алматы)	1,41	1,61	Медь	0,002	2,0	3 кл., умеренно
			Железо	0,26	2,6	загрязненная
			Нефтепродукты	0,15	3,0	
оз. Большое Алматинское	0,83	0,62				2 кл., чистая
Талас (Жамбылская)	0,56	0,50				2 кл., чистая
Шу (Жамбылская)	1,08	1,06	БПК <sub>5</sub>	3,46	1,7	3 кл., умеренно
			Азот нитритный	0,033	1,6	загрязненная
Асса (Жамбылская)	0,70	0,62				2 кл., чистая
Сырдарья (Южно-Казахстанская)	2,47	2,43	Азот нитритный	0,035	1,8	3 кл., умеренно
			Медь	0,005	5,0	загрязненная
			Сульфаты	577	5,8	

Поверхностные воды оз. Балхаш характеризуются как «загрязненные» – 4 класс, ИЗВ 3,16. Содержание загрязняющих веществ составило по меди (13 ПДК), цинку (1,7 ПДК) и фенолам (2 ПДК).

Качество воды р. Или, Шарын, Шилик, Тургень и вдхр. Капшагайское (Алматинская область) соответствует 3 классу, «умеренно загрязненные» (ИЗВ 1,22...1,95) при превышении ПДК по меди (2...6 ПДК), цинку (до 2,2 ПДК), железу (до 2,7 ПДК) и фенолам (2 ПДК – р.Шилик).

Содержания загрязняющих веществ в оз. Большое Алматинское не превышали ПДК, при значении ИЗВ 0,62 – 2 класс, «чистое».

Качество воды рек Малая и Большая Алматинки, Есентай (г. Алматы) соответствует 3 классу, «умеренно загрязненные» (ИЗВ 1,28...1,94), при повышенном содержании меди (2...6 ПДК), нефтепродуктов (до 3,0 ПДК) и железа (2,6 ПДК - р. Б. Алматинка).

В соответствии с ИЗВ реки Талас и Асса (Жамбылская область) определены как «чистые» (ИЗВ 0,50 и 0,62). Превышения ПДК по отдельным компонентам в этих реках не выявлены.

Индекс загрязненности воды р. Шу (Жамбылская область) составил 1,06 (3 класс, «умеренно загрязненная»), при содержании БПК<sub>5</sub> (1,7 ПДК) и азота нитритного (1,6 ПДК).

Загрязненность р. Сырдарья (Южно-Казахстанская область) определяется значением ИЗВ – 2,43 (3 класс, «умеренно загрязненная»), при содержании азота нитритного (1,8 ПДК), меди (5 ПДК) и сульфатов (5,8 ПДК).

По сравнению с 3 кварталом 2002 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (Рис. 2.1).

По рекам Восточного Казахстана качество воды не изменилась в реках Бухтарма, Брекса, Тихая, Ульба и Глубочанка, некоторое снижение качества воды выявлено для рек Иртыш, Красноярка и Уба.

В Западном Казахстане качество воды в реках Урал, Чаган и Деркул не изменилось, для р. Илек отмечено снижение качества на один класс.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды ухудшилось на один класс для р. Жабай (Акмолинская область), Самаркандского и Кенгирского вдхр. (Карагандинская область), и практически не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено изменение состояния воды в реке Тургень, для остальных наблюдаемых водных объектов качество воды осталось на прежнем уровне.

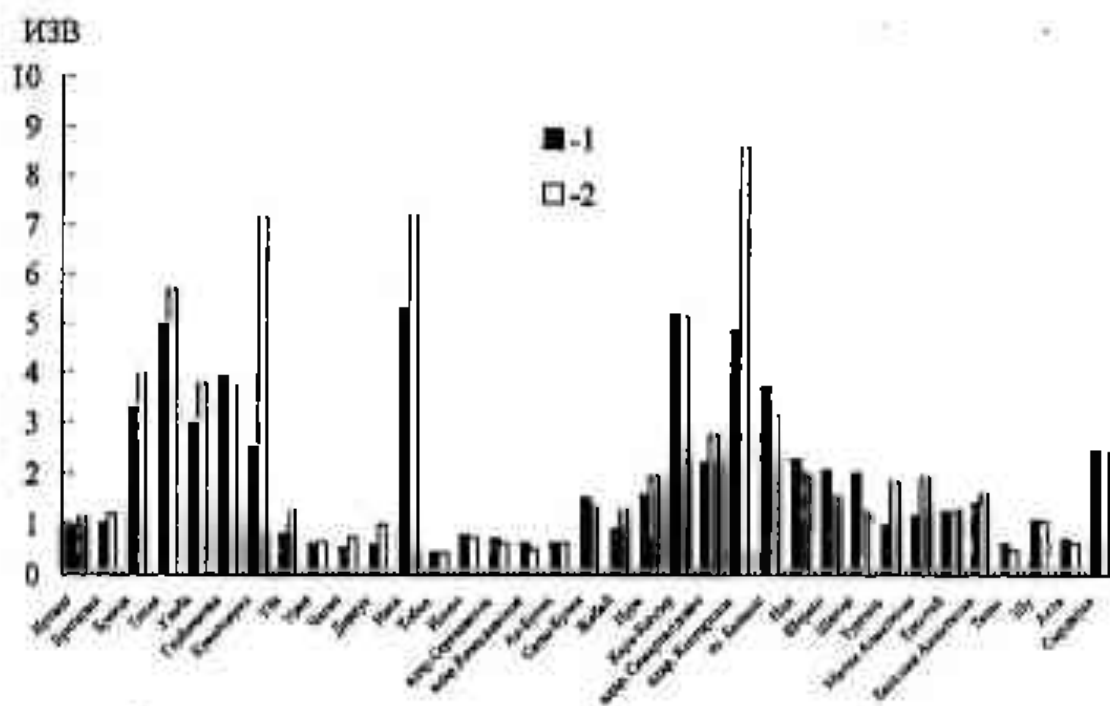


Рис. 2.1. Динамика индекса загрязнения воды. 1 – 3 кв. 2002 г., 2 – 4 кв. 2002 г.

За этот же период отмечается снижение качества воды в находящихся под влиянием населенных пунктов реках Иртыш (г. Павлодар), Ульба (г. Усть-Каменогорск), Глубочанка (с. Глубокое), Красноярка (с. Предгорное), Уба (г. Шемонаиха), Илек (г. Актюбинск) и Нура (г. Темиртау), вдхр. Шардаринское (г. Шардара). По другим наблюдаемым водным объектам, находящихся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось (Табл. 2.4).

Таблица 2.4

Влияние городов и промышленных центров на уровень загрязненности поверхностных вод Казахстана в 3...4 квартале 2002 года

Наименование пункта контроля	ИЗА		Характеристика качества воды
	3 кв.	4 кв.	
р. Иртыш, г. Усть-Каменогорск	1,10	1,42	3 класс, умеренно загрязненная
р. Иртыш, г. Семипалатинск	0,89	0,85	2 класс, чистая
р. Иртыш, г. Павлодар	0,87	1,05	3 класс, умеренно загрязненная
р. Бухтарма, г. Зыряновск	1,01	1,20	3 класс, умеренно загрязненная
р. Ульба, рудн. Тишинский	5,40	5,40	5 класс, грязная
р. Ульба, г. Усть-Каменогорск	1,40	2,71	4 класс, загрязненная
р. Тихая, г. Риддер	5,05	5,69	5 класс, грязная
р. Брекса, г. Риддер	3,24	3,98	4 класс, загрязненная

Наименование пункта контроля	ИЗА		Характеристика качества воды
	3 кв.	4 кв.	
р. Глубочанка, с. Белоусовка	4,51	3,52	4 класс, загрязненная
р. Глубочанка, с. Глубокое	2,75	4,21	5 класс, грязная
р. Красноярка, с. Предгорное	2,46	7,11	6 класс, очень грязная
р. Уба, г. Шемонаиха	0,80	1,28	3 класс, умеренно загрязненная
р. Урал, г. Уральск	0,60	0,64	2 класс, чистая
р. Чаган, г. Уральск	0,53	0,74	2 класс, чистая
р. Деркул, п. Селекционный	0,59	0,89	2 класс, чистая
р. Илек, г. Алга	7,16	9,71	6 класс, очень грязная
р. Илек, г. Актобинск	3,84	4,72	5 класс, грязная
р. Ишим, г. Петропавловск			
0,2 км выше города	0,69	0,61	2 класс, чистая
4,8 км ниже города	0,72	0,65	2 класс, чистая
р. Ишим, с. Долматово	1,07	1,13	3 класс, умеренно загрязненная
р. Ишим, г. Астана			
3 км выше города	0,64	0,49	2 класс, чистая
в черте города	0,79	0,74	2 класс, чистая
8 км ниже города	0,87	0,68	2 класс, чистая
р. Ак-Булак, г. Астана	0,62	0,53	2 класс, чистая
р. Сары-Булак, г. Астана	1,54	1,33	3 класс, умеренно загрязненная
р. Жабай, г. Атбасар	1,00	0,97	2 класс, чистая
р. Нура, г. Темиртау	2,29	2,84	4 класс, загрязненная
р. Кара-Кенгир, г. Жезказган	5,98	5,80	5 класс, грязная
оз. Балхаш, бухта Бертыс	4,93	4,82	5 класс, грязная
оз. Балхаш, залив Тарангалык	2,87	2,51	4 класс, загрязненная
оз. Балхаш, залив Малый Сары-Шаган	3,51	3,31	4 класс, загрязненная
р. Талас, г. Тараз	0,70	0,55	2 класс, чистая
р. Тобол, г. Костанай	0,43	0,45	2 класс, чистая
р. Мал.Алматинка, г. Алматы	1,18	1,94	3 класс, умеренно загрязненная
р. Есентай, г. Алматы	1,25	1,28	3 класс, умеренно загрязненная
р. Бол. Алматинка, г. Алматы	1,41	1,61	3 класс, умеренно загрязненная
р. Бадам, г. Шымкент	1,46	1,75	3 класс, умеренно загрязненная
Шардаринское вдхр.	1,93	3,17	4 класс, загрязненная

### 3. Химический состав атмосферных осадков

Данные мониторинга химического состава атмосферных осадков приведены за 9 месяцев 2002 г. по 38 метеостанциям (Табл. 3.1).

По программе Всемирной метеорологической организации в пробах осадков определялись катионы – аммоний, натрий, калий, кальций, магний; анионы – сульфаты, хлориды, нитраты; гидрокарбонаты; величина pH.

Величина общей минерализации находилась в пределах от 5,96 (Боровое) до 225,51 мг/дм<sup>3</sup> (Аральское море). В осадках преобладали сульфаты (30...35 %), гидрокарбонаты (25...30 %), хлориды (15...20 %), ионы кальция (10...12 %) и ионы натрия (7...10 %). Кислотность осадков, выпадающих в Казахстане, имеет характер преобладающей щелочной среды и варьирует в пределах 5,88 (Боровое) – 7,63 (Жусалы).

### 4. Радиационный гамма-фон на территории Казахстана

Наблюдения за уровнем гамма излучения на местности (мощности дозы гамма-излучения) на территории Казахстана в 2002 г. осуществлялись ежедневно на 48 метеорологических станциях 11 областей.

Среднегодовые значения МД гамма-излучения, по населенным пунктам представлены в табл. 4.1. Среднегодовые значения мощности дозы гамма-излучения находятся в пределах 0,04...0,23 мкЗв/ч. В среднем по республике радиационный гамма-фон в 2002 г. составил 0,14 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах.

Таблица 4.1

Значения мощности дозы гамма-излучения

№ пп	Метеостанция	Мощность дозы, мкЗв/ч		
		среднегодовая	максимальная	минимальная
Акмолинская область				
1.	Акколь	0,14	0,17	0,11
2.	Аршалы	0,17	0,21	0,12
3.	Астана	0,11	0,15	0,07
4.	Атбасар	0,08	0,17	0,04
5.	Балкашино	0,18	0,22	0,14
6.	Жалтыр	0,14	0,22	0,09
7.	Кокшетау	0,17	0,20	0,14
8.	Коргалжин	0,10	0,14	0,08
9.	Степногорск	0,13	0,17	0,10
Актюбинская область				
1.	Актюбинск	0,11	0,13	0,08
2.	Караулкельды	0,15	0,24	0,09
3.	Уил	0,16	0,26	0,10



Продолжение табл.

№ п/п	Метеостанция	Мощность дозы, мкЗВ/ч		
		среднегодовая	максимальная	минимальная
4.	Шалкар	0,10	0,20	0,06
Алматинская область				
1.	Алматы	0,13	0,18	0,07
2.	Баканас	0,14	0,19	0,09
3.	Жаркент	0,14	0,18	0,07
4.	Капчагай	0,16	0,22	0,11
5.	Лепсинск	0,13	0,21	0,08
6.	Нарынкол	0,16	0,21	0,12
7.	Сарыозек	0,12	0,15	0,09
8.	Талдыкорган	0,14	0,19	0,11
Атырауская область				
1.	Атырау	0,15	0,19	0,10
Западно-Казахстанская область				
1.	Уральск	0,11	0,18	0,07
2.	Тайпак	0,09	0,15	0,05
Карагандинская область				
1.	Жезказган	0,14	0,22	0,08
2.	Караганда	0,12	0,16	0,09
Мангистауская область				
1.	Актау	0,09	0,13	0,07
Восточно-Казахстанская область				
1.	Акжар	0,18	0,23	0,11
2.	Аягуз	0,15	0,20	0,09
3.	Бахты	0,10	0,14	0,09
4.	Большенарымск	0,15	0,20	0,11
5.	Дмитриевка	0,15	0,20	0,07
6.	Жангизтобе	0,14	0,17	0,10
7.	Катон-Карагай	0,17	0,23	0,13
8.	Курчум	0,13	0,17	0,09
9.	Риддер	0,17	0,23	0,09
10.	Самарка	0,09	0,13	0,05
11.	Семипалатинск	0,16	0,21	0,11
12.	Усть-Каменгорск	0,15	0,20	0,10
13.	Чарская	0,18	0,20	0,14

Окончание табл.

№ пп	Метеостанция	Мощность дозы, мкЗВ/ч		
		среднегодовая	максимальная	минимальная
14.	Шемонаиха	0,15	0,21	0,10
Костанайская область				
1.	Джетыгара	0,09	0,13	0,06
2.	Докучаевка	—	—	—
3.	Карасу	—	—	—
4.	Комсомолец	0,12	0,16	0,08
5.	Костанай	0,11	0,14	0,09
6.	Урицкий	0,11	0,14	0,09
Павлодарская область				
1.	Баянаул	0,15	0,21	0,10
2.	Иртышск	0,14	0,15	0,12
3.	Павлодар	0,11	0,13	0,08
Северо-Казахстанская область				
1.	Булаево	0,11	0,15	0,07
2.	Петропавловск	0,11	0,14	0,08
3.	Баршатас	0,14	0,18	0,10
Южно-Казахстанская область				
1.	Шымкент	0,14	0,20	0,09
Жамбылская область				
1.	Тараз	0,16	0,21	0,14
2.	Толеби	0,16	0,22	0,11
3.	Чиганак	0,16	0,20	0,12

#### 5. Плотность радиоактивных выпадений на территории Казахстана

Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы в первом полугодии 2002 г. осуществлялся в 14 областях Казахстана на 37 метеорологических станциях, путем отбора проб воздуха горизонтальными планшетами. После экспозиции планшеты высылались в Алматинскую группу радиационного мониторинга, где озолялись. Зольные остатки измерялись на суммарную бетта-активность. Эффективность отбора проб планшетом составляет 70 %. Суммарная бетта-активность определялась на установках малого фона УМФ-1500. Результаты лабораторных анализов приведены в табл. 5.1. Среднесуточная плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории республики колебалась в пределах 0,2...1,7 Бк/м<sup>2</sup>.

Таблица 3.1.

## Химический состав атмосферных осадков (9 мес., 2002 г.)

Метеостанция	Кол-во осадков, мм	Концентрация ионов, мг/дм <sup>3</sup>									Сумма ионов	pH
		Анионы				Катионы						
		SO <sub>4</sub>	CL <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>		
Алматы	63,1	5,61	3,92	2,73	17,75	2,45	0,43	2,22	1,15	6,17	42,44	6,65
Аксай	76,6	5,30	4,82	0,55	9,54	0,74	2,52	1,08	0,77	2,88	28,21	6,97
Актау	14,8	25,84	15,13	2,13	31,44	0,40	8,31	2,15	3,27	17,72	106,38	7,25
Актобе	63,0	29,59	20,61	1,29	32,99	0,62	14,23	2,51	5,18	16,03	97,15	7,29
Аральское море	21,6	35,39	64,29	1,31	55,73	0,17	38,11	2,66	4,44	24,71	225,51	7,54
Астана	123,7	7,90	8,62	1,23	6,71	0,41	2,33	2,26	1,26	5,59	30,73	6,78
Атырау												
Аякум	20,2	49,79	38,04	2,11	-	0,75	17,50	14,00	-	23,70	-	7,27
Балхаш	15,9	38,59	8,69	0,50	8,91	1,70	9,20	1,10	2,74	6,10	65,50	7,04
Боровое	191,3	1,27	1,06	0,16	1,67	0,04	0,26	0,14	0,21	0,96	5,96	5,88
Большенарымское												
Бурно-Октябрьск.	60,3	5,38	3,52	1,05	9,62	0,66	1,20	0,88	0,66	4,70	27,68	6,65
Есик	52,5	7,88	2,96	2,19	12,76	0,06	1,84	0,97	1,78	5,34	35,36	6,98
Жезказган	30,7	24,63	21,42	0,50	24,70	1,43	5,50	2,20	1,65	6,40	54,33	6,93
Жусалы	7,4	71,50	-	0,08	-	1,44	36,00	3,40	-	-	-	7,63
Иртышск												
Казыгурт	4,5	19,49	16,12	0,81	-	5,96	-	-	-	-	-	6,89
Караганда	205,5	5,50	4,73	0,43	4,67	0,04	2,99	0,66	0,63	3,07	22,73	6,46
Карагандинс.СХОЗ												
Капчагай	52,8	7,73	5,83	0,94	6,38	0,68	1,90	1,44	0,64	4,64	31,80	6,72
Каменка	89,0	18,15	9,41	2,94	17,40	0,41	6,08	2,66	4,52	6,60	67,24	7,12

**ИВАН ИОСИФОВИЧ СКОЦЕЛЯС**

(1939 – 2003)

Коллектив КазНИИМОСК постигло большое горе – 14 января 2003 г. скорпостижно скончался один из старейших работников гидрометеорологической службы Казахстана, ведущий научный сотрудник, видный ученый в области гидрологии суши Иван Иосифович Скоцеляс.

Он родился 15 ноября 1939 г. в с. Тартак, Чечельницкого района Винницкой области в семье крестьян колхозников. В 1957 г. окончил с отличием Ольгопольскую среднюю школу. В 1957 – 1962 гг. учился в Одесском гидрометеорологическом институте на отделении гидрологии суши и с отличием закончил его. После окончания института был направлен на работу в Управление Гидрометеорологической Службы Казахской ССР, где работал до ноября 1967 г. в должности инженера, затем старшего инженера отдела гидрологии Алма-Атинской Гидрометеорологической Обсерватории. С ноября 1967 г. по ноябрь 1970 г. Иван Иосифович обучался в аспирантуре Государственного Гидрологического Института, после окончания, которой был направлен на работу в Казахский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, где работал в

должности младшего научного сотрудника, затем старшего научного сотрудника отдела гидрологических расчетов и прогнозов. В 1975 г. Иван Иосифович с успехом защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук в ГГИ на тему: «Внутригодовое распределение стока рек Горного Алтая». С 1987 г. И.И. Скоцеляс возглавлял лабораторию гидрологических расчетов и прогнозов.

Во время работы в КазНИИМОСК (КазНИГМИ) Иван Иосифович занимался исследованиями по разработке методов долгосрочного прогноза объема весеннего половодья рек Западного, Северного и Восточного Казахстана. В 1982 – 1988 годах он занимался вопросами оценки водно-солевого баланса оз. Балхаш и разработкой рекомендаций по расчету его элементов на современном этапе и на ближайшую перспективу. Разработанные методики внедрены в оперативную практику отдела гидрологических прогнозов ГМЦ Казгидромета. В процессе разработки научной тематики им создан ряд программных средств, которые успешно используются до настоящего времени. По результатам работы опубликовано более 50 статей и одна монография.

Иван Иосифович зарекомендовал себя высококвалифицированным специалистом, имеющим хорошие организаторские и творческие способности для научно-исследовательской работы. Отличительными особенностями Ивана Иосифовича являлись дисциплинированность, принципиальность, добросовестность и настойчивость при решении научных вопросов. Он пользовался большим авторитетом и уважением среди сотрудников института и других учреждений Республики. За успешное и добросовестное выполнение производственных заданий ОН неоднократно поощрялся Грамотами Государственного Комитета по Гидрометеорологии. В 1973 году за участие в ликвидации последствий катастрофического селевого потока на р. М. Алматинка Иван Иосифович был награжден Грамотой Верховного Совета Казахской ССР.

Мы, его друзья, коллеги и ученики, никогда не забудем светлого образа Ивана Иосифовича – человека и ученого. В нашей памяти и сердцах он навсегда останется примером честности и принципиальности при исполнении своего жизненного и служебного долга.

## **УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

Редакционная коллегия журнала "ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ" (регистрационное свидетельство N 1538) приглашает Вас к сотрудничеству. Журнал выходит 4 раза в год. Мы рады сообщить Вам, что по решению ВАК РК статьи, опубликованные в нашем журнале, принимаются при защите докторских и кандидатских диссертаций. Статьи должны соответствовать гидрометеорологическому и экологическому профилю.

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ, СДАВАЕМОЙ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА "ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ"**

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: основной текст статьи, не превышающий 12,5 страниц текста, включая таблицы, рисунки и список литературы (формат указан ниже), аннотация на русском и казахском языках, не более 10 строк, дающая ясное представление о содержании статьи; на английском языке дается название статьи, Ф.И.О. авторов; список литературы в алфавитном порядке авторов на русском далее на иностранном языке (составляется согласно ГОСТу 7.1-84). Число рисунков не более трех на одну статью. Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК). Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется ее дубликат, записанный на дискете.

#### **Оформление рукописи:**

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне стандартного листа плотной бумаги белого цвета, интервал - 1,2. Параметры поля страницы: верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 75 мм, правое 10 мм. Красная строка 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль нормальный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, шрифт полужирный.

Реферат помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

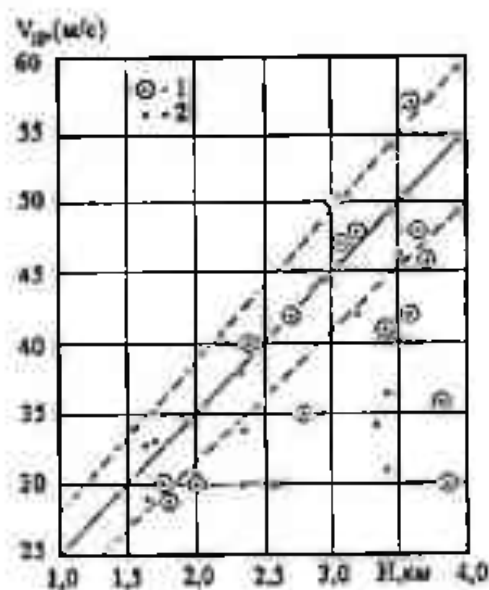
#### **См. примеры**

УДК 551.461.25 (465.75)

**О ВЛИЯНИИ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА  
НА УРОВЕНЬ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

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

**Рисунки** готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Rainbrush), графики, диаграммы, гистограммы - в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов - не меньше 1,5 мм.



*Рис.2. График высотной зависимости максимальных скоростей ветра, вероятных 1 раз в 10 лет для передовых хребтов Тянь-Шаня с высотами гребневой линии 3-4 км:*

*1 – основной экспедиционный пункт, радиорелейная станция, автоматическая радиометеорологическая станция; 2 – пункты микросъемки*

**Таблицы** оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только "шапка" и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название - над таблицей, примечание - под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Матрица коэффициентов парной корреляции

	x	$I_{ст}$	$\lambda$	$\varphi$	$\Delta H$
x	1	- 0,62	0,50	- 0,48	- 0,48
$I_{ст}$		1	- 0,27	0,24	0,32
$\Delta H$					1

Примечание. Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

**Математические, химические обозначения и формулы** набирать в режиме Microsoft Equation. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также дают в круглых скобках. Рекомендуется перевод формул на однострочный набор, если это не затруднит их восприятие читателем (см. пример).

$$\Delta z = W / \omega(z) + W_g / \omega(z) + P - W_{кг} / \omega(z) - E . \quad (1)$$

В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров и аббревиатур. Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

**РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К ПУБЛИКАЦИИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ!!!**

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени и ученого звания автора.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.