

*Қазақстан Республикасының  
қоршаған ортаны қорғау  
Министрлігі*

*Министерство охраны  
окружающей среды Республики  
Казахстан*

"Қазгидромет" Республикалық  
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное  
предприятие "Казгидромет"

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

## **№ 4**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2006

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.М. Зейнуллин

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

### *Ответственный секретарь*

Т.П. Строева

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Переводы на казахский язык:

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

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

### № 4 (43)

© Журнал издается с 1995 года.  
Регистрационное свидетельство  
№ 1538 от 14 марта 1995 г.

---

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

---

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

---

Отпечатано в ТОО "TST-Company".

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

<b>А.Х. Ахмеджанов</b>	
Численная баротропная региональная модель атмосферы. . . . .	9
<b>К.Т. Елеуова, Н.Р. Алиякбарова</b>	
Оценка ветроэнергетических ресурсов территории Казахстана. . . .	20
<b>А.Х. Ахмеджанов</b>	
Региональная бароклиническая модель атмосферы. . . . .	29
<b>В.В. Голубцов, В.И. Ли</b>	
О необходимости проектирования и строительства водосливной плотины на озере Балхаш в проливе Узун-Арал. . . . .	37
<b>Р.И. Гальперин, А.А. Белгожаева</b>	
Максимальные уровни воды в нижнем течении Сырдарьи. . . . .	41
<b>Н.И. Ивкина, Т.П. Строева, Е.И. Васенина, Л.К. Кожаметова</b>	
Қазақстан аймағындағы Каспий теңізінің мұз күйінің ғарыш мониторингі. . . . .	53
<b>В.В. Голубцов</b>	
О зависимости суммарного объема ледников от площади оледене- ния для макросклонов горных хребтов и речных бассейнов. . . . .	62
<b>Т.В. Маринович</b>	
Уровенный режим рек бассейна р. Сарысу. . . . .	69
<b>Р.В. Плохих</b>	
Картографирование закономерностей распределения снежного покрова по ретроспективным данным. . . . .	77
<b>А.К. Ботпаев</b>	
Сел қауіп-қатерінен сақтандырудың тұжырымдамасын енгізу жағдайына сел қауіп-қатерін басқару тиімділігінің артуы. . . . .	86
<b>Н. Е. Касаткин</b>	
Новые данные об изменении размеров ледника Центральный Туюксуйский. . . . .	93

<b>В.В. Жданов</b>	
Гидрометеорологические условия зимнего периода на северном склоне Заилийского Алатау. . . . .	102
<b>Л.А. Ерисковская</b>	
Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туйыксу. . . . .	108
<b>М.Б. Кошумбаев</b>	
Проблема экологии при возведении и эксплуатации гидротехнических сооружений. . . . .	118
<b>А.Ф. Мухамедгалиев, А.Х. Ахмеджанов, Б.Э. Бекмухамедов, Т.К. Караданов, М.Г. Разакова, А.А. Мухамедгалиев</b>	
К вопросу выявления нефтяных пленок на акватории Каспийского моря по данным ИСЗ «RADARSAT-1». . . . .	128
<b>Ж.С. Мустафаев, С.И. Умирзаков, А.Т. Шегенбаев, Г.В.Казыкенова, О.Т. Телеуов</b>	
Совершенствование технологий экологически безопасной утилизации возвратных вод промышленных и сельскохозяйственных объектов. . . . .	137
<b>Т.И. Будникова, Г.Б. Мусатаева</b>	
Экологическое состояние ландшафтов современной дельты реки Сырдарии. . . . .	150
<b>Э.А. Мурсалимова</b>	
Трансформация почвогрунтов в условиях рекультивации промышленных отвалов. . . . .	158
<b>Ф.Е. Козыбаева, Э.А. Мурсалимова</b>	
Морфогенетические особенности «молодых почв», формирующихся на рекультивированных отвалах . . . . .	162
<b>А.М. Абсаметова</b>	
Нормативно-правовые основы регулирования экологически безопасного недропользования. . . . .	168

## **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

**П.К. Шингисова, Т.Г. Царева, З.С. Абдиева**

О состоянии загрязнения окружающей среды Республики Казахстан в 3 квартале 2006 г. ....	174
---	-----

## **ХРОНИКА**

К 70-летию Л.П. Мазур. ....	204
Указатель статей, опубликованных в журнале в 2006 г. ....	208

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

<b>A.KH. Akhmedzhanov</b>	
The Regional Barotropic Numerical Model of the Atmosphere. . . . .	9
<b>K.T. YEleuova, N.R. Aliyakbarova</b>	
Assessment of Wind Energy Recourses in Kazakhstan . . . . .	20
<b>A.KH. Akhmedzhanov</b>	
The Regional Baroclinic Model of the Atmosphere. . . . .	29
<b>V.V. Golubtsov, V.I. Lee</b>	
About Necessity of Overflow Dam in Lake Balkhash in the Uzun-Aral Channel . . . . .	37
<b>R.I. Galperin, A.A. Belgozhayeva</b>	
Maximal Water Level at the Syrdarya River Lower Reach. . . . .	41
<b>N.I. Ivkina, T.P. Stroyeva, E.I. Vassenina, L.K. Kozhakhmetova</b>	
Space Monitoring of the Ice Conditions at the Kazakhstan Part of the Caspian Sea . . . . .	53
<b>V.V. Golubtsov</b>	
Dependence of Glacier Total Volume from the Glaciation Area for the Mountain Ridge Macroslopes and River Basins. . . . .	62
<b>T.V. Marinovich</b>	
Water Level Regime of the Sarysu River Basin. . . . .	69
<b>R.V. Plokhikh</b>	
Regularity Mapping of the Snow Cover Distribution according to the Historical Data. . . . .	77
<b>A. K. Botpaev</b>	
Effectivization of Mudflow Risk Management under Application of its Insurance Concept . . . . .	86
<b>N.E. Kassatkin</b>	
New Data about Dimensional Change of Central Tuyuksujsky Glacier.	93

<b>V.V. ZHdanov</b>	
Hydrometeorological Conditions of Winter Period on the Northern Slope of the Zailysky Alatau. . . . .	102
<b>L.A. YEriskovskaya</b>	
Precipitation Phase Structure over the Tuyuksu <u>Glacier</u> . . . . .	108
<b>M.B. Koshumbayev</b>	
An Environmental Problem at Erection and Operation of the Hydraulic Structures . . . . .	118
<b>A. F. Mukhamedgaliev, A. KH. Akhmedjanov, B. E. Bekmukhamedov, T. K. Karadanov, M.G. Rasakova, A. A. Mukhamedgaliev</b>	
To the Question of Oil Slicks Detection on the Caspian Sea Area Using RADARSAT Data. . . . .	128
<b>ZH.S. Mustafayev, S.I. Umirzakov, A.T. SHegenbayev, G.V. Kazykenova, O.T. Teleuov</b>	
Process Improvement of Ecologically Safe Utilization of the Economic Units' Return Water . . . . .	137
<b>T.I. Budnikova, G.B. Musataeva</b>	
An Ecological State of the Landscapes in the Syrdarya River Modern Delta. . . . .	150
<b>E.A. Mursalimova</b>	
Ground Transformation under Recultivation of the Industrial Dumps . .	158
<b>F.E. Kozybaeva, E.A. Mursalimova</b>	
Morphogenic Characteristics of the "Young Soils» Forming at the Recultivated Dumps. . . . .	162
..	
<b>A. M. Absametova</b>	
Regulatory-Legal Principles of Control of the Ecologically Safe Utilization of the Earth's Resources . . . . .	168

**REVIEWS AND CONSULTATIONS**

**P.K. SHingisova, T.G. TSareva, Z.S. Abdieva**

Environmental Pollution Condition of the Republic of Kazakhstan in  
the Third Quarter 2006. .... 174

**CHRONICLE**

By L.P. Mazur's 70th Birth Anniversary. .... 204  
Articles' List Published in "Hydrometeorology and Ecology"  
Magazine, 2006. .... 208



УДК 504.3.05/.06

**ЧИСЛЕННАЯ БАРОТРОПНАЯ  
РЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АТМОСФЕРЫ**

Канд. геогр. наук А.Х. Ахмеджанов

*Исследование свойств региональных атмосферных процессов на территории Казахстана является актуальной задачей. В данной работе представляется численная региональная баротропная модель атмосферы, с применением которой могут изучаться эти процессы.*

За последние годы повысились требования к информации о региональных атмосферных процессах. Основой исследования этих процессов являются численные модели атмосферных процессов. Основателем этого направления является советский ученый И.А. Кибель [1], который впервые теоретически обосновал возможность прогноза погоды на основе фундаментальных законов физики атмосферы с использованием уравнений гидротермодинамики. Вопросы теории и реализации этих уравнений имеются в работах Ф.Д. Томпсона и М.И. Юдина [2, 3]. Численные схемы моделирования атмосферных процессов получили большое развитие в работах Г.И. Марчука и А.С. Моница [4-9].

В исследованиях атмосферы достаточно часто применяются уравнения мелкой воды, получаемые из полных уравнений гидротермодинамики в результате предположения однородности потока по высоте. Такие модели атмосферы называются баротропными. В баротропной атмосфере плотность воздушных масс есть функция давления. Подобное допущение возможно для так называемого среднего уровня атмосферы. Аэрологические исследования показывают, что этот слой может находиться между высотами 2 и 8 км. В оперативной практике за средний уровень атмосферы принимают уровень поверхности 500 или 700 гПа.

Развитие вычислительной техники повлекло за собой пересмотр методов обработки метеорологических данных и методов их представления для оперативного прогноза погоды. Первые существенные результаты были получены при интерполировании данных нерегулярной сети наблюдений на регулярную сетку с применением методов полиномиальной и

оптимальной интерполяции. Был предложен ряд других методов анализа данных [10], среди которых основными являются: метод взвешенного среднего, весовая анизотропная интерполяция и метод последовательных приближений (коррекции). Каждый из указанных выше методов обладает определенными достоинствами и недостатками.

Баротропная модель атмосферы сравнительно простая, поэтому является одним из подготовительных этапов для создания более сложных. Одним из удобных примеров баротропной модели атмосферы является работа Д.Я. Прессмана [11]. Исходная система уравнений гидродинамики в случае мелкой воды запишется в виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} - lV + \frac{\partial f}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} - lU + \frac{\partial f}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial t} + U \frac{\partial f}{\partial x} + V \frac{\partial f}{\partial y} + f_c \left( \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right) = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

где  $U, V$  – составляющие скорости ветра,  $f_c$  – постоянная, являющаяся средним значением геопотенциала в рассматриваемом слое;  $l$  – коэффициент Кориолиса, равный примерно  $10^{-4} c^{-1}$  для средних широт,  $f = g z$  – геопотенциал,  $g$  – ускорение свободного падения (9,8 м/с).

Начальными условиями могут служить данные численного анализа для средней высоты слоя (500 гПа), перенесенные в узлы рассматриваемой сетки.

$$\begin{aligned} U(x, y, z) &= U_H(x, y, z), V(x, y, z) = V_H(x, y, z), \\ f(x, y, z) &= f_H(x, y, z), nput = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Достаточно простое представление интерполируемых величин в виде полиномов является преимуществом метода полиномиальной интерполяции, а основной недостаток связан с тем, что реальные метеорологические поля часто плохо описываются кривыми 2-го и 3-го порядков. В случае редкой сети наблюдений некоторые значения коэффициентов интерполяции оказываются сильно зависящими от ошибки измерений, что приводит к большим ошибкам интерполяции.

В методе оптимальной интерполяции предполагается однородность и изотропность полей аномалий исследуемых метеорологических элементов. В действительности это выполняется далеко не всегда, что снижает качество интерполяции в целом. Метод предполагает необходимость знания корреляционных функций, что требует анализа большого банка данных.

Определенным недостатком метода последовательных приближений является некоторая произвольность при построении предварительного поля, а также при выборе весов для соответствующих пунктов наблюдений в зависимости от их плотности и расстояний между ними.

Проблема формальной интерполяции является первым этапом обработки метеорологической информации. На втором этапе необходимо согласовать между собой полученные значения метеоэлементов. Теоретические модели прогноза погоды и климата накладывают жесткие условия на обработку начальных полей с точки зрения их согласованности. Эта задача существенно обогащает содержание объективного анализа, поставив проблему обработки данных на один уровень с методами прогноза погоды. В работе [10] описана региональная модель объективного анализа для территории Казахстана. В основе этой работы лежит использование полинома третьего порядка и ставится задача учета неоднородности подстилающей поверхности, что существенно влияет на динамику воздушных потоков. В [10] показано, что для трехмерного анализа наиболее подходящим и эффективным является метод весовой анизотропной интерполяции (ВАИ).

Пусть  $f_m(x, y, z)$  - данные измерений определенного метеоэлемента в трехмерном пространстве,  $m$ -количество пунктов наблюдения. Тогда его значение в любой точке пространства можно описать формулой:

$$f(x, y, z) = \frac{\sum_{k=1}^m a_k f_k}{\sum_{k=1}^m a_k}, \quad (3)$$

где  $a_k$  - веса, которые в свою очередь определяются из решения следующей системы линейных уравнений:

$$\sum_{k=1}^b a_k * r_{kv} = r_{0v}, (v = 1, m), \quad (4)$$

где  $r$  - расстояние между точками, в которых имеются известные значения интерполируемой функции.

Учет высоты расположения пункта наблюдений позволяет учитывать рельеф рассматриваемого района. Интерполированное значение элемента будет равно начальному его значению, если узел сетки случайно совпадает с координатами пункта наблюдений, а при вычислении весов учитываются особенности расположения пунктов наблюдений между собой. Двумерный случай применения метода ВАИ испытан достаточно полно. Проблема его применения для больших размерностей заключается в неравноправности различных координат по отношению к метеорологическим полям. К примеру, заметно отличаются масштабы метеорологических явлений по вертикали и по горизонтали. Для рационального использования этого метода необходимо провести определенное преобразование многомерного пространства с целью достижения равнозначности размерности. Наиболее простым методом введения равнозначности являются множители при соответствующих координатах. Если  $v$  и  $s$  две точки, отстоящие друг от друга на некотором расстоянии, то в качестве метрики может использоваться следующее выражение:

$$r_{k,n} = \sqrt{(x_k - x_n)^2 + (y_k - y_n)^2 + c(z_k - z_n)^2} \quad (5)$$

где  $c$  - параметр, значение которого устанавливается путем оптимизации диагностических или прогностических значений интерполируемой функции. Для метеорологических полей, согласно [10], оптимальное значение  $c=0,6$ .

Система линейных алгебраических уравнений (4) решается методом Гаусса, рекуррентные формулы которого позволяют отыскивать искомые значения весов  $\alpha_x$  при любом значении  $m$ .

Интерполированные значения не всегда могут согласовываться между собой, то есть не всегда представляют собой единый поток. На это влияют ошибки измерений рассматриваемых величин, поэтому необходимо провести процедуру согласования интерполированных значений искомых величин.

Рассмотрим вопрос согласования геопотенциала и поля ветра на основе геострофических соотношений. Обозначим интерполированные значения геопотенциала через  $H_0$ , компоненты ветра через  $U_0, V_0$ , а согласованные значения через  $H, U, V$  соответственно. Последние должны быть определены из минимума следующего функционала:

$$\iint [\alpha_H^2 (H - H_0)^2 + \alpha^2_v (U - U_0)^2 + \alpha^2_v (V - V_0)] dG \rightarrow \min \quad (6)$$

При условии выполнения следующих геострофических соотношений:

$$U = -\frac{1}{l} \frac{\partial H}{\partial x}, \quad V = \frac{1}{l} \frac{\partial H}{\partial x}, \quad (7)$$

где  $G$  - рассматриваемая область  $46,49^0 \leq x \leq 87,311^0$  в.д.,  $40,56^0 \leq y \leq 55,44^0$  с.ш., представляющая собой территорию Казахстана,  $l$  - параметр Кориолиса (для умеренных широт  $l = 1,2 \times 10^{-4} c^{-1}$ ).

За параметр согласования  $q$  принимается следующее соотношение:

$$q = \frac{\alpha_H^2}{\alpha_v^2}.$$

Будем считать, что на границе области определяемые функции принимают следующие значения:

$$U = U_0, \quad V = V_0, \quad H = H_0$$

Задача (6-7) сводится по средствам вариационного исчисления к решению уравнения Гельмгольца для функции  $\varphi$ , определяющей отклонение согласованного поля геопотенциала от интерполированного. ( $\varphi = H - H_0$ ).

$$\Delta \varphi - q l^2 \varphi = \frac{\partial V_0}{\partial x} - \frac{\partial U_0}{\partial y} - \Delta H_0. \quad (8)$$

Это уравнение решалось численным методом в конечных разностях в том же поле, на котором проводилась интерполяция. Для решения (8) могут использоваться следующие конечно-разностные соотношения:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial x} &= \frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{i-1,j}}{2h}, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{i-1,j}}{2h}, \\ \Delta \varphi &= \frac{\varphi_{i+1,j} + \varphi_{i-1,j} + \varphi_{i,j+1} - \varphi_{i,j-1} - 4\varphi_{i,j}}{2h^2}, \\ dx &= dy = h \end{aligned} \quad (9)$$

С учетом (9) уравнение (8) переписется в следующем виде:

$$\varphi_{i+1,j} + \varphi_{i-1,j} + \varphi_{i,j-1} - 4\varphi_{i,j} = F_{i,j}, \quad (10)$$

где  $F_{i,j} = \frac{1}{2h}(V_{0i+1,j} - V_{0i-1,j} - U_{0i,j+1} + U_{0i,j-1})$  в граничных точках  $\varphi_{i,j} = 0$ .

Для решения системы (10) применяется экстраполяционный метод Либмана (метод верхней релаксации), согласно которому необходимо провести следующую итерационную процедуру:

$$\varphi_{i,j}^{v+1} = \varphi_{i,j}^v + \alpha(\varphi_{i-1,j}^{v+1} + \varphi_{i+1,j}^v + \varphi_{i,j-1}^{v+1} + \varphi_{i,j+1}^v - 4\varphi_{i,j}^v - F_{i,j}), \quad (11)$$

где  $v$  - номер итерации,  $\alpha$  - параметр релаксации.

Условием сходимости является соблюдение соотношения  $\alpha \leq 0,5$ . Итерационный процесс заканчивается при выполнении условия:

$$\begin{aligned} |N^{v+1} - N^v| &\leq N^{v+1} \varepsilon, \\ N^v &= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \varphi_{i,j}^v, \quad (i=1, I, j=1, J), \end{aligned} \quad (12)$$

где  $\varepsilon$  – требуемая точность ( $10^{-4}$ )

После определения  $\varphi_{i,j}$  можно вычислить согласованный геопотенциал и сглаженное поле ветра:

$$\begin{aligned} H_{ij} &= H_{ij}^0 + \varphi_{ij}, \\ U_{i,j} &= u_{0i,j} - \frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{i-1,j}}{2hl}, \\ V_{i,j} &= v_{0i,j} + \frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{i-1,j}}{2hl}. \end{aligned} \quad (13)$$

Способ, используемый в оперативной прогностической модели Национального метеорологического центра США, в котором на боковых границах предполагают наличие буферной зоны, располагающейся вокруг

$$a) U|_z = U_z, V|_z = V_z, \Phi|_z = \Phi_z$$

рассматриваемой области, является наиболее удачным. В пределах буферной зоны решается краевая задача для уравнения Лапласа с изменяющимися по времени граничными условиями на внутренней и внешней границе. Граничные условия можем записать в следующем виде:

$$\bar{\sigma})\Delta v|_{\mathcal{L}} = \Delta V|_{\mathcal{L}} = \Delta f|_{\mathcal{L}} = 0, \quad (14)$$

где  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$  - лапласиан,  $\mathcal{L}$  - индекс, обозначающий границу рассматриваемой области.

Задание условий в виде (14) позволяет находить значения граничных значений искомых функций на каждом новом шаге по времени на основе знания значений функций во внутренних точках, определяемых на основе его предыдущего состояния по времени.

Постановку задачи (1) с начальными (2) и граничными условиями (14) можно считать законченной, что позволяет приступить к ее решению.

В рассматриваемой области вводится сетка с шагами  $dx$  и  $dy$  по оси  $x$  и  $y$ , и по времени  $t$ , равная  $dt$ , что означает  $x = idx$ ,  $y = jdy$ ,  $t = kdt$ . По значениям  $u$ ,  $v$  и  $f$  в точках  $i, j, k$  можно определить значения в некоторых промежуточных точках  $i + \frac{1}{2}, j + \frac{1}{2}, k + \frac{1}{2}$ .

Обозначив любую из функций  $u$ ,  $v$  и  $f$  через функцию  $S$ , можем записать в следующие соотношения:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{i+\frac{1}{2}, j+\frac{1}{2}, k} = \frac{1}{4} (S_{i,j,k} + S_{i+1,j,k} + S_{i,j,k+1} + S_{i,j,k+1}) \\ \left( \frac{\partial S}{\partial t} \right)_{i+\frac{1}{2}, j+\frac{1}{2}, k} = \frac{S_{i+\frac{1}{2}, j+\frac{1}{2}, k+\frac{1}{2}} - S_{i+\frac{1}{2}, j+\frac{1}{2}, k}}{dt} \\ \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)_{i+\frac{1}{2}, j+\frac{1}{2}, k} = \frac{S_{i+1,j,k} + S_{i+1,j,k+1} - S_{j,k} - S_{j,k+1}}{2dx} \\ \left( \frac{\partial S}{\partial y} \right)_{i+\frac{1}{2}, j+\frac{1}{2}, k} = \frac{S_{i+1,j,k} + S_{i+1,j,k+1} - S_{j,k} - S_{j,k+1}}{2dy} \end{array} \right. \quad (15)$$

Из системы уравнений (3.1) с помощью соотношений (3.4) можно получит значения функций  $u$ ,  $v$  и  $f$  для момента времени  $\frac{1}{2} dt$ .

$$\begin{cases} u_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} = u_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} - \frac{dt}{2} \left( u_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} + v_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \left( \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} - l \right) + \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \right) \\ v_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} = v_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} - \frac{dt}{2} \left( u_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \left( \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} + l \right) + v_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \left( \frac{\partial v}{\partial y} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} + \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \right) \\ f_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} = f_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} - \frac{dt}{2} \left( u_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} + v_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} + f_0 \left( \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} + \left( \frac{\partial v}{\partial y} \right)_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} \right) \right) \end{cases}$$

Полученные значения функций  $u$ ,  $v$  и  $f$  в промежуточных точках могут быть использованы в качестве начальных условий при определении значений функций узлах основной сетки  $i, j, k$ . Значения искомых функций в узлах основной сетки на дробном шаге по времени могут определяться в виде следующих выражений:

$$\begin{cases} S_{i,j,k+\frac{1}{2}} = \frac{1}{4} (S_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} + S_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} + S_{i-\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k} + S_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}}) \\ \left( \frac{\partial S}{\partial t} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} = \frac{S_{i,j,k+1} - S_{i,j,k+\frac{1}{2}}}{dt} \\ \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} = \frac{S_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} + S_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} - S_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} - S_{i-\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}}}{2dx} \\ \left( \frac{\partial S}{\partial y} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} = \frac{S_{i+\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} + S_{i-\frac{1}{2},j+\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} - S_{i+\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}} - S_{i-\frac{1}{2},j-\frac{1}{2},k+\frac{1}{2}}}{2dy} \end{cases} \quad (16)$$

На основании последних соотношений из системы уравнений могут быть определены значения функций  $u$ ,  $v$ ,  $f$  в узлах основной сетки и полном шаге по времени:

$$\begin{cases} U_{i,j,k+1} = U_{i,j,k+\frac{1}{2}} - \frac{dt}{2} \left( U_{i,j,k+\frac{1}{2}} \left( \frac{\partial U}{\partial x} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} + V_{i,j,k+\frac{1}{2}} \left( \left( \frac{\partial U}{\partial y} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} - l \right) + \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} \right) \\ V_{i,j,k+1} = V_{i,j,k+\frac{1}{2}} - \frac{dt}{2} \left( U_{i,j,k+\frac{1}{2}} \left( \left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} + l \right) + V_{i,j,k+\frac{1}{2}} \left( \frac{\partial V}{\partial y} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} + \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} \right) \\ f_{i,j,k+1} = f_{i,j,k+\frac{1}{2}} - \frac{dt}{2} \left( U_{i,j,k+\frac{1}{2}} \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} + V_{i,j,k+\frac{1}{2}} \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} + f_0 \left( \left( \frac{\partial U}{\partial x} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} + \left( \frac{\partial V}{\partial y} \right)_{i,j,k+\frac{1}{2}} \right) \right) \end{cases}$$



На каждом шаге по времени рассчитываются внутренние точки рассматриваемой области, поэтому необходимо определять значения искомых функций на границе. Это можно сделать с помощью граничного условия (14) достаточно просто. Лапласиан функции в конечно-разностной форме записывается в следующем виде:

$$S_{i,j,k} = \frac{1}{4}(S_{i+1,j,k} + S_{i,j+1,k} + S_{i-1,j,k} + S_{i,j-1,k}). \quad (17)$$

Из выражения (17) могут быть определены все граничные точки на каждом шаге по времени. Для практической реализации бралась сетка 153x83 точек, положенная на географическую карту территории Республики Казахстан с координатами 46,49<sup>0</sup>...87,31<sup>0</sup> в.д., 40,51...40,51<sup>0</sup>...55,44<sup>0</sup> с.ш. Входными параметрами служили данные геопотенциала и ветра на изобарической поверхности 500 дам на 1 января 1989 г. (рис.1). Результаты расчета, приведены на рис. 2, показывают удовлетворительное восстановление метеорологических параметров на рассматриваемой территории.

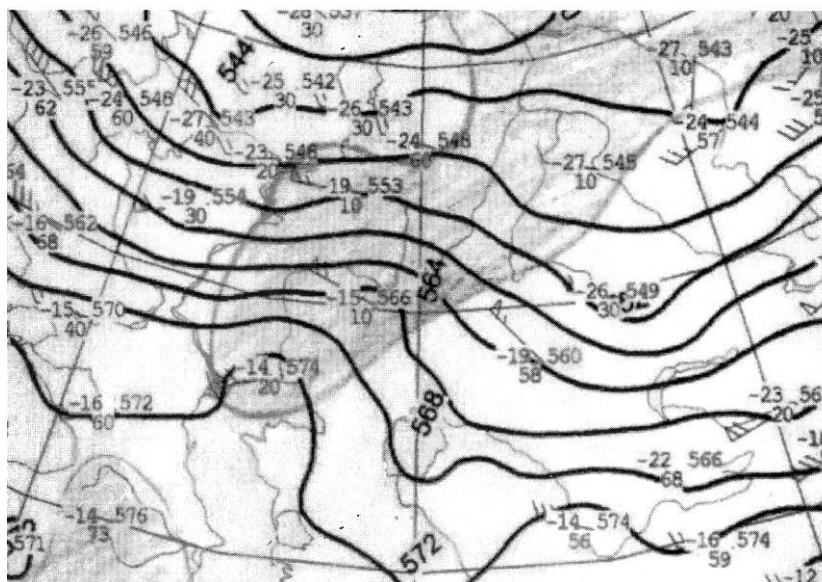
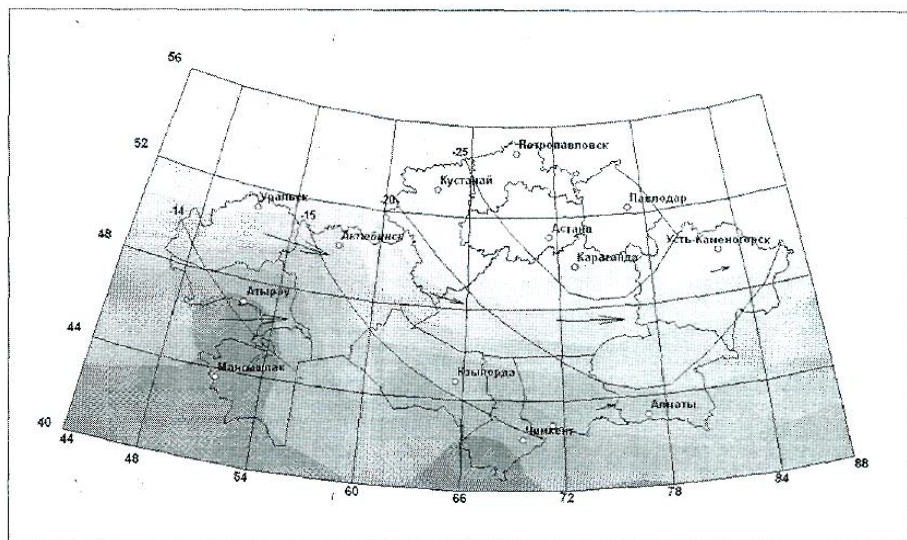


Рис. 1. Карта погоды на уровне 500 дам над Казахстаном 6.10.01.

Атмосферные процессы на ограниченной территории непосредственно связаны с процессами, происходящими над другими районами. На разделяющей их границе происходят процессы, описываемые уравнения-

ми самой модели. При построении численных моделей атмосферы на ограниченной территории возникает сложная проблема, связанная с постановкой боковых граничных условий. Если боковые условия поставлены неправильно, то на границах и вблизи них возникают фиктивные волны с большой амплитудой, которые могут распространяться внутрь области определения решений и тем самым искажают правильное решение.



- Геопотенциал
 

	548		552		556		560		564
	дам		дам		дам		дам		дам
	568		572		576				
	дам		дам		дам				
- Скорость ветра
 

	← 20 м/с		← 27.5 м/с		← 30 м/с
--	----------	--	------------	--	----------
- Температура
 

	5°C
--	-----

Рис. 2. Расчетный режим на уровне 500 дам над территорией Казахстана на 6.10.01.

Следовательно, по представленному в данной работе подходу, можно рассчитывать все зависимые переменные на боковых границах, применяя направленные внутрь области конечные разности по переменным  $x$  и  $y$  таким образом, чтобы для их вычисления требовались сеточные значения функции внутри расчетной области.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кибель И.А. Введение в гидродинамические методы краткосрочного процесса погоды. - М.: Госиздат, 1957. – 375 с.
2. Томпсон Ф.Д. Анализ и предсказание погоды численными методами.- М.: Изд. иллюстр., 1962. – 239 с.
3. Юдин М.И. Новые методы и проблемы краткосрочного прогноза погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 404 с.
4. Марчук Г.И. Численные методы в прогнозе погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 356 с.
5. Марчук Г.И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана.- Л.: Гидрометеиздат, 1974.- 303 с.
6. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982.- 320 с.
7. Марчук Г.И., Агошнов В.Н. Введение в проекционно-сеточные методы.- М.: Наука, 1981.– 414 с.
8. Марчук Г.И., Дымников В.П. и др. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 320 с.
9. Монин А.С. Прогноз погоды как задача физики атмосферы. - М.: Наука, 1969.– 184 с.
10. Ахмеджанов А.Х., Балакай Л.А. Региональная модель численного анализа метеорологических полей на территории Республики Казахстан. // Гидрометеорология и экология.- 2001.- № 3- 4.- С. 7-13.
11. Белов П.Н. Практические методы численного анализа прогноза погоды - Л.: Гидрометиздат, 1967.- 335 с.

Институт космических исследований МОН РК

## САНДЫҚ БАРОТРОПТЫҚ ЖЕРГІЛІКТІ АТМОСФЕРАЛЫҚ МОДЕЛІ

Геогр. ғылым. канд. А.Х. Ахмеджанов

*Қазақстан аумағындағы жергілікті атмосфералық процесстердің қасиеттерін зерттеу өзекті мәселе болып келеді. Осы жұмыста бұл процесстерді зерттеуге мүмкіндік беретін атмосфераның жергілікті баротроптық сандық моделі келтірілген.*



УДК 551.55.3.003.12(574)

**ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ  
ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА**К.Т. Елеуова  
Н.Р. Алиякбарова

*В данной работе проведены теоретические расчеты ветроэнергетических ресурсов на основании данных многолетних наблюдений метеорологических станций за ветром и определены наиболее перспективные районы для строительства ветроэнергетических установок.*

В настоящее время одним из перспективных способов решения энергетической и экологической проблемы Республики Казахстан является активное использование возобновляемых источников энергии. Из большого многообразия возобновляемых источников энергии наиболее эффективным для Казахстана представляется освоение ветроэнергетического потенциала страны.

Для объективной оценки ветроэнергетического потенциала требуется проведение комплексных исследований довольно обширных территорий с полным выяснением целесообразности использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) по регионам.

Ветер в Казахстане носит преимущественно материковый характер и определяется, в основном, местными барико-циркуляционными условиями. Наряду с этим в районах с изрезанным рельефом местности и в прибрежной зоне крупных водоемов отмечаются различные по характеру реверсивные ветры, меняющие свое направление в течение суток (бризы, горно-долинная циркуляция), и ветры направленной циркуляции (фёны, струйные ветры) [1].

Несмотря на значительную физико-географическую неоднородность, территория Казахстана может быть в известных пределах допуская расчленена на районы с относительно устойчивым режимом ветра. Осо-

бенно это хорошо прослеживается по основным сезонам года: зиме и лету, наиболее резко отличающимся между собой по барико-циркуляционным и термическим условиям [5].

Основу для расчета климатических характеристик по ветру и ветроэнергетического потенциала составили материалы регулярных наблюдений метеорологических станций сети Казахстана за период 1966...2000 гг. Руководящим документом, регламентирующим порядок и правила расчета климатических ресурсов, послужил Руководящий документ 52.04.275-89 (РД) «Проведение изыскательных работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок» [4].

Список метеорологических станций (МС), по которому производились расчеты, рекомендован Рабочей группой по разработке проекта Программы развития ветроэнергетики в Казахстане. Для определения наиболее перспективных участков использования ветроэнергетических ресурсов рассчитаны климатические характеристики ветрового режима по территории Казахстана, которые приведены в табл. 1.

Климатическая информация по ветровому режиму из табл. 1 может быть преобразована в три таблицы: в виде ранжированного ряда по теоретической мощности ветрового потока (табл. 2); в виде ранжированного ряда по продолжительности затиший (табл. 3); в виде ранжированного ряда по продолжительности штормовых ветров более 20 м/с (табл. 4).

В табл. 1 под понятием «удельная теоретическая мощность» подразумевается мощность, рассчитанная при условии, что вся ветровая энергия полностью утилизируется ВЭУ без потерь. «Удельная мощность реальная» - это мощность, которая соответствует полной утилизации энергии в диапазоне скоростей 5...9 м/с. Продолжительность затиший - диапазон скоростей ветра ниже определенного уровня ( $\leq 5$  м/с), когда электроэнергия ВЭУ не вырабатывается. Продолжительность штормовых ветров (более 20 м/с) - диапазон опасных скоростей ветра, когда ВЭУ отключается во избежание поломки лопастей (выработка электроэнергии равна нулю). В последнем столбце табл. 1 помещены данные о процентном отношении реальной удельной мощности к теоретической мощности ветрового потока.

Таблица 1

Климатические характеристики ветрового режима  
по территории Казахстана

Метеорологическая станция	Годовая продолжительность загижий, %	Годовая продолжительность штормовых ветров более 20 м/с		Теоретическая удельная мощность ветрового потока, Вт/м <sup>2</sup>	Реальная удельная мощность ветрового потока, Вт/м <sup>2</sup>	Отношение реальной мощности ветрового потока к теоретической мощности, %
		%	час			
Кзылтау	79	0,01	1	113	72	64
Тюлькубас	78,6	0,033	2,9	147	82	56
Аральское море	64,1	0,0	-	206	131	64
Кульсары	57,6	0,13	11,4	373	177	47
Кызан	72,2	0,01	1	166	104	63
Каркаралинск	71,3	0,08	7,0	221	116	52
Бектауата	80,3	0,0	-	102	65	64
Берлик	73,1	0,03	2,6	167	100	60
Ф-Шевченко	51,1	0,18	15,8	460	220	48
Атырау	68,3	0,0	-	201	121	60
Аркалык	58,1	0,29	25,4	354	173	49
Балхаш	70,5	0,0	-	136	93	68
Ерейментау	57,5	0,4	35	441	191	43

В результате анализа ранжированных рядов можно сделать выводы о наиболее перспективных участках для размещения ВЭУ, по мере роста мощности ветрового потока. Этими участками являются:

- Восточное и северное побережье Каспия в районе МС Форт-Шевченко с реальной мощностью ветрового потока 220 Вт/м<sup>2</sup>, МС Атырау с реальной мощностью ветрового потока 121 Вт/м<sup>2</sup>;

- Северная часть Казахского мелкосопочника в районе МС Ерейментау (191 Вт/м<sup>2</sup>);

- Северо-восточная часть Каспийского моря в районе МС Кульсары (177 Вт/м<sup>2</sup>);
- Северо-западная часть Казахского мелкосопочника, в районе гор Улытау (МС Улытау, 173 Вт/м<sup>2</sup>);
- Северная часть Аральского моря в районе МС Аральское море (193 Вт/м<sup>2</sup>);
- Центральная часть Казахского мелкосопочника в районе гор Каркаралы (МС Каракаралинск, 116 Вт/м<sup>2</sup>);
- На полуострове Бузачи (МС Кызан, 104 Вт/м<sup>2</sup>);
- Южная и юго-западная часть Казахского мелкосопочника в районе пустынь Карагандинской области: МС Балхаш, МС Кзылтау, МС Бектауата (до 95 Вт/м<sup>2</sup>);
- Район МС Тюлькубас (82 Вт/м<sup>2</sup>).

Таблица 2

Ранжированный ряд по теоретической мощности ветрового потока

Метеорологическая станция	Теоретическая мощность ветрового потока, Вт/м <sup>2</sup>	Годовая продолжительность затиший, %	Годовая продолжительность штормовых ветров более 20 м/с	
			%	час
Ф-Шевченко	460	51,1	0,18	15,8
Ерейментау	441	57,5	0,4	35
Кульсары	373	57,6	0,13	11,4
Аркалык	354	58,1	0,29	25,4
Каркаралынск	221	71,3	0,08	7,0
Аральское море	206	64,1	0,0	-
Атырау	201	68,3	0,0	-
Берлик	167	73,1	0,03	2,6
Кызан	166	72,2	0,01	1
Тюлькубас	147	78,6	0,033	2,9
Балхаш	136	70,5	0,0	-
Кзылтау	113	79	0,01	1
Бектауата	102	80,3	0,0	-

Таблица 3



Ранжированный ряд по продолжительности затиший

Метеорологическая станция	Годовая продолжительность затиший, %	Реальная мощность ветрового потока, Вт/м <sup>2</sup>	Отношение реальной мощности ветрового потока к теоретической мощности, %
Ф-Шевченко	51,1	220	48
Ерейментау	57,5	191	43
Кульсары	57,6	177	47
Аркалык	58,1	173	49
Аральское море	64,1	131	64
Атырау	68,3	121	60
Балхаш	70,5	93	68
Каркаралинск	71,3	116	52
Кызан	72,2	104	63
Берлик	73,1	100	60
Тюлькубас	78,6	82	56
Кзылтау	79,0	72	64
Бектауата	80,3	65	64

На основании полученных климатических характеристик режима ветра на высоте 8...10 м (высота ветроизмерительного прибора) наиболее привлекательными для энергетики являются: прибрежные районы внутренних морей, Казахский мелкосопочник, районы горных долин и перевалов.

***1. Прибрежные районы Каспийского и Аральского морей***

Прибрежные районы внутренних морей располагают большими энергетическими запасами ветра. Здесь средняя годовая скорость ветра составляет 4...5 м/с [3,5].

Бризы в прибрежной зоне Каспия, Арала характеризуются полусуточными сменами направления ветра, обусловленными неравномерностью

нагрева поверхности суши и моря. Чем больше контраст температур, тем сильнее ветер. Ветер достигает штормовых величин, если на составляющую бризового ветра накладывается ветер, обусловленный циркуляцией атмосферы. В среднем их продолжительность составляет до 15 ч в год.

Таблица 4

Ранжированный ряд по продолжительности штормовых ветров

Метеорологическая станция	Годовая продолжительность штормовых ветров, более 20 м/с		Отношение реальной мощности ветрового потока к теоретической мощности, %
	%	ч	
Ерейментау	0,4	35	43
Аркалык	0,29	25,4	49
Ф-Шевченко	0,18	15,8	48
Кульсары	0,13	11,4	47
Каркаралинск	0,08	7,0	52
Тюлькубас	0,033	2,9	56
Берлик	0,03	2,6	60
Кзылтау	0,01	1	64
Кызан	0,01	1	63
Аральское море	0,0	-	64
Бектауата	0,0	-	64
Атырау	0,0	-	60
Балхаш	0,0	-	68

На общем фоне распределения скоростей ветра по Казахстану восточное побережье Каспия выделяется как район наиболее перспективный, что связано с прохождением западных и южных циклонов. Именно этот район выделяется по силе ветров. Многолетние средние годовые скорости ветра достигают более 6 м/с [3,5].

Северное и северо-восточное побережье Каспия также является приоритетным для ветроэнергетики. Средняя годовая скорость ветра колеблется в пределах 4,5...6,0 м/с [3, 5].

Прикаспийская низменность, находясь ниже уровня моря до 28 м, является открытым пространством для местных ветров, которые проникают вглубь на 50...100 км в результате отсутствия препятствий.

Бризы имеют суточный и сезонный ход. Они могут быть усилены господствующим направлением ветра в результате адвекции воздушных масс. При этом уменьшается период затиший, который в среднем составляет на восточном берегу 50 %, на севере и северо-востоке более 50 %.

Хотя, согласно РД 52.04.275-89 [4], наиболее приемлемым является не более 30 % затиший (повторяемость градаций 0...5 м/с) и отсутствие штормовых ветров, однако эти районы предпочтительнее для размещения ветроэнергетических установок для утилизации ветрового потенциала.

## ***2. Казахский мелкосопочник***

Горные поднятия (Каргалы, Улытау, Ерейментау и др.) Казахского мелкосопочника в Карагандинской области являются районами возникновения местных ветров (фёнов), которые обусловлены прохождением циклонических образований в сочетании с местной орографией.

В тех случаях, когда воздушный поток, обусловленный общей циркуляцией атмосферы, встречает на своем пути горный хребет и не может обогнуть его, происходит перетекание воздуха по другую сторону хребта в наиболее низкие места. Наличие узких горных проходов между возвышенностями вызывает усиление «фёна» до штормового значения. Например, в районе гор Ерейментау и Улытау штормовой ветер наблюдается в среднем до 35 ч в году. Средняя годовая скорость в пересеченной местности Казахского мелкосопочника колеблется от 3,2 м/с до 5,7 м/с. Выделяются районы гор Ерейментау и Улытау со средними скоростями ветра 5,4...5,7 м/с.

Период затиший составляет в районе горных поднятий 50...60 % к югу, в районе оз. Балхаш, к северу и северо-западу возрастает до 70...80 %, что не совсем благоприятно для ВЭУ согласно РД.

Рассматривая данные по скорости ветра по всей территории мелкосопочника, сравнивая их, можно отметить, что его северная часть (районы

Ерейментау, Улытау, Аркалык, Каракаралинск, Берлик и пр.) более благоприятны для ВЭУ, чем южная (Балхаш, Кызылтау, Бектауата). Объясняется это наложением орографии и господствующего направления ветра в результате циркуляционных процессов.

### ***3. Районы горных долин и перевалов***

С приближением к горным массивам, расположенным на юге, юго-востоке и востоке Казахстана, скорости ветра уменьшаются до 2...3 м/с, а по узкой предгорной зоне даже до 1...2 м/с в среднем за год. Однако в этих районах выделяются очаги с повышенными годовыми скоростями ветра. К ним следует отнести такие районы, как Джунгарские ворота, Курдайский перевал, Чокпарский перевал и т.д.

Район Джунгарских ворот, МС Жаланашколь, средняя годовая скорость ветра 10,1 м/с. Более 50 % повторяемости различных градаций скоростей ветра отмечается со скоростью 0...5 м/с, значительная длительность штормовых ветров (скорость ветра >20 м/с) и ураганных ветров (скорость ветра более 35 м/с) [5].

Тюлькубасский ветер в районе Чокпарского перевала между гг. Таразом и Чимкентом (МС Тюлькубас) обусловлен сочетанием орографии и циркуляции атмосферы, мощность ветрового потока здесь больше, чем ветер южнее горных поднятий Казахского мелкосопочника. Средняя годовая скорость ветра составляет 3,5 м/с, период затиший – 80 %. Продолжительность штормовых ветров до 3 ч в год.

Кордайский перевал (МС Кордай) характеризуется средней годовой скоростью 4,2 м/с, однако, диапазон рабочих скоростей ветра в пределах 5...9 м/с составляет около 30 %, максимальная скорость ветра (порыв) достигает 34 м/с (40 м/с).

Таким образом, на основе проведенных теоретических расчетов с использованием многолетних метеорологических данных ветровых характеристик оценен ветроэнергетический потенциал территории Казахстана и определены перспективные районы для строительства ветроэнергетических установок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климат Казахстана / Под ред. А.С. Утешева. – Л.: Гидрометеоздат, 1959.- 366 с.
2. Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей / Под ред. К.Ш. Хайруллина. - СПб: Гидрометеоздат, 2005.- 231 с.
3. Научно-прикладной справочник климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1-6. – Л.: Гидрометеоздат, 1989.- 440 с.
4. Руководящий документ 52.04.275-89 «Проведение изыскательных работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок». Госкомгидромет СССР.- 1991.- 56 с.
5. Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. Раздел 5. - Алматы: Казгидромет, 2003.- 447 с.

Информационно-аналитический центр «РФГЗ» РГП «Казгидромет»

## ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫНЫҢ ЖЕЛ-ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОРЫН БАҒАЛАУ

К.Т. Елеуова  
Н.Р. Алиякбарова

*Бұл жұмыста метеорологиялық станциялардағы жел бойынша көпжылдық бақылаулар негізінде теоретикалық есептер жүргізіліп, келешегі бар аудандарға арналған жел-энергетикалық қондырғыларды құру үшін ұсыныстар берілген.*

УДК 504.3.05/.06

**РЕГИОНАЛЬНАЯ БАРОКЛИННАЯ МОДЕЛЬ АТМОСФЕРЫ**

Канд. геогр. наук А.Х. Ахмеджанов

*Разработка региональной бароклиновой модели атмосферы является актуальной задачей для территории Казахстана. В данной работе представлена численная региональная бароклиновая модель атмосферы.*

Основу всех численных моделей атмосферы составляют уравнения движения, притока тепла, неразрывности, переноса влаги и атмосферных примесей, представляющих собой систему уравнений гидротермодинамики атмосферы. Решение этой системы уравнений было связано в первую очередь с развитием численных методов прогноза погоды. Оперативная служба погоды в настоящее время пользуется схемами, основанными на интегрировании полных гидродинамических уравнений атмосферных процессов. Развитие численных методов происходит в различных направлениях [2–11]. Это, прежде всего, переход от прогноза погоды на сфере к прогнозу на ограниченной территории. Для детализации численной схемы необходим выбор более мелких шагов по времени и пространству. Важным моментом является повышение аппроксимации по геометрическим переменным. В создании полных схем необходим учет мезомасштабных процессов и их обратной связи на динамику крупномасштабных процессов. Комплекс алгоритмов численного решения задач физики атмосферы имеется в [4–5] на основе метода расщепления уравнений динамики атмосферных процессов. Метод расщепления основан на разбиении уравнений динамики атмосферы с учетом физически реализуемых этапов эволюции атмосферных процессов и в этом смысле он представляется естественным методом аппроксимации.

Для исследования атмосферных процессов эволюции поля скорости ветра, давления и температуры в бароклиновой атмосфере применяется система уравнений гидродинамики и переноса тепла применительно к атмосферным процессам регионального масштаба.

Система уравнений гидротермодинамики атмосферы в системе координат  $x, y, \zeta, t$  записывается в следующей форме:

$$\begin{cases}
\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial \xi} = -\frac{\partial \Phi}{\partial x} + lv + F_x, \\
\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial \xi} = -\frac{\partial \Phi}{\partial y} - lu + F_y, \\
\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} - \frac{RT}{g} (\gamma_\alpha - \gamma) \frac{w}{\xi} = \frac{E}{C_p}, \\
\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \xi} = 0, \\
\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} = -\frac{R}{\chi} T.
\end{cases} \quad (1)$$

где  $u, v$ - горизонтальные составляющие вектора скорости ветра по осям  $x, y$ ;  $\xi = p/p_0$ ;  $p$  - давление;  $P_0=1000$  гПа;  $W=d\xi/dt$  - аналог вертикальной скорости;  $R$  - газовая постоянная для сухого воздуха;  $\Phi = gz$  - геопотенциал;  $g$  - ускорение свободного падения;  $T$ -температура;  $l = 2 \overline{\omega} \sin \varphi$  - параметр Кориолиса;  $\overline{\omega}$  -угловая скорость вращения Земли;  $\varphi$  - ширина;  $\gamma_\alpha = \frac{\chi - 1}{\chi} \frac{g}{R}$  - сухоадиабатический градиент;  $\gamma = -\partial T / \partial z$  - вертикальный градиент температуры;  $F_x$  и  $F_y$  - проекции силы турбулентной вязкости на оси  $x$  и  $y$ ;  $E$  - приток тепла к единице массы в единицу времени.

В системе (1) примем условие адиабатичности ( $E=0$ ) и отсутствие влияния вязкости ( $F_x = F_y = 0$ ). В этом случае полученную систему оправданно использовать для вычисления краткосрочных изменений структуры атмосферы. При принятых допущениях система (1) из пяти уравнений содержит пять искомым величин  $u, v, w, \Phi, T$ , что в принципе позволяет рассчитать их значения в любой момент времени в пределах области интегрирования при заданных начальных и граничных условиях.

Система (1) включает три прогностических уравнения, содержащих производные по времени, и два - диагностических. Диагностические уравнения позволяют по трем спрогнозированным функциям  $u, v, T$  определить две другие функции:  $\omega$  и  $\Phi$ .

Для решения прогностических уравнений требуется значение начальных условий, которые должны представлять собой трехмерные поля трех метеорологических величин  $u, v, T$  или  $u, v, \Phi$ . Восстановление

поля метеорологического элемента по данным его измерений на нерегулярной сети станций производится методами численного или объективного анализа [1]. При решении данного вопроса был разработан алгоритм численного анализа данных на базе весовой анизотропной интерполяции. Значение метеоэлемента в интерполируемом узле представляется в виде

$$\varphi_0 = \sum_{v=1}^m a_v f_v / \sum_{v=1}^m a_v, \quad (2)$$

где  $a_v$  - веса, определяемые из решения следующей системы

$$\sum_{k=1}^m a_k r_{kv} = r_{ov}, \quad v = \overline{(1, m)}, \quad (3)$$

где  $r$  - расстояние.

В случае совпадения узла сетки с местоположением станции наблюдения вычисляемое значение функции будет равен измеренному. Как и в оптимальной интерполяции, веса учитывают особенности расположения станций между собой и относительного узла.

Вторым этапом численного анализа метеорологических полей является процедура согласования интерполированных значений на основе принимаемых уравнений движения и переноса, которые накладывают определенные ограничения. В этом этапе ограничениями служат уравнения статики и геострофичности, а также уравнения баланса и бездивергентности, а также уравнения неразрывности. Наиболее часто применяемыми методами согласования являются вариационные, постановка задачи при которых сводится к следующему.

Пусть  $\Phi^0, u^0, v^0, T^0$  - исходные поля геопотенциала, горизонтальных составляющих скорости ветра и температуры соответственно, полученные в результате численного анализа. Требуется найти такие функции  $\Phi, u, v, T$ , которые обеспечивают минимум функционала

$$\iiint_G [\alpha^2_H (\Phi - \Phi^0)^2 + \alpha^2_v (V - V_0)^2 + \alpha^2_T (T - T^0)^2] dG \rightarrow 0 \quad (4)$$

и удовлетворяют соотношениям:

$$u = -\frac{1}{l} \frac{\partial \Phi}{\partial y}, \quad v = \frac{1}{l} \frac{\partial \Phi}{\partial x}, \quad T = \frac{\partial \Phi}{\partial \xi}, \quad V^2 = u^2 + v^2. \quad (5)$$

Здесь  $z = R \ln(p/p_0)$ ,  $p_0 = 1000$  гПа;  $R$  - газовая постоянная;  $\alpha_H, \alpha_v, \alpha_T$  - веса, придаваемые информации геопотенциала, ветра и температуре. Вводятся следующие соотношения:

$$q = \alpha^2_H / \alpha^2_v, \quad \chi = \alpha^2_T / \alpha^2_v.$$



Так как функционал квадратичный, а наложенные связи линейные, то задача имеет единственное решение. Приемами вариационного исчисления она сводится к решению уравнения для отклонений  $\varphi$  согласованного геопотенциала  $H$  от исходного  $H^0$

$$\Delta\varphi + fl^2\varphi_{\xi\xi} - ql^2\varphi = l(v_x^0 - u_y^0) - \Delta\Phi^0 + fl^2(T^0_2 - H^0_{\xi\xi}) \quad (6)$$

Решение задачи согласования состоит из двух этапов. На первом этапе интегрируется уравнение эллиптического типа, в результате чего определяются согласованный геопотенциал  $\Phi = \Phi^0 + \varphi$ . На втором этапе рассчитываются согласованные компоненты ветра и температуры на основе геострофических соотношений. При интегрировании указанного уравнения применяется экстраполяционный метод Либмана.

Граничные условия должны отражать влияние внешней по отношению к области интегрирования среды на исследуемые процессы.

На верхней границе атмосферы, то есть при  $G=0$  ( $z \rightarrow \infty$ ) можно воспользоваться условием отсутствия потока массы

$$\rho W \Big|_{z \rightarrow \infty} = 0, \quad (7)$$

где  $W = dz/dt$  - вертикальная скорость в системе  $x y z t$ .

В используемой нами изобарической системе координат для аналога вертикальной скорости  $\omega$  условие на верхней границе атмосферы запишется в виде:

$$\omega \Big|_{\xi=0} = 0.$$

На нижней границе атмосферы при отсутствии неровностей будем иметь следующее граничное условие:

$$\frac{\partial\Phi}{\partial t} + u \frac{\partial\Phi}{\partial x} + v \frac{\partial\Phi}{\partial y} - \omega RT = 0 \quad \text{при } \xi=1. \quad (8)$$

При учете неровностей рельефа в постановке нижнего граничного условия возникают дополнительные трудности, то есть в этом случае уровень  $\xi=0$  не совпадает с поверхностью Земли. В этом случае учитываются орографические вертикальные точки, порождаемые обтеканием рельефа:

$$W_{op} = u \frac{\partial\Phi_r}{\partial x} + v \frac{\partial\Phi_r}{\partial y},$$

где  $\Phi_r(x, y)$ - геопотенциал подстилающей поверхности. При этом используется предположение, что к уровню  $\xi = 1$  относятся орографические вертикальные точки. Тогда нижнее граничное условие можно записать в виде:

$$\frac{\partial\Phi}{\partial t} + u \frac{\partial\Phi}{\partial x} (\Phi - \Phi_r) + v \frac{\partial\Phi}{\partial y} (\Phi - \Phi_r) - \omega RT = 0 \quad \text{при } \xi=1.$$

При построении численных моделей атмосферы на ограниченной территории возникает сложная проблема, связанная с постановкой боковых граничных условий. Если боковые условия поставлены неправильно, то на границах и вблизи них возникают фиктивные волны с большой амплитудой, которые могут распространяться внутрь области определения решений и тем самым искажают правильное решение.

Атмосферные процессы на ограниченной территории непосредственно связаны с процессами, происходящими над другими районами. На разделяющей их границе происходят процессы, описываемые уравнениями самой модели. Следовательно, можно рассчитывать все зависимые переменные на боковых границах, применяя направленные внутрь области конечные разности по  $x$  и  $y$  таким образом, чтобы для их вычисления требовались сеточные значения функции внутри расчетной области.

В задачах термодинамики атмосферы учесть на границе стоки и истоки практически невозможно. Потому нами был применен подход с использованием так называемых буферных зон. В пределах буферных зон решается краевая задача для уравнения Лапласа с изменяющимися во времени граничными условиями. Этот способ используется в оперативной модели национального метеорологического центра США [2].

Для численного интегрирования рассматриваемой системы термодинамики атмосферы используется явная конечно-разностная схема на расштанной сетке с дробным шагом по времени. Используя конечно-разностную аппроксимацию производных по времени и начальные сеточные значения  $u^{t_0}_{ijk}$ ,  $V^{t_0}_{ijk}$ ,  $T^{t_0}_{ijk}$ , с помощью прогностических уравнений

вычисляются усредненные по пространству их значения в точках  $i + \frac{1}{2}$ ,  $j$

$+ \frac{1}{2}$ ,  $k + \frac{1}{2}$ . На этой базе и соответствующих уравнений могут быть полу-

чены значения на дробном шаге по времени  $n + \frac{1}{2}$ . С помощью уравнений

гидростатики и непрерывности определяются значения геопотенциала и вертикальной скорости. Полученные значения могут служить начальными условиями для последующей такой же процедуры и позволяют получить значения для полного шага по времени. На рис. 1 представлена схема региональной численной модели атмосферы.



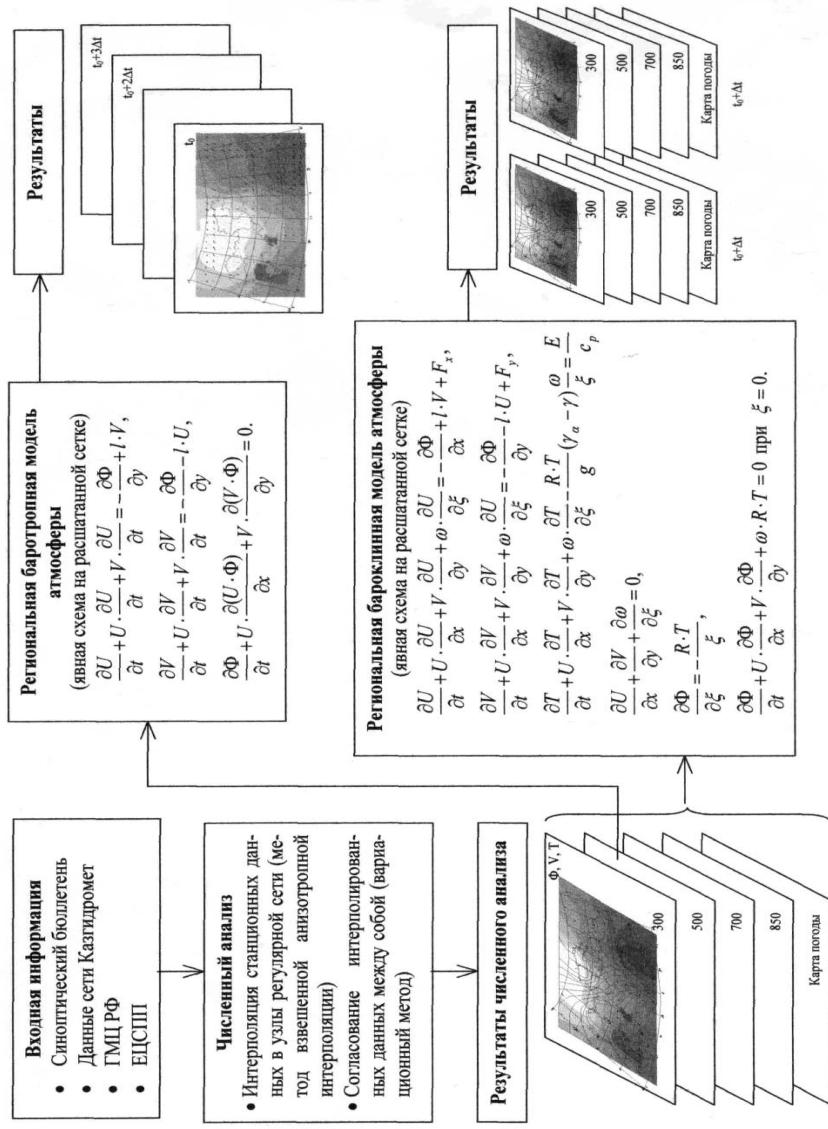


Рис.1. Схема региональной численной модели атмосферы



Реализация изложенной схемы была выполнена применительно к прогнозу барических поверхностей от 1000 гПа до 100 гПа с шагом 100 гПа по вертикали. В качестве исходных данных использовались значения  $\Phi$ ,  $U$ ,  $V$ ,  $T$  из синоптических бюллетеней прошлых лет. Шаг расчетной сетки на плоскостях  $xOy$  был равен 50 км. Результатами расчетов являются карты приземной обстановки и синоптической ситуации на барических уровнях 850 гПа, 700 гПа, 500 гПа и 300 гПа по территории Казахстана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов А.Х., Балакай Л.А. Региональная модель численного анализа метеорологических полей на территории Республики Казахстан. // Гидрометеорология и экология. - 2001. - № 3- 4. - С. 7-13
2. Белов П.Н., Борисенков Е.П. Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды - Л.: Гидрометиздат, 1989. - 376 с.
3. Кибель И.А. Введение в гидродинамические методы краткосрочного процесса погоды. - М.: Госиздат, 1957. - 375с.
4. Марчук Г.И. Численные методы в прогнозе погоды. - Л.: Гидрометеоздат, 1967. - 356с.
5. Марчук Г.И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана.- Л.: Гидрометеоздат, 1974.- 303с.
6. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982, 320с.
7. Марчук Г.И., Агошнов В.Н. Введение в проекционно-сеточные методы.- М.: Наука, 1981. - 414с.
8. Марчук Г.И., Дымников В.П. и др. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы. - Л.: Гидрометеоздат, 1984. - 320с.
9. Монин А.С. Прогноз погоды как задача физики атмосферы. - М.: Наука, 1969. - 184с.
10. Томпсон Ф.Д. Анализ и предсказание погоды численными методами.- М.: Изд. иллюстр., 1962. - 239с.
11. Юдин М.И. Новые методы и проблемы краткосрочного прогноза погоды. - Л.: Гидрометеоздат, 1963. - 404с.

Институт космических исследований МОН РК

## **ЖЕРГІЛІКТІ БАРОКЛИНДЫҚ АТМОСФЕРАЛЫҚ МОДЕЛІ**

Геогр. ғылым. канд. А.Х. Ахмеджанов

*Қазақстан аумағындағы жергілікті атмосфералық процесстердің қасиеттерін зерттеу өзекті мәселе болып келеді. Осы жұмыста бұл процесстерді зерттеуге мүмкіндік беретін атмосфераның жергілікті бароклиндық сандық моделі келтірілген.*

УДК 556.55

**О НЕОБХОДИМОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА  
ВОДОСЛИВНОЙ ПЛОТИНЫ НА ОЗЕРЕ БАЛХАШ  
В ПРОЛИВЕ УЗУН - АРАЛ**

Канд. геогр. наук

В.В. Голубцов

Канд. техн. наук

В.И. Ли

*Рассматривается вопрос о необходимости проектирования и в дальнейшем строительства водосливной плотины в проливе Узун–Арал в связи с ухудшением водохозяйственной ситуации обусловленной увеличением водопотребления в бассейне р. Или.*

Озеро Балхаш является одним из крупнейших внутриконтинентальных водоемов земного шара [2, 8, 9]. Он состоит из двух частей: Западного и Восточного Балхаша, соединяющихся проливом Узун-Арал. Эти части существенно различаются по глубине, объему водных масс и минерализации воды. Площадь всего озера при отметке 342,5 м составляет 19224 км<sup>2</sup>. В его западную часть впадает р. Или, имеющая многорукавную дельту, а в восточную часть – рр. Каратал, Лепсы и Аксу, а также ряд небольших равнинных рек. Уровень Балхаша характеризуется значительными циклическими колебаниями и зависит в основном от стока впадающих в него рек. В современных условиях изменение уровня водоема зависит не только от природных факторов, определяющих величину речного стока, но и от режима работы Капчагайской ГЭС и безвозвратного водопотребления в верхней части бассейна р. Или на территории КНР, а также в средней части бассейна на территории Республики Казахстан.

Солевой режим озера Балхаш уникален. В течение многолетней истории существования этого внутриматерикового бессточного водоема запас солей, растворимых в его воде, остается практически постоянным. Это объясняется тем, что соли, поступающие в озеро со стоком воды впадающих в него рек, расходуются в основном на разложение карбонатных соединений в процессе поддержания карбонатного равновесия в воде озера. Кроме того, содержащиеся в воде соли расходуются при фильтрации воды в ложе водоема, а также путем ветрового выноса солей, откладыва-



ющихся в береговой зоне озера в процессе периодического изменения в нем уровня воды.

Минерализация воды озера в естественном состоянии увеличивается с запада на восток от 0,6 г/л до 5,2 г/л, причем вода западной части озера является практически пресной (0,6...1,1 г/л), а вода восточной части - соленой (4,2...5,2 г/л). Такое распределение минерализации воды обусловлено различием в величине поступления речного стока в западную и восточную части водоема. В естественных условиях сток воды р. Или, впадающей в западную часть озера, в среднем в 3,6 раза превышает суммарный сток рек (Лепса, Аксу и Каратал), впадающих в восточную часть водоема. Превышение стока р. Или над суммарным стоком указанных рек препятствует поступлению сильно минерализованных вод Восточного Балхаша в его западную часть, т.е. ограничивает водообмен между отдельными частями водоема, происходящий, в основном, под действием ветра.

В 70-х – 80-х годах прошлого века поступление воды в Западный Балхаш, в основном в результате увеличения затрат воды на заполнение водохранилища Капшагайской ГЭС и испарения с его поверхности, а также увеличения потерь в дельте р. Или, привело к увеличению запаса солей в озере и повышению минерализации воды его западной части. После прекращения заполнения этого водохранилища запас солей и минерализация воды в западной части озера несколько уменьшились. В дальнейшем по мере сокращения притока воды р. Или в Западный Балхаш процесс увеличения указанных характеристик может возобновиться. На это может указывать понижение уровня озера в 2006 г. по сравнению с 2005 г. на 7 см.

Исследования водного и солевого режима показывают, что стабилизация и некоторое сокращение минерализации воды западной части, возможно, путем увеличения речного стока в эту часть, а также путем прекращения поступления высокоминерализованных вод Восточного в Западный Балхаш. Первый путь решения указанной проблемы практически невозможен в связи с увеличением водопотребления в бассейне р. Или как в пределах СУАР КНР, так и в пределах Республики Казахстан. Второй путь решения рассматриваемой проблемы, впервые предложенный и обоснованный казахстанскими гидрометеорологами [1, 6, 7, 10] в начале 70 – х годов прошлого века, является вполне реальным. Он может быть реализован путем строительства плотины с регулируемым водосбросом в проливе Узун–Арал. Плотина в проливе Узун–Арал позволит поддержи-

вать минерализацию воды Западного Балхаша на уровне 2 г/л, а в дальнейшем, когда речной сток в озеро в результате его использования существенно сократится, даст возможность сохранить западную часть озера путем стабилизации его уровня на отметке 342...343 м. Рассматривая необходимость реконструкции котловины озера Балхаш путем строительства водосливной плотины в проливе Узун–Арал как крайнюю меру, мы полагаем, что в условиях увеличивающегося использования стока р. Или в СУАР КНР и Республике Казахстан такая перспектива представляется вполне реальной.

Поэтому следует считать необходимым уже в настоящее время проработать различные сценарии развития водохозяйственной ситуации в бассейне озера, в том числе - начать разработку проектной документации на уровне Технико-Экономического Доклада (ТЭДа) по проектированию гидроузла (плотины с регулируемым водосбросом) в проливе Узун–Арал для поддержания минерализации воды Западного Балхаша не выше 2г/л путем прекращения поступления высокоминерализованной воды из Восточного в Западный Балхаш и в случае необходимости стабилизации его уровня на отметке не ниже 341,0 м.

Научные сотрудники РГП «Казгидромет», располагающие современной моделью расчета уровня и минерализации озера Балхаш и его отдельных частей [1, 3-7, 10] могут принять участия в разработке ТЭДа по вопросам обоснования необходимости строительства плотины с регулируемым водосбросом в проливе Узун–Арал.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья / Под ред. И.И. Скоцеляса.–СПб: Гидрометеоиздат, 1995. – 269 с.
2. Гидрологические и водохозяйственные аспекты Или-Балхашской проблемы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 312 с.
3. Голубцов В.В., Жиркевич А.Н. Водный баланс озера Балхаш и динамика его элементов в естественных условиях и при проведении в бассейне водохозяйственных мероприятий // Тр. КазНИГМИ. – 1973.–Вып. 50.–С. 153-177.
4. Дуйсенов С.Т. Проблема озера Балхаш в связи с водохозяйственным использованием стока в его бассейне // Метеорология и гидрология.–1975.–№ 9.– С. 59-67.

5. Кудеков Т.К., Голубцов В.В., Ли В.И. Современные изменения природной среды и гидрологический режим озера Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 3. – С. 64-72.
6. Курдин Р.Д, Рубинович С.А. Внутриводоемный водо - и солеобмен и его роль в распределении минерализации воды по длине оз. Балхаш // Тр. КазНИГМИ.-1975. – Вып.52. –С. 40-63.
7. Курдин Р.Д, Рубинович С.А., Чистяев В.Б. О возможности регулирования уровня и минерализации воды Западного Балхаша с помощью плотины в проливе Узун-Арал и переброски стока р. Каратал // Тр. КазНИГМИ.-1975. – Вып.52. –С. 87-106.
8. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш / Под ред. А.Б. Самаковой. –Алматы: Изд-во «Каганат», 2003. – 584 с.
9. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2002. –388 с.
10. Чистяева С.П. Водохозяйственная эффективность разделения озера Балхаш Узун-Аральской перемычкой // Тр. КазНИИ Госкомгидромета СССР. –1981.- Вып. 73. – С. 101-125.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

## **БАЛХАШ КӨЛІНДЕ ҰЗЫН- АРАЛ БҰҒАЗЫНДАҒЫ СУАҒАР БӨГЕТІН ЖОБАЛАУ ҚАЖЕТТІЛІГІ ТУРАЛЫ**

Геогр. ғылым. канд.      В.В. Голубцов  
Техника ғылым. канд    В.И. Ли

*Іле өзенінің су шаруашылығының нашарлау жағдайымен су тұтынушылардың көбеюіне байланысты, Ұзын - Арал бұғазындағы су ағар бөгетінің құрылыс және жобалау мәселесі қарастырылып жатыр.*

УДК 556.536.

### МАКСИМАЛЬНЫЕ УРОВНИ ВОДЫ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ СЫРДАРЬИ

Докт. геогр. наук Р.И. Гальперин  
А.А Белгожаева

*Исследовано изменение пропускной способности сечения Сырдарьи в разных створах. Для выбранного расчетного периода оценены максимальные уровни воды редкой повторяемости.*

Максимальные в году уровни воды в реках  $H$  тах определяются максимальными их расходами, в некоторых случаях связаны с ледовыми явлениями, а кроме того, заметную роль могут играть и русловые процессы.

Значительных рек с естественным гидрологическим режимом в Казахстане фактически не осталось. На все три упомянутых определяющих фактора в той или иной степени влияют антропогенные воздействия. Из больших рек в этом отношении особенно показательна Сырдарья. Водохранилища, и прежде всего Токтогульское (полный объем  $19,5 \text{ км}^3$ ), режим их эксплуатации стали почти полностью определять обстановку в нижнем течении реки. Здесь нередки опасные поднятия уровня, затопление приречных территорий, что частично связано с изменением пропускной способности сечения реки. А переход гидроузла на энергетический режим эксплуатации породил опасность зимних паводков.

В отношении водности реки выделяют четыре периода [3]:

- до 1960 г. – условно-естественный;
- 1961...1973 гг. – с существенным уменьшением стока;
- 1974...1987 гг. – с резко уменьшенным стоком;
- с 1988 г. – с относительно повышенным стоком.

Сравнительная характеристика этих периодов по трем постам приведена в табл. 1. Рассмотрены характеристики: средний годовой сток ( $Q_{\text{ср.год}}$ ), средний из годовых максимумов ( $Q_{\text{ср.макс.}}$ ), максимальный мгновенный расход воды за весь период ( $Q_{\text{макс.}}$ ). По посту г. Казалинск за последний период данные неполные.

Таблица 1

Характеристики стока в нижнем течении Сырдарьи по периодам

Период, годы	<i>Q</i> <sub>ср.год</sub> , м <sup>3</sup> /с	<i>Q</i> <sub>ср.макс.</sub> , м <sup>3</sup> /с	<i>Q</i> <sub>макс.</sub> , м <sup>3</sup> /с
Нижний бьеф Шардаринского водохранилища			
до 1960	735	-	-
1961...1973	550	(1444)	(2060)
1974...1987	272	926	1590
1988...2004	528	1120	1590
ст. Тюмень-Арык			
до 1960	699	(1760)	(2730)
1961...1973	485	1169	1740
1974...1987	217	624	1030
1988...2004	460	832	1220
г. Казалинск (Казанлы)			
до 1960	488	(882)	(1650)
1961...1973	306	(762)	(1480)
1974...1987	44,9	175	436
1988...2004	(211)	(368)	(570)

Существенные изменения стока, в том числе максимального, от периода к периоду очевидны.

Внутригодовое распределение стока тоже заметно изменилось, особенно с 90-х гг., когда Токтогульское водохранилище перешло на энергетический режим эксплуатации. Изменения характеризуются табл. 2, составленной по данным Казгипроводхоза.

Таблица 2

Динамика притока воды к Шардаринскому водохранилищу

Период, годы	Средний приток, км <sup>3</sup>		Приток, %	
	зимний	летний	зимний	летний
1976...1988	5,9	6,2	48,5	51,5
1989...2000	11,5	7,2	61,4	38,6

Изменения в сторону увеличения доли зимнего притока несомненны. Если до 1988 г. летние попуски превосходили зимние, то в последующий период зимние удвоились и стали примерно в 1,5 раза больше летних.

Часть притока к Шардаринскому водохранилищу сбрасывается в Арнасайское понижение (теперь – озеро). По данным Казгипроводхоза за 8 лет периода 1993...2000 гг. сюда сброшено 26,4 км<sup>3</sup> воды. Сбрасывалось 6...31 % притока, в среднем – 16 %; только в 1994 г. сброшено 9,2 км<sup>3</sup>.

Ниже водохранилища в Сырдарью впадает р. Арысь.

Количественные изменения стока неизбежно сказываются на всех гидрологических характеристиках в нижнем течении реки. Но по всем створам участка сохраняется согласованность многолетнего хода стока, в том числе и в части максимальных расходов воды. Так, за период 1990...2004 гг. связь максимальных расходов воды в створах Нижний бьеф Шардаринского водохранилища и ур. Коктюбе характеризуется коэффициентом корреляции 0,83, а в створах ур. Коктюбе и ст. Тюмень-Арык – 0,85.

Иное дело – максимальные уровни воды. Их временной ход по постам отнюдь не синфазен. Несмотря на увеличение сбросов с конца 80-х гг., в нижнем бьефе Шардаринского водохранилища, как следует из рис.1, сохраняется тенденция снижения высших годовых уровней воды, тогда как у ст. Тюмень-Арык, *H<sub>max</sub>* повышались до 1998 г., а в районе Казалинска с конца 80-х гг. к 2004 г. явно не прекращается повышение *H<sub>max</sub>*.

Причин такого расхождения может быть две: направленные русловые процессы и влияние ледовых явлений.

Общие положения классической гидрологии позволяют ожидать увеличения пропускной способности русла за Шардаринской плотиной: непосредственно ниже нее - за счет увеличенных скоростей течения в нижнем бьефе, а на более значительном участке – за счет увеличения размыва осветленным потоком, т.е. нарушения равновесия между его транспортирующей способностью и количеством наносов. Но еще ниже по течению возможна обратная тенденция: уменьшение водности реки провоцирует отложение наносов в сечении, их аккумуляцию. В то же время определенную роль могут сыграть и хозяйственные мероприятия: расчистка русла, возведение дамб обвалования и др.

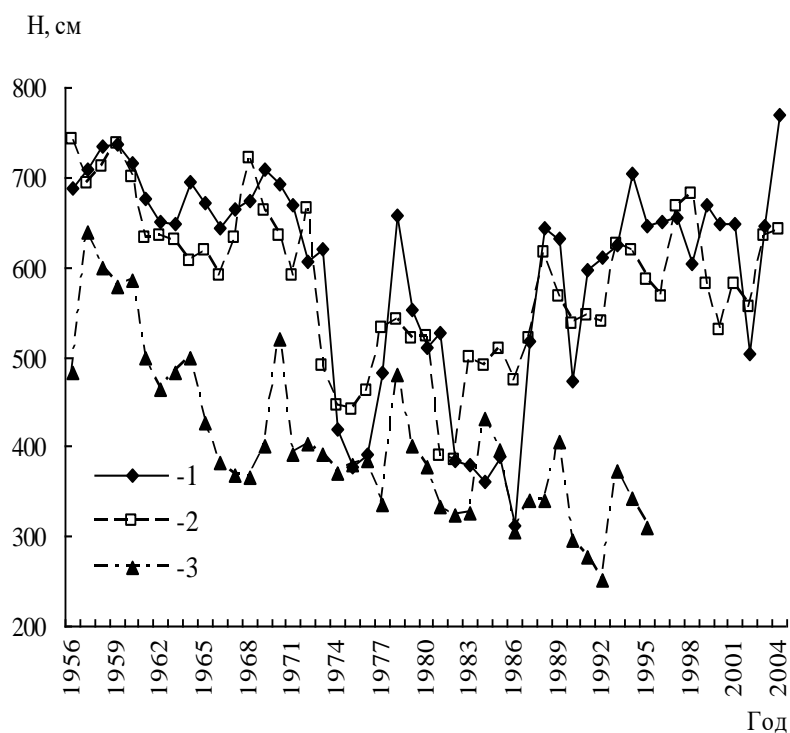


Рис. 1. Многолетний ход максимальных уровней воды ( $H$ , см) по постам на р. Сырдарье. 1- г. Казалинск, 2- ж.-д. ст. Тюмень-Арык, 3- нижний бьеф Шардаринское водохранилище

Обратимся к натурным данным. Чувствительным показателем интенсивности русловых процессов, снижения или увеличения пропускной способности сечения в створе реки, являются известные кривые связи расходов и уровней воды  $Q = f(H)$ . Поскольку данные по измеренным расходам воды на постах практически недоступны, такие кривые для пяти створов построены по средним месячным значениям максимальных уровней и расходов воды, с привлечением в ряде случаев максимальных годовых уровней воды и соответствующих им расходов воды на ту же дату. Кривые построены отдельно для месяцев холодного и теплого периодов. Заметим, что для зимнего периода в связи с влиянием ледовых явлений отдельные точки «отскакивают» и не соответствуют общей зависимости. Результаты расчетов по трем створам представлены в табл. 3...6.

Как следует из табл. 3, пропускная способность сечения в Нижнем бьефе Шардаринского вдхр. почти непрерывно увеличивалась (исключая 2002 г.). Так, в теплый период в 1985...1988 гг. при уровне  $H = 50$  см оно

пропускало 25 м<sup>3</sup>/с, а в последние годы – 200 м<sup>3</sup>/с, то есть на порядок выше. При  $H = 400\text{см}$  – соответственно 1000 и 1490 м<sup>3</sup>/с, т. е. разница в 1,5 раза.

Таблица 3

Координаты кривых  $Q = f(H)$  в створе Нижний бьеф Шардаринского водохранилища в разные годы

$H, \text{см}$	Год							
	1985...1988	1989	1990	1991...1992	1993...1995	1996...1998	2002	1999...2001, 2003...2004
Теплый период								
25					90			145
50	25				135	150		200
75	55				170	190		245
100	90			120	215	230		300
125	135			175	265	295		370
150	190		200	240	315	365	400	450
175	250	250	280	325	370	440	475	530
200	310	310	365	400	445	535	555	620
225	380	385	455	495	530	635	660	705
250	465	465	550	585	630	750	770	805
275	555	555	650	700	755	885	870	925
300	640	655	750	805	875	1020	980	1045
325	725	770		935	990	1150		1180
350	815	880			1110	1290		1340
375	910	980			1245	1425		1490
400	1000	1085			1370	1600		1600
425	1110	1200			1480			
450	1215				1600			
475	1335							



H, см	Год								
	1985...1988	1989...1990	1991...1993	1994...1995	1996...1997	1998...1999	2000...2001	2002	2003...2004
	Холодный период								
100	75	100		210					
125	105	138		252	270	283	337		
150	163	200	250	307	345	372	410	390	478
175	213	257	318	373	425	462	492	478	537
200	268	322	400	450	522	560	590	570	620
225	338	400	487	550	633	663		663	717
250	425	485	588	663	820	810			805
275	523	613	713						900

Самая ранняя дата наступления  $H_{max}$  в 1985...2004 гг. – 15.03. Согласно справочным данным самая поздняя дата с ледовыми явлениями 19.02. Значит, максимальные уровни воды наступают при открытом русле, их значения в ряду  $H_{max}$  генетически однородны. Для данного створа целесообразна статистическая обработка ряда  $H_{max}$ , без учета ледовых явлений.

Хотя кривые почти непрерывно смещаются вправо, вряд ли возможна экстраполяция их положения на годы вперед. В то же время 2002 г. показал, что не исключены противоположные смещения. Поэтому при статистической обработке ряда за расчетный принят период 1990...2004 гг.

По посту ур. *Коктобе* данные наблюдений неполные. Имеющиеся материалы (табл. 4) свидетельствуют об общем уменьшении пропускной способности сечения в теплый период, хотя крайнее левое положение занимает кривая маловодного 2000-го года. С увеличением водности реки в 2001 г., видимо, произошел размыв русла, но затем до 2004 г. продолжилась тенденция уменьшения его пропускной способности.

Координаты кривых  $Q = f(H)$  р. Сырдарья – урочище Коктюбе  
за теплый период в разные годы

$H$ , см	1985...1987	1988...1993	1994	2000	2001	2002...2004
200	35					
250	80					
300	162	125		45	75	
350	255	207		115	145	
400	357	300	307	190	230	
450	455	417	375	277	333	295
500	605	555	485	368	433	402
550	712	692	600	455	535	505
600	900	835	712			645
650	1105	1000	900			800
700			1100			955

За зимний период – последовательное уменьшение пропускной способности сечения, хотя имеются значительные «отклонения» отдельных точек, а за 1994 г. кривую вообще не удалось построить.

В то же время из пяти значений максимальных уровней воды, превышающих 700 см над «нулем поста», четыре приходятся на теплый период, и лишь одно – на февраль. Таким образом, возможна статистическая обработка ряда высших годовых уровней воды.

По станции *Тюмень-Арык* (табл. 5) за теплый период – неоднозначные изменения кривых  $Q = f(H)$ . Наибольшая за 20 лет пропускная способность сечения была в 1994...1997 гг., затем – картина сложная, но в целом преобладает тенденция к понижению пропускной способности, ее минимум – в 2004 г. Вообще же изменения уровня при пропуске одного и того же расхода воды – в пределах 1...1,2 м.

Сходные тенденции – в зимний период. Но зимние кривые заметно выше летних лишь в области малых расходов воды, при больших расходах разница невелика. Сделан вывод, что возможна обработка единого ряда годовых максимальных уровней воды.

В створе поста *пгт. Тасбулет* максимальные уровни воды в основном приходятся на зимний период. О значительном влиянии ледовых явлений свидетельствует и тот факт, что некоторые точки на графике связи «отскакивают» от соответствующих кривых, и нередко это происходит для дат наступления  $H_{max}$ . При этом не совпадают даты максимальных уровней и максимальных расходов воды. Для получения расчетных  $H_{max}$  следует использовать кривую обеспеченности максимальных зимних уровней или же годовых максимумов (что почти одно и то же).

Таблица 5

Координаты кривых  $Q=f(H)$  р. Сырдарья – ж.-д. ст. Тюмень-Арык  
за теплый период в разные годы

$H, см$	Год							
	1985...1989	1990...1993	1994...1997	1998	1999	2000...2001	2002...2003	2004
Теплый период								
200						90		
225	35		125			110		
250	70		155			130		
275	108		190			158		
300	150	132	225			190		
325	190	175	265		345	225		
350	235	215	310		387	268	345	240
400	338	305	408	415	480	367	410	330
450	450	425	525	480	590	475	540	440
500	585	560	675	558	707		675	515
525	655	650	780	595	762		745	567
550	740	750	885	638	825		810	620
575	815	835	975	685	885		895	675
600		925	1070	735				740
625			1165	790				
650				850				
675				908				
$H, см$	Год							

	1985...1986	1990	1996...1998	1999	2003	2004
Холодный период						
225	50					
250	60					
275	75					
300	85					
325	100	115				
350	118	158			250	
375	140	245	360	455	300	
400		315	405	485	355	
425			460	522	425	
450			530	570	483	
475			585	625	560	
500				690		600
525						630
550						660
575						690
600						722

По посту *г. Казалинск (Казанлы)* в зимний период (табл. 6). В зимний период наблюдается явное увеличение пропускной способности сечения в последние годы. При этом связи уровней и расходов воды в последние годы очень слабые, включая и летний период, что вселяет сомнение в качественности наблюдений.

Появление ледовых форм здесь возможно уже в середине октября, а их исчезновение в середине апреля. Средние их даты приходятся на 21.11 и 30.03. Почти все годовые максимумы уровня воды приходятся на холодный период. Самый высший уровень за 20 лет приходится на 29.02.04, он связан с ледовыми явлениями, и ему соответствовал не слишком высокий расход воды – 345 м<sup>3</sup>/с.

Лучшим вариантом оценки расчетного уровня воды является использование кривой обеспеченности максимальных годовых уровней воды.

Таблица 6

Координаты кривых  $Q = f(H)$  р. Сырдарья – г. Казалинск

за зимний период

$H, см$	1985, 1986, часть 1987, 1991, 1996	1989...1990	1991...1992 февраль	1998	2001	2002...2003
200	20					
250	34	100				
300	58	115				
350	85	135	160			
400	120	156	187	190		287
450	150	178	245	239		325
500	165	205		273		373
525	180	240		318	280	440
550	195	280		405	295	
575	210				315	
600					333	
625					353	

Итак, налицо не только существенные изменения стока, в том числе максимального, но и внутригодового его распределения, разнонаправленность русловых процессов, большое влияние ледовых явлений на в  $H$  тах нижних створах. Далее – можно считать, что во всех створах большинство величин  $H$  тах генетически однородны.

В итоге для оценки расчетных  $H$  тах следует, во-первых, ограничить расчетный период, а во-вторых, использовать для этой цели ряды годовых максимумов уровней воды.

Произведен расчет максимальных уровней воды различной обеспеченности по пяти постам по рядам годовых  $H$  тах за период 1990...2004 гг. В отношении максимальных уровней воды данного участка Сырдарьи обычна ситуация, когда нижняя часть ранжированного ряда подчиняется одному закону распределения, верхняя – другому. Чаще всего это – положительная асимметричность распределения для низких  $H$  тах и отрицательная – для высоких. Поэтому использован вариант усеченного распределения [1,2]. Результаты расчетов представлены в табл. 7.

Расчетные значения максимальных уровней воды в створах гидропостов

Створ	$C_s$	$H_{1\%}$ , м БС	$H_{10\%}$ , м БС
Нижний бьеф Шардаринско-го водохранилища	0	234,75	234,10
уч. Коктюбе	-2,0	180,41	180,33
ж.-д. ст. Тюмень-Арык	-1,4	161,03	160,72
пгт. Тасбугет	-1,0	129,15	128,90
г. Казалинск	3,0	68,84	67,17

Значения  $C_s$  в табл. 7, исключая верхний створ, получены для верхних частей ранжированных рядов. Для двух верхних створов использован и другой вариант расчета. По данным Казгипроводхоза максимальный сбросной расход с плотины Шардаринского водохранилища 1830 м<sup>3</sup>/с. По средней кривой  $Q = f(H)$  для периода открытого русла за 1996...2004 гг. этому расходу соответствует уровень 234,50 м БС. Результат близок к ранее рассчитанному (табл. 7).

По связи максимальных расходов воды в створах Нижний бьеф Шардаринского вдхр. и ур. Коктюбе получено, что сбросному расходу 1830 м<sup>3</sup>/с во втором створе соответствует расход 1250 м<sup>3</sup>/с. Ему, в свою очередь, соответствует уровень 180,50 м БС, что почти совпадает с расчетным уровнем обеспеченностью 1 % (табл. 7).

Итак, по двум створам два разных метода оценки высших  $H_{max}$  дали близкие результаты.

Разница в уровнях воды при одной и той же водности реки в разные годы ( $\Delta H$ ) по верхним створам (от плотины до ст. Тюмень-Арык) составляет от 0,5 до 1,2 м. В тех же пределах она находится в теплый период и по нижним створам. Но в период с ледовыми явлениями в районе Казалинска она доходит до 1,5 м, у Тасбугета – до 1,8 м, а в отдельных случаях – даже до 2,1 м.

Данные табл. 7 представляют результат комплексного анализа динамики максимальных уровней и расходов воды, пропускной способности сечений реки в разных створах, влияния ледовых образований на высокие уровни воды. Нам представляется, что они являются обоснованным приближением к возможным (ожидаемым) высшим  $H_{max}$  в сложнейших условиях нижнего течения Сырдарьи. В то же время необходимо иметь в

виду, что в связи с неустойчивостью русла, большими значениями  $\Delta H$  при одной и той же водности реки, точная оценка просто невозможна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гальперин Р.И. Использование усеченных кривых распределения для расчета максимальных уровней воды в реках// Вестник КазГУ. Серия географическая.-1999.- № 8-9. – С. 56-61.
- 2 Гальперин Р.И. Риск затопления приречных территорий Западного Казахстана// Геология регионов Каспийского и Аральского морей. - Алматы: Изд-во «КазГЕО», 2004. – С. 409-415.
- 3 Омаров К.А. Влияние антропогенных нагрузок на качество воды в низовьях Сырдарьи и пути его улучшения// Автореф. дис... канд. геогр. наук. – Алматы: ИГ АН КазССР, 2001.- 29 с.

Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы  
Научно-производственный гидрометцентр РГП «Казгидромет»

#### **СЫРДАРИЯНЫҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНЫҢ ЕҢ ЖОҒАРҒЫ СУ ДЕҢГЕЙЛЕРІ**

Геогр. ғылымд. докторы Р.И. Гальперин  
А.А. Белғожаева

*Әр түрлі тұстамадағы Сырдария өзенінің су өткізу қабілеті зерттелген. Таңдалған есептік уақыт үшін сирек қайталанатын ең жоғарғы су деңгейлері бағаланған.*

УДК 551.506(574)

**КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІНДЕГІ МҰЗ  
КҮЙІНІҢ ҒАРЫШТЫҚ МОНИТОРИНГІ**

Геогр. ғылым. канд.      Н.И. Ивкина  
   Т.П. Строева  
   Е.И. Васенина  
   Л.К. Кожухметова

*NOAA жүйесінің жер серіктерінен алынатын ғарыштық бақылауларды Каспий теңізінің мұз күйінің мониторингін жүргізуде пайдалану және оның нәтижелерін қысқы мезгілдегі теңіздің беткі мұз қабатының деңгейін анықтауда пайдалану мәселелері қарастырылған.*

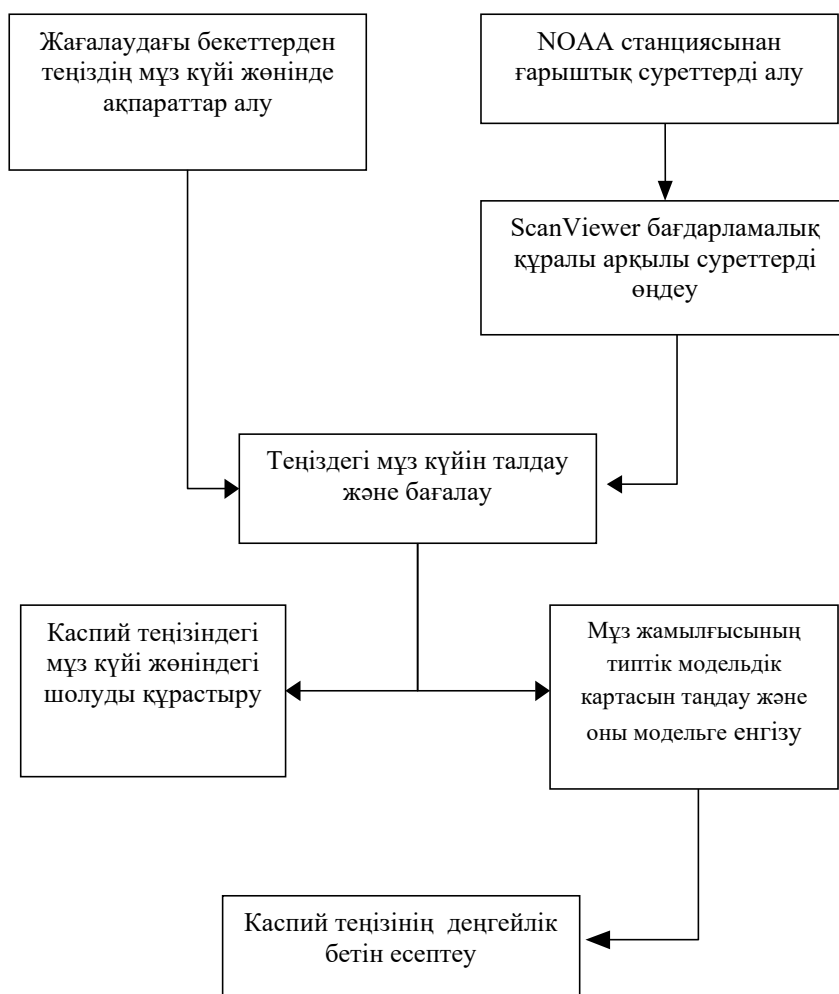
Тек жердегі бақылауларды пайдалана отырып, Каспий теңізінің қазақстандық бөлігіндегі мұз күйі туралы толық көлемдегі мәліметтер алу тым күрделі. Бір жағынан жергілікті өлшеулердің ауық-ауық жүргізілуі, екінші жағынан бақылау жүйесінің сиректігі мұз күйін бақылауда ара қашықтық әдістерін пайдалануды қажет ететіндігінің дәлелі. Осыған орай мұз жамылғысының жағдайы жөніндегі тиімді мағлұмат көзі - NOAA жүйесінің жер серіктерінен алынатын ғарыштық бақылаулар болып саналады. Ғарыштық суреттердің деректік құндылығы едәуір ауданды үздіксіз барлауында.

Каспий теңізі маусымдық мұз жамылғылы теңіздер қатарына кіретіндіктен теңіздің әр бөліктерінде климат жағдайының әртүрлілігі салдарынан мұз жамылғысының жабылуы біршама әртектілігімен ерекшеленеді. Жыл сайын мұз Солтүстік Каспийде пайда болса, ал Орта Каспийде мұздың ауық-ауық болуы қыстың қатандығына байланысты. Қыстың қатал болған жылдарында Солтүстік Каспийде үлкен қозғалғыштығымен ерекшеленетін қуатты, тұрақты және өтуі қиын мұз жамылғысы қалыптасады. Ол кеме жүзуінің қалыптатылуына кедергі келтіріп, жағалаудағы гидротехникалық құрылыстардың бұзылуына себепкер болады. Жағалу маңы аудандарында мұздың



әсерінен қиындық көретін күздік ау салумен немесе мұз астынан балық аулаумен айналысатын ұсақ балық аулау флот кемелері. Ерте және күрт суытып кететін жылдары мұздың ерте пайда болуы (қазан айының екінші жартысында) аса қауіпті болып саналады, тымық ауа райы кезінде су бетінде жұқа, мөлдір, қалыңдығы 5...7 см болатын кескіш мұз түзіледі. Желдің әсерінен қозғалысқа түскен кескіш мұздар балық аулаушы ағаш кемелерін тіліп өтеді. Қозғалысқа түскен мұздар кемелердің өз еркімен жүруін тежеп, едәуір қиындық туғызады, сонымен қатар теңіз мұнай құрылғыларына да қауіп төндіреді. Су массасының күрт салқындауына әкеліп соғатын, Каспий теңізі айдынына наурызда арктикалық суық ауаның қарқынды енуі сол жылдарда ерте көктем мұздарының да кері әсерін туғызуы мүмкін. Каналдар мен фарватерлерде кемелер апаты көбінесе көлденең соққан желден болады. Қозғалысқа түскен мұздар кемелерді ығыстырып, мұздың күшті ықпалынан күрделі апаттар туындайды. Каспий теңізінде Солтүстік Каспий айдынын түгелімен және Орта Каспийдің шығыс жағалауына дейін түгел құрсап қалатын мызғымас мұздың әсерінен болатын ауыр навигациялық жағдай тек қыстың қатал кездерінде ғана емес, мұз қалыңдығы 10...15 см-ден аспайтын қоңыржай қыста да байқалады. Мұндай жағдайда өзен мұздарының шығуына бөгет болатын жиек мұз шекарасының бойымен батысқа қозғалған мұздардың әсерінен мұздың кептелуі жиі байқалады. Нәтижесінде қуаты 2...3 м-ге жететін мұз кептелуі туындайды, ал кейде мұз теңіз табанына дейін жететін кездер болады [1-3]. Теңізбен байланысты шаруашылық іс-әрекеттерінің әртүрлі салаларындағы жұмыстарға мұз жамылғысының едәуір әсері мұзды жағдайдың терең талдауын талап етеді. Осы мақсатта NOAA жүйесінің жер серіктерінен күнделікті алынатын ақпараттар пайдаланылады. Деректерді көру мен алдын ала өңдеу жұмыстары мұздың әртүрлі формалары бар (жиек мұз, жекелеген сеңдер, жылым, аралық сулар, кескіш мұз, мұздың таралу шекарасы және басқа) теңіз бетінің картасы түріндегі мұз күйінің кескінін алуға мүмкіндік беретін *ScanViewer* бағдарламалық құралының көмегімен жүзеге асады. Мұз жамылғысының жағдайы қысқы кезеңде теңіз бетінің деңгейлік мониторингісін жүргізуде есепке алынады (сурет 1). Каспий теңізі аймағы үшін шынайы уақыт көлемінде үнемі алынып отыратын ара қашықтық өлшем деректері сандық модельге

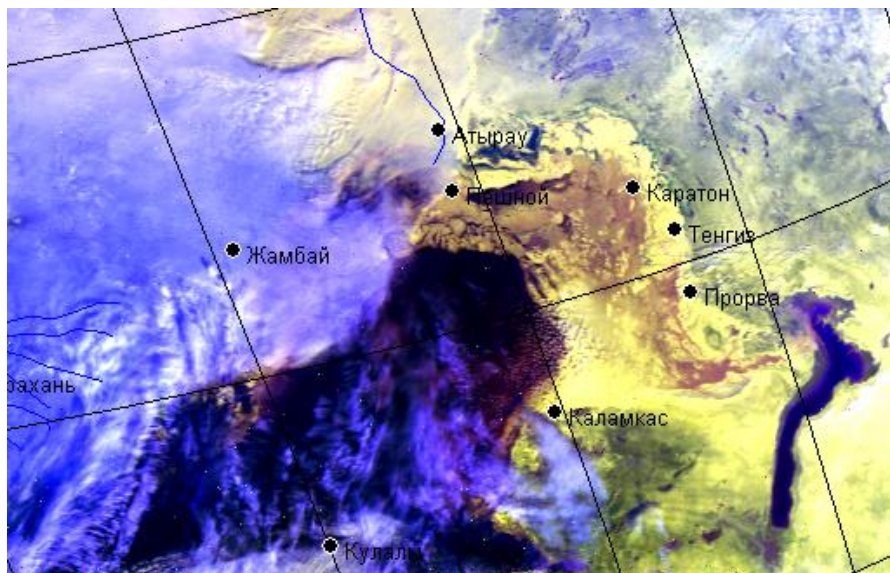
ассимиляциялануға қолданылады. Бұл гидрофизикалық өріс жағдайын бақылауға жақсы мүмкіндік береді.



Сурет 1. Каспий теңізінің мұз жамылғысының мониторинг сызбасы.

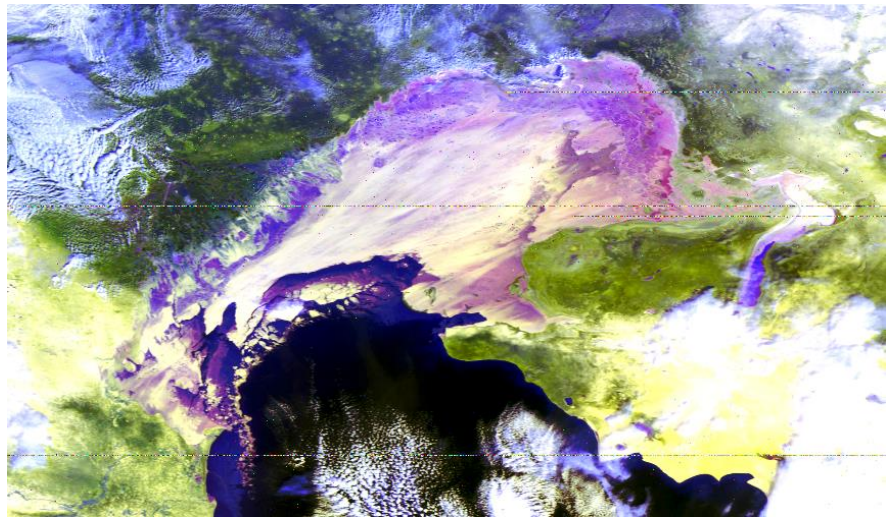
Мұз қабатының деңгейін 120 сағатқа дейінгі аралықта болжайтын автоматты шұғыл жүйенің құрылымдық элементі болып саналатын Каспий теңізінің дауылдық моделімен мұны жасау мұз қатуы мен мұз жамылғысының бұзылуының әртүрлі кезеңдері үшін мұз жамылғысының модельдік типтік карталары болған жағдайда ғана

мүмкін. Мұндай карталар жасаудың алғашқы сатысында барлық бақылау мәліметтері талданып, мұз тәртібінің маусымдық кезеңдері анықталды. Мұз жамылғысының әртүрлі кезеңдерінің ғарыштық кескіндері мысал ретінде 2...4 суреттерде келтірілген.

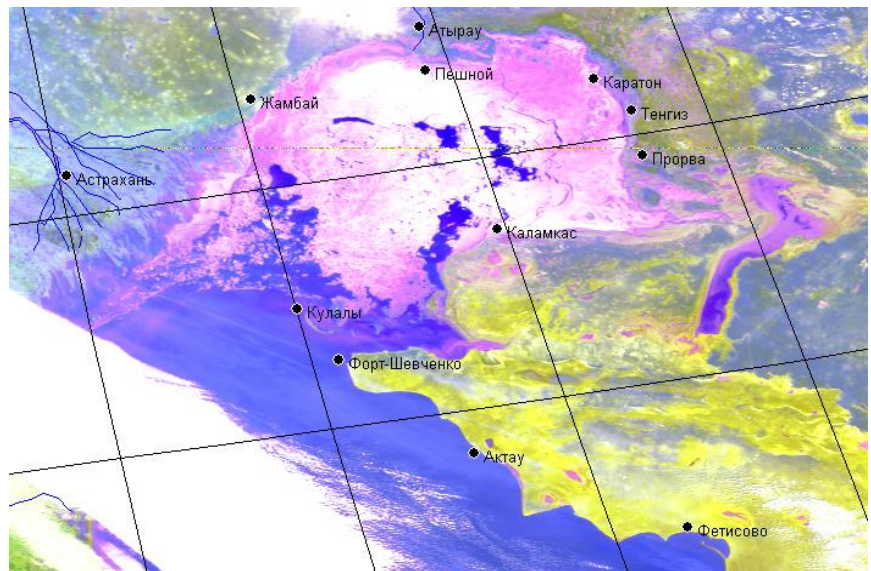


*Сурет 2. Каспийдің солтүстік – шығысында мұз қатудың басталуы.  
2006 жылдың 29 қарашасындағы NOAA станциясынан алынған  
ғарыштық сурет.*

Мұз үрдісінің дамуы сипатына қарай Каспий теңізінің қазақстандық бөлігі бірнеше аудандарға бөлінеді: мұз жарғышсыз кемелердің жүруін қиындататын, жыл сайын жиек мұзды тұрақты мұзбен жамылатын Құлалы аралының солтүстік батысындағы су айдыны; мұз жарғыш кемелерді қажет ететін, жыл сайын дерлік қалқымалы немесе тұрақсыз қозғалмайтын мұздармен жамылатын Солтүстік Каспийдің орталығындағы су айдыны; сонымен қатар, жергілікті мұз түзілуі немесе Солтүстік Каспийден аса қуатты қалқымалы мұздардың келуі байқалатын таяз сулы Қазақ шығанағын қосқанда Орта Каспийдің шығыс жағалауындағы теңіз маңы аудандары, қойнаулар және шығанақтар. Каспий теңізі жыл сайын тек таяз сулы солтүстік бөлігінде ғана қатады. Орта Каспийдің терең сулы аудандары әрқашан мұздан бос болады [4-6].

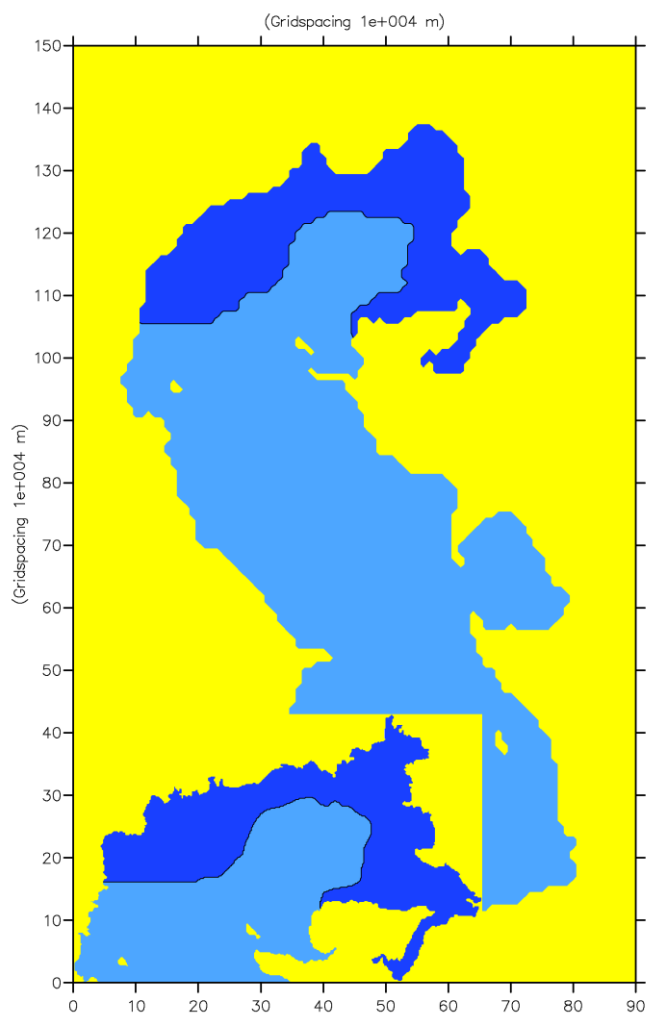


*Сурет 3. Қоңыржсай қыстағы жиек мұзының шекарасы. 2005 жылдың 10 ақпанындағы NOAA станциясынан алынған ғарыштық сурет (тұтас мұз жамылғысы кезеңі).*



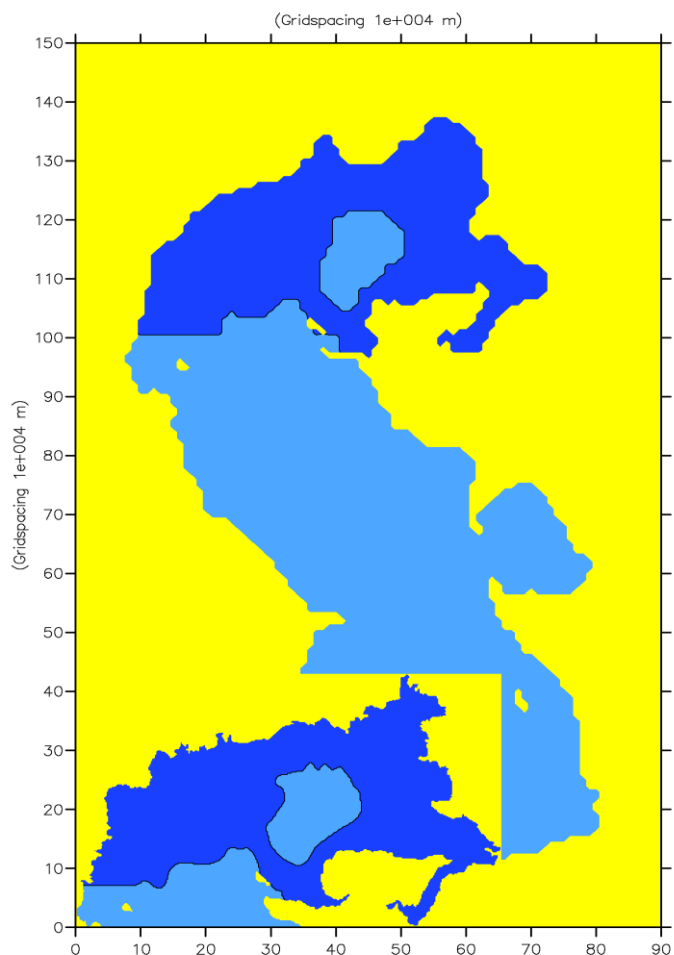
*Сурет 4. 2006 жылдың қысының аяғында Орал Борздинасы маңындағы жиек мұздың жарылуы. 2006 жылдың 15-ші наурызындағы NOAA станциясынан алынған ғарыштық сурет (мұз жамылғысының бұзылу сатысы).*

Теңіз үстіндегі атмосфералық үрдістердің ерекшелігіне қарай, қыстың алды мен қыс мезгіліндегі термикалық жағдайдың ауытқу дәрежесіне қарай Каспий теңізінде әр жылдың өзіне сай мұз күйі қалыптасады. Каспий теңізінің мұз кезеңі үш табиғи – синоптикалық маусымды қамтиды: күз (қыстың алды) (2-ші суретте), қазаннан желтоқсанға дейін; қыс (3-ші суретте) – қаңтардан наурызға дейін және көктем (4-ші суретте) – наурыздың соңынан мамырға дейін.



Сурет 5. Солтүстік Каспий мұз айдынының қыс алды кезеңіндегі 10x10 және 2x2 км масштабтағы модельдік картасы.

Мұз жамылғысының типтік модельдік картасын құру мыналардан тұрады: барлық үш табиғи – синоптикалық маусымның ғарыштық суреттері мен бақылау деректерін талдау негізінде 10x10 км масштабта мұз айдынының модельдік картасы жасалды және 2x2 км масштабта белгілі кезеңдер үшін Солтүстік Каспийдің аса дәлді карталары жасалды. Мысал ретінде 5...6 суреттерде орташа қыстың екі кезеңіне арналған 10x10 және 2x2 км масштабтағы Солтүстік Каспийдің мұз айдындарының модельдік карталары келтірілген.



Сурет 6. Солтүстік Каспий мұз айдынының қыс кезеңіндегі 10x10 және 2x2 км масштабтағы модельдік картасы.

Жүргізілген тестік бақылау теңіз деңгейін болжауда қателікті болдырмау үшін қыс кезінде су бетіне желдің әсерін тежейтін мұз жамылғының болатындығын есепке алудың қажеттілігін көрсетті. Шұғыл режимде қыс мезгілінде модельге енгізілген типтік карта мұз күйі жөніндегі ғарыштық және жер бетілік шынайы ақпараттар есебінен түзетіліп тұрады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бухарицын П.И. Особенности процессов торошения ледяного покрова северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. – 1984. - №6. – С. 115-123.
2. Бухарицын П.И. Расчет и прогноз толщины наслоенного льда в судоходных районах северо-западной части Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 1986. - №4. – С. 87-93.
3. Веселова Л.Е. Ледяной покров Каспийского моря, условия его образования и развития // Тр. ГОИН. – 1956. – Вып. 024. – С. 56-147.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып.1. Гидрометеорологические условия. - СПб: Гидрометеоздат, 1992.- 359 с.
5. Шиварева С.П. Особенности гидрометеорологического режима Каспийского моря вдоль казахстанского побережья // Гидрометеорология и экология. – 1995. - №1. – С. 39-57.
6. Шиварева С.П., Васенина Е.И., Соколова Л.М. О ледообразовании в казахстанской части Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2003. - №2. – С. 62-73.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

## **КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

Е.И. Васенина

Л.К. Кожухметова

*Рассмотрены вопросы, связанные с применением наблюдений из космоса со спутников системы NOAA для проведения мониторинга ледовой обстановки Каспийского моря и использования его результатов при гидродинамическом моделировании уровня поверхности моря в зимний период.*



УДК 551.524.34(574)

**О ЗАВИСИМОСТИ СУММАРНОГО ОБЪЕМА ЛЕДНИКОВ  
ОТ ПЛОЩАДИ ОЛЕДЕНЕНИЯ ДЛЯ МАКРОСКЛОНОВ  
ГОРНЫХ ХРЕБТОВ И РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ**

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов

*Рассматривается зависимость суммарного объема ледников от площади оледенения, установленная по материалам определения указанных характеристик в Заилийско-Кунгейской и Джунгарской ледниковых системах, а также верхней части бассейна р. Или. Полученная зависимость может быть использована для оценки объема горного оледенения в условиях его деградации.*

Как известно, для оценки объема ледника в зависимости от его площади довольно широко используются методы, предложенные Ерасовым Е.Н.[5] и Черкасовым П.А.[7]. В этих методах для определения объема ледников используется следующее выражение:

$$W = aF^n \quad (1)$$

где  $W$ - объем ледника, км<sup>3</sup>;  $F$ - площадь ледника, км<sup>2</sup>;  $a$  и  $n$  – параметры, определяемые в процессе статистического анализа морфометрических характеристик горных ледников.

Следует отметить, что параметры  $a$  и  $n$  этой зависимости определяются раздельно для каждой группы ледников. Так в работе Черкасова П.А. эти параметры были установлены для ледников следующих групп: основных долин, висячих долин и каров, и всячего типа горных склонов. Для ледников указанных групп значения параметра  $n$  были определены соответственно равными 1,38, 1,20 и 1,12 [7]. Определение объема по формулам вида (1) производились для каждого отдельного ледника рассматриваемой системы. Далее полученные результаты суммировались для всей ледниковой системы или для ее отдельных частей - макросклонов горных хребтов и речных бассейнов. Для определения объема ледников используются методы и других авторов, в частности формула Мазо-Глазырина, учитывающая параметры, характерные для горных ледников [6]. Как показано в [4], результаты определения объема горных ледников по формулам разных авторов различаются довольно существенно. Вопрос

о том, какую часть в ледниковой системе занимают ледники определенной группы и как изменяются их соотношения в процессе деградации, изучен еще недостаточно. Кроме этого, ледники различных групп, по-видимому, имеют различные темпы деградации. Наверное, их также отличают значения морфометрических характеристик, изменяющиеся в процессе их деградации. Все это еще больше затрудняет применение методов дифференцированной оценки объема ледников различных групп.

Если пренебречь различием соотношения разных групп ледников в отдельных частях горно-ледниковых систем, то можно построить зависимость суммарного объема ледников от площади оледенения для отдельных макросклонов горных хребтов и речных бассейнов. Для построения этой зависимости были использованы данные о значениях площади и объема ледников отдельных макросклонов горных хребтов и речных бассейнов Заилийско-Кунгейской и Джунгарской ледниковых систем за 1972 и 1975 гг. [7]. Кроме этого, для указанной цели были использованы аналогичные сведения об оледенении верхней части бассейна р. Или (КНР) за 1982 г. [1, 4]. Все эти данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики оледенения макросклонов  
горных хребтов и речных бассейнов

№№ пп	Макросклон, бассейн реки	Год	Характеристика оледенения	
			Площадь $F, \square \text{ км}^2$	Объем $W, \text{ км}^3$
1	Южный склон Кунгей-Алатау	1975	109,9	4,34
2	Бассейн р. Чон-Кемин	1975	138,4	6,22
3	Северный склон Заилийского Алатау	1975	240,4	11,34
4	Бассейн р. Шилик	1975	259,9	16,36
5	Южный склон Джунгарского Алатау	1972	194,1	8,11
6	Бассейн р. Каратал	1972	176	8,15
7	Северный склон Джунгарского Алатау (реки Биен, Аксу, Лепсы)	1972	245,3	12,1

№№ пп	Макросклон, бассейн реки	Год	Характеристика оледенения	
			Площадь $F, \square \text{ км}^2$	Объем $W, \text{ км}^3$
8	Северный склон Джунгарского Алатау (реки Тентек, Ыргайты)	1972	83,8	3,96
9	Бассейн р. Хоргос	1982	55,2	2,12
10	Бассейн р. Каш	1982	421,6	23,08
11	Бассейн р. Кюнес	1982	96,7	3,45
12	Бассейн р. Коксу	1982	421,6	23,08
13	Бассейн р. Текес	1982	1027,6	85,32

Для определения параметров выражения вида (1) построена зависимость натуральных логарифмов суммарного объема ледников макросклонов горных хребтов и речных бассейнов от значений натуральных логарифмов площадей оледенения (рис. 1).

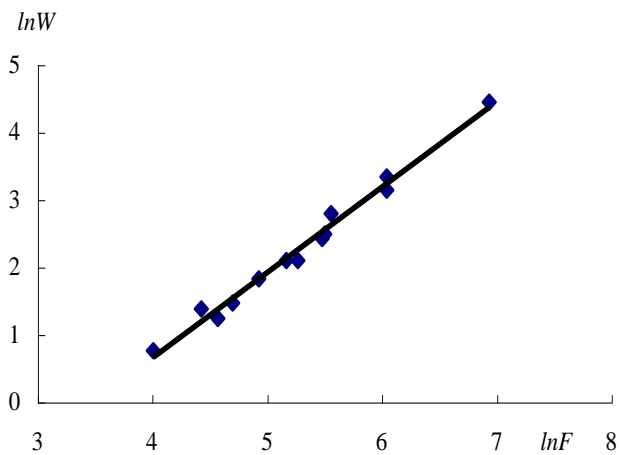


Рис.1. Зависимость суммарного объема ледников ( $W, \text{ км}^3$ ) от площади оледенения ( $F, \text{ км}^2$ ) в натуральных логарифмах.

Полученное аналитическое выражение имеет следующий вид:

$$\ln W = 1,27 \ln F - 4,437 \quad (2)$$

Коэффициент корреляции этой зависимости равен  $0,99 \pm 0,0037$   
 В результате потенцирования получим следующую зависимость:

$$W = 0,0118F^{1,27} \quad (3)$$

Эта зависимость может быть использована для приближенной оценки объема оледенения слабоизученных участков ледниковых систем, а также для изученных систем при определении объема оледенения в условиях, когда оценка площади оледенения производилась путем использования линейных или нелинейных методов интерполяции и экстраполяции. Такую возможность применения этой зависимости рассмотрим на примере оценки площади и объема оледенения Северного склона Заилийского Алатау и бассейна р. Шилик за отдельные годы (табл. 2).

Таблица 2

Оценка объема оледенения в зависимости от суммарной площади ледников

Год	Северный склон Заилийского Алатау			Бассейн р. Шилик		
	$F$ , км <sup>2</sup>	$W$ , км <sup>3</sup>	$a$	$F$ , км <sup>2</sup>	$W$ , км <sup>3</sup>	$a$
1955	287,3	11,54	0,0087	286,06	16,04	0,0122
1979	229,0	8,83	0,0089	243,8	13,73	0,0128
1982	(223,8)	(8,58)	(0,0089)	(240,0)	(13,49)	(0,0128)
1990	203,5	7,81	0,0091	225,09	12,77	0,0131
2005	(167,6)	(6,08)	(0,0091)	(198,96)	(10,88)	(0,0131)

Для Северного склона Заилийского Алатау и бассейна р. Шилик необходимость в определении площади и объема оледенения за 1982 г. возникла в связи с задачей сопоставления с характеристиками оледенения верхней части бассейна р. Или, расположенной на территории КНР. При ее решении использованы годовые значения площади оледенения Северного склона Заилийского Алатау за 1982 г., приведенные в [2] и полученные путем использования пропорциональности динамики изменения площади оледенения и средней летней температуры воздуха на высоте 3800 м. Данные о приближенном размере площади оледенения Северного склона Заилийского Алатау затем были использованы при оценке этой ве-

личины и в бассейне р. Шилик. Для этого бассейна площадь оледенения за 1982 г. определялась по отношению к 1979 г. с учетом соотношения изменения площади оледенения за 1979...1990 гг. в рассматриваемом макросклоне и речном бассейне.

Определение площади и объема оледенения в рассматриваемом макросклоне и речном бассейне на 2005 г. производилась с целью приближенного определения поступления воды в горные реки. Оценка площади оледенения на 2005 г. производилась путем распространения среднего темпа уменьшения площади оледенения за 1955 ... 1990 гг. на последующий период лет [3]. Средние темпы сокращения площади оледенения за 1955...1990 гг. оказались соответственно равными  $2,394 \text{ км}^2$  (0,83 %) в год и  $1,742 \text{ км}^2$  (0,61 %) в год. Восстановленные значения площади оледенения на 2005 г. для рассматриваемых регионов оказались соответственно равными  $1676,6 \text{ км}^2$  и  $198,96 \text{ км}^2$ .

После восстановления значений площади оледенения за 1982 и 2005 гг. было необходимо оценить объем оледенения за эти годы. Для решения этой задачи было использовано уравнение (1) при полученном значении показателя степени  $n = 1,27$ . При этом показателе степени были определены значения параметра  $a$  по значениям площади и объема оледенения за 1955 г., 1979 г. и 1990 г.

Значения  $a$ , определенные путем использования зависимости вида (1) при  $n = 1,27$ , приведены в табл. 2. Оказалось, что полученные значения  $a$  близки между собой, но несколько увеличиваются от ранних лет к более поздним, причем в интервале 1979 г....1990 г., это увеличение невелико. Возможно оно связано с тем, что в процессе деградации площадь оледенения сокращается быстрее, чем суммарный объем ледников. Необходимо отметить, что отмеченная выше тенденция некоторого увеличения параметра  $a$  по мере развития процесса деградации оледенения требует дополнительного изучения и подтверждения. Поэтому для оценки объема оледенения в 1982 г. было использовано значение параметра  $a$ , определенное по данным за 1979 г., а для 2005 г. - значения этого параметра за 1990 г.

В результате для значений площади оледенения, полученных путем использования приемов экстраполяции и интерполяции, были достаточно надежно определены объемы оледенения. Полученные результаты показывают, что зависимость вида (1) для отдельных макросклонов и речных бассейнов может быть использована для оценки объема их оледене-

ния. Это позволит успешно решать задачи по оценке влияния деградации горного оледенения на ресурсы речного стока в бассейне озера Балхаш.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Кусаинов С.А. Ресурсы льда и ледниковый сток бассейна реки Или // Гидрометеорология в Казахстане. – Алматы, 1993. – С. 80-91.
2. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы: Изд-во «Қазақ университеті», 2001. – 252 с.
3. Вилесов Е.Н., Горбунов А.П., Морозова В.Н., Северский И.В. Деградация оледенения и криогенез на современных моренах северного Тянь-Шаня // Криосфера Земли. – 2006. – Т. X. – № 1, январь-март. – С. 69-73.
4. Глазырин Г.Е., Шестерова И.Н. Некоторые особенности оледенения Китайской части бассейна реки Или // Географическая наука в Казахстане; результаты и пути развития. – Алматы: Изд-во «Ғылым», 2001. – С. 303-311.
5. Ерасов Н.В. Метод определения объема горных ледников // Материалы гляциологических исследований. – 1968. – Вып. 14. – С. 307-308.
6. Мазо А.Б., Глазырин Г.Е. Метод расчета объема стационарного горного ледника // Труды САНИИ.–1986.– Вып. 117 (198).– С. 88-98.
7. Черкасов П.А. Современное состояние ледников Или-Балхашского региона.–Алматы: Изд-во «Қағанат», 2002. – С. 141-198.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

#### **ТАУ ЖОТАСЫНЫҢ ЖӘНЕ ӨЗЕН АЛАБЫНЫҢ ҮЛКЕН БАУРАЙЛАРЫ ҮШІН МҰЗДАНУ АЛАҢЫНАҢ МҰЗДЫҚТАРДЫҢ ЖАЛПЫ КӨЛЕМІНІҢ ТӘУЕЛДІЛІГІ ТУРАЛЫ**

Геогр. ғылым. канд. В.В. Голубцов

*Іле-Күнгей және Жоңғар мұздықтарындағы жүйеде, сонымен қатар Іле өзенінің жоғары бөлігіндегі алқапта көрсетілген ерекшеліктерді анықтау мәліметтері бойынша, мұздану алаңынан мұздықтардың жалпы көлімінің тәуелділігі қарастырылған. Алынған*

*тәуелділік таудың мұздану көлемін бағалау үшін яғни оның құлдырау жағдайына пайдалануы мүмкін.*

УДК 556.535.2

**УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ РЕК БАСЕЙНА Р. САРЫСУ**

Т.В. Маринович

*Рассмотрены вопросы внутригодового изменения уровня режима р. Сарысу и её основных притоков в условно-естественный период и период устойчивого водопотребления, характер весеннего половодья и затопление поймы. Приведены данные о продолжительности отсутствия стока на временных водотоках в период летне-осенней и зимней межени, а также сведения о годовой и многолетней амплитуде колебания уровня воды. Определены уровни воды различной обеспеченности для р. Сарысу и её основных притоков.*

Сарысу – река Казахского мелкосопочника, образуется слиянием двух рек Жаксы-Сарысу ( $L=113$  км,  $F=3510$  км<sup>2</sup>) и Жаман-Сарысу ( $L=155$  км,  $F=9200$  км<sup>2</sup>), стекающих со склонов гор Бугылы и Актау на высоте 700...900 м. Впадает в озеро Телеколь. На всём протяжении р. Сарысу течёт по полупустыне и пустыне. Общая длина реки от слияния истоков 761 км, но она непостоянна и изменяется в зависимости от водности года. Водосборная площадь бассейна 81600 км<sup>2</sup>. Средняя высота водосбора 490 м. Средневзвешенный уклон 0,62 ‰ [1, 2].

После слияния двух составляющих р. Сарысу принимает следующие наиболее крупные притоки: левобережные - Талды-Манака ( $L=158$  км,  $F=3900$  км<sup>2</sup>) и Атасу ( $L=177$  км,  $F=2790$  км<sup>2</sup>), правобережные – Кудаменды ( $L=63$  км,  $F=567$  км<sup>2</sup>), Сюртусу ( $L=104$  км,  $F=6280$  км<sup>2</sup>) и Кара-Кенгир ( $L=295$  км,  $F=18400$  км<sup>2</sup>) и другие притоки общей протяжённостью 1028 км. Ниже впадения р. Кара-Кенгир река бесприточна.

Реки бассейна р. Сарысу являются типичными равнинными водотоками и относятся к районам резко выраженного недостаточного увлажнения. По классификации Б.Д. Зайкова относятся к казахстанскому типу. Основная часть годового стока рек и временных водотоков, а нередко и весь его объём, формируется в весенний период. По классификации



М.И. Львовича их питание исключительно снеговое, также в стоке принимают участие жидкие осадки, выпавшие в период снеготаяния.

Основной чертой водного режима рассматриваемых рек является резко выраженное весеннее половодье. Затем наступает летняя межень, в период которой большинство водотоков пересыхает. В зимнее время непересыхающие реки перемерзают.

Ресурсы поверхностных вод рассматриваемого бассейна используются для водоснабжения и орошения. Основными водными источниками, возможными к использованию хозяйствующими субъектами, являются реки Сарысу, Кара-Кенгир и Жезды. Поверхностный сток малых рек и временных водотоков широко используется для сельскохозяйственного водоснабжения и орошения.

Речной сток регулируется четырьмя водохранилищами. Крупные водохранилища – Кенгирское на р. Кара-Кенгир и Джездинское на р. Жезды. Кенгирское водохранилище введено в эксплуатацию в 1952 г., площадь зеркала 37,3 км<sup>2</sup>, проектная полная ёмкость 319 млн м<sup>3</sup>, из них 8 млн м<sup>3</sup> – мёртвый объём. Джездинское водохранилище построено в 1968 г. Площадь водной поверхности – 17,6 км<sup>2</sup>, полезная ёмкость – 72,5 млн м<sup>3</sup>. Кроме того, на естественный гидрологический режим оказывают влияние глухие земляные плотины, периодически сооружаемые как на самой р. Сарысу, так и на её притоках.

Сток рек и временных водотоков изучается на опорной сети гидрологических станций и постов, принадлежащих Казгидромету. Первые сведения об уровне режиме получены в 1930 г. на р. Жаксы-Сарысу вблизи с. Сарысу. Более детальное его изучение началось с 1932 г. К 60-м годам прошлого столетия в бассейне р. Сарысу действовало 15 водомерных постов (максимальное количество одновременно действующих постов). Последний пост был открыт в 1969 г. на р. Атасу – свх. «Атасуйский». К 1990 г. в бассейне действовало 9 постов, а после 1998 г. до настоящего времени лишь один пост на р. Сарысу в створе разъезда № 189. Пропуски в рядах наблюдений имеются из-за отрывочности и низкого качества наблюдений, а также из-за переносов постов, данные за уровнями воды на которых были не увязаны. К таким постам относятся – р. Жаман-Сарысу – с. Жанаарка, р. Кара-Кенгир – 12 (5) км выше устья р. Жиланды, р. Жиланды – в 1,9 км выше устья и р. Жезды – 1,2 км выше устья.

Начиная с 1973 г., естественный уровень режим р. Сарысу нарушен антропогенной деятельностью. В результате зарегулированности

стока плотинами выше и ниже поста на р. Сарысу в створе поста раз. № 189 увеличились уровни в маловодные годы и в период вегетации. А на р. Сарысу – ж.-д. ст. Кызыл-Джар после нарушения естественного стока уровень воды уменьшился как в маловодные, так и в многоводные годы из-за заборов воды на орошение выше поста. На остальных реках бассейна р. Сарысу антропогенная нагрузка на водотоки практически отсутствует, поэтому уровенный режим можно считать ненарушенным. На рисунке изображено внутригодовое распределение уровней воды р. Сарысу – раз. № 189 в многоводные (1970, 1986) и маловодные (1967, 1978) годы в условно-естественный период и период устойчивого водопотребления соответственно.

Характер весеннего половодья всех рек бассейна в основном однообразен. Начинается половодье во время интенсивного снеготаяния, чаще всего поверх льда. На пересыхающих водотоках сток проходит в заснеженном русле.

Подъем уровня весеннего половодья обычно идет быстро, особенно на малых водотоках. Наименьшая продолжительность подъема составляет всего сутки. Спад половодья на больших и средних реках происходит значительно медленнее подъема, а на малых водотоках продолжительность спада невелика и мало отличается от подъема.

Гидрограф половодья имеет однопиковую форму. Только в отдельные вёсны с прерывистым снеготаянием или с обильными дождями, выпадающими в весенний период, на гидрографах выделяются два или несколько пиков. По мере увеличения площади водосбора волна половодья расплывается из-за неравномерности снеготаяния и поступления талых вод в русло.

На р. Сарысу в период весеннего половодья подъем уровня незначительный. Так в 1987 г. (средний максимальный уровень воды за многолетний период) на р. Сарысу в створе поста раз. № 189 максимальный уровень по сравнению с уровнем начала половодья поднялся на 30 см. Только в многоводные годы амплитуда высоты волны половодья достигала 200...300 см - в 2002 г. на р. Сарысу – раз. № 189 и в 1960 г. на р. Сарысу – ж.-д. ст. Кызылжар. В то время как на основных её притоках - рр. Сюртусу, Кара-Кенгир и Жезды амплитуда колебаний уровня воды в период половодья достигает 400 см и более. Это объясняется почти полным задержанием стока на истоках (рр. Жаман-Сарысу и Жаксы-Сарысу), а также на самой реке выше и ниже постов.

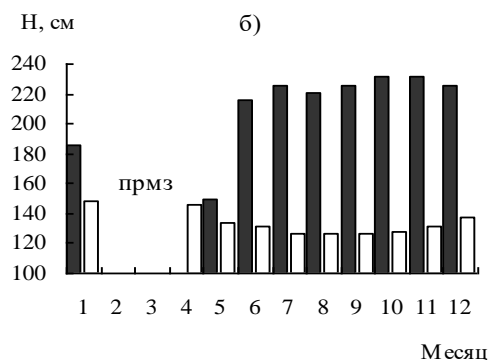
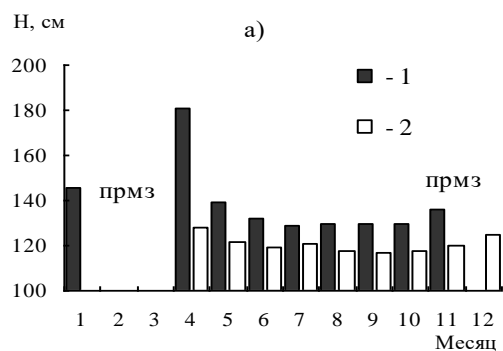


Рис. Графики колебания уровня воды р. Сарысу – раз. № 189 в характерные годы (отметка нуля поста 403,30 м БС). а) условно-естественный период; б) период устойчивого водопотребления.

1 – многоводный год; 2 – маловодный год.

Малые реки р.Кудаменды – клх. «Ундрус» и р. Коктас –г. Мынлы имеют слабо выраженное весеннее половодье. В маловодные годы амплитуда колебания высоты волны половодья изменяется от нескольких сантиметров до одного метра, и только в исключительно многоводные вёсны (1984 г.) на р. Коктас высота волны половодья достигала 350 см над нулём графика.

Начинается половодье почти одновременно на всех водотоках рассматриваемого бассейна – с середины марта и продолжается до середины мая, а на некоторых водотоках и до середины июня. За период наблюдений максимальная продолжительность половодья наблюдалась на р. Сарысу – ж.-д. ст. Кызыл-Джар в 1965 г. – 100 дней. В среднем для бассейна р. Сарысу наибольшая продолжительность половодья составляет 62 дня и 72

колеблется от 1 до 3,5 месяцев. Самое короткое половодье наблюдается на р. Жезды – 1,2 км выше устья (максимальная продолжительность 36 дней). На р. Коктас – г. Мынлы в 1967 г. половодья не было, а максимальная его продолжительность - 71 день, наблюдалась в 1965 г.

Пик половодья на реках рассматриваемого бассейна в среднем проходит с 1 по 15 апреля. Ранняя дата прохождения волны половодья приходится на середину марта, а на рр. Жаман-Сарысу, Атасу и Коктас на третью декаду февраля, поздняя – на вторую, третью декаду апреля – начало мая. На истоках р. Сарысу зимние уровни могут превышать уровни весеннего половодья.

На р. Сарысу – раз. № 189 максимальный уровень – 398 см над нулём поста наблюдался в 2002 г., а на р. Кара-Кенгир – 12 (5) км выше устья р. Жиланды – 797 см в 1987 г.

До 1969 г. в бассейне р. Сарысу разливы рек во время весеннего половодья наблюдались практически ежегодно. После 1970 г. затопление поймы на реках рассматриваемого бассейна стало довольно редким явлением в результате действия следующих факторов. Во-первых, углубление русла и размыв берегов на участке постов р. Сарысу – ж.-д. ст. Кызыл-Джар, р. Жаман-Сарысу – с. Жанаарка, р. Жаксы-Сарысу – с. Сарысу, р. Сюртусу – свх «Женис № (раз. № 58) и р. Кара-Кенгир – в 12 (5) км выше устья р. Жиланды. Так на р. Сарысу – ж.-д. ст. Кызыл-Джар до 1969 г. пойма была двухсторонняя и затоплялась ежегодно, после 1970 г. стала только левобережной и не затопляется. За 38 лет наблюдений (1931...1969 гг.) на р. Жаксы-Сарысу – с. Сарысу пойма не затоплялась только два года; начиная с 1970 г. до закрытия поста (1990 г.), вода на пойму не выходила. Вторым и основным фактором является уменьшение уровня воды в результате антропогенной деятельности, наблюдающейся по всей длине р. Сарысу, начиная с истоков.

Таким образом, в последние годы (1985...1997 гг.) только на р. Кара-Кенгир – в 12 (5) км выше устья р. Жиланды пойма затопляется ежегодно. На р. Сарысу – раз. № 189 за весь период наблюдений (1962...1997, 2000...2005 гг.) пойма не затоплялась.

По окончании весеннего половодья наступает длительная межень, в период которой на большинстве рек рассматриваемого бассейна сток отсутствует. К непересыхающим рекам относятся: р. Сарысу – раз. № 189, р. Жаман-Сарысу – с. Жанаарка, р. Жаксы-Сарысу - с. Сарысу, р. Кара-Кенгир – 12 (5) км выше устья р. Жиланды и р. Жезды в створах раз.

Джезды и 1,2 км выше устья. Периодически пересыхает р. Сарусу – ж.-д. ст. Кызылжар (в 10 случаях из 31). Река Жаман-Сарысу – раз. Айса пересыхала в 1950 г., в период с 1967 по 85 гг. практически ежегодно, а с 1986 г. до закрытия поста (1997 г.) не пересыхала. На р. Коктас – г. Мынлы в период открытого русла сток отсутствовал с 1 октября 1996 г. по 29 марта 1997 г. – 180 дней и с 1 ноября 1997 г. по 8 апреля 1998 г. – 159 дней. Остальные реки ежегодно пересыхают, начиная с начала мая до второй, третьей декады апреля следующего года.

Период отсутствия стока вследствие пересыхания рек с площадью водосбора 5...6 тыс. км<sup>2</sup> в среднем за многолетний период наблюдений составляет 65...95 дней. Реки с площадями бассейна 1,5...3,9 тыс. км<sup>2</sup> не имеют стока в течение примерно 270 дней, а самые малые водотоки – 300...320 дней.

На пересыхающих и периодически пересыхающих реках в период летне-осенней межени минимальный средний многолетний уровень ниже среднего максимального на 100...250 см. Средняя дата наступления минимального уровня на р. Сарысу – первая декада сентября, а на её притоках – конец июля – начало август, на р. Кара-Кенгир выше устья р. Жиланды – в середине сентября, в замыкающем створе р. Жезды – в середине августа.

Зимой все непересыхающие реки промерзают. Только на р. Кара-Кенгир в створе поста, расположенного выше устья р. Жиланды, сток сохраняется круглый год. В зимний период на реке наблюдается ледостав с полыньями, весенний ледоход довольно редкое явление обычно лёд тает на месте. Из-за обильного грунтового питания на р. Коктас- г. Мынлы меженный период не ярко выражен. В течение всего года сток сохраняется, за исключением тех лет, когда река пересыхала. Ежегодно на перекатах перемерзают: р. Сюртусу – свх «Женис» (раз. № 58) и р. Караганды – с. Улутау; р. Сары-Кенгир – клх «Алгабас» и р. Жиланды – в 1,9 км выше устья перемерзают, если есть сток, если нет, то русла сильно заносятся снегом; р. Сарусу – ж.-д. ст. Кызылжар (начиная с 1961 г.) и р. Атасу – раз. Айса (начиная с 1966 г.). Река Жаман-Сарысу – с. Жанаарка за 55 лет наблюдений только 6 лет не перемерзала в зимний период.

Среднее число дней с отсутствием стока в зимний период для бассейна р. Сарысу колеблется от 70 до 120 дней. Минимальная продолжительность (несколько суток) промерзания наблюдалась на рр. Сарысу –

ж.-д. ст. Кызыл-Джар, Жаман-Сарысу – раз. Айса и Сары-Кенгир – клх «Алгабас». Максимум сток отсутствует 128...177 дней.

На большинстве водотоков многолетние колебания уровня в зимний период значительны и составляют 100...300 см. Наинизшие уровни воды наблюдаются с начала октября – первой декады ноября до середины апреля. В среднем для всего бассейна р. Сарысу минимальные уровни в период зимней межени наступают в среднем с октября по вторую декаду февраля.

Осреднённая для всего бассейна р. Сарысу многолетняя амплитуда колебаний уровня воды изменяется в следующих пределах: для рек с площадями бассейнов 10 тыс. км<sup>2</sup> и более – от 400 до 460 см; с площадями 2500...10000 км<sup>2</sup> – от 250 до 400 см; менее 2500 км<sup>2</sup> – 150...250 см. Наибольшая годовая амплитуда колебания уровня воды (675 см) наблюдалась на р. Сюртусу – свх. «Женис», а на р. Сарысу – раз. № 189 – 672 см в 1941 г.. На остальных реках рассматриваемого бассейна наибольшая годовая амплитуда уровня колеблется от 200 до 500 см. В годы с очень низким половодьем годовая амплитуда не превышает 300 см, а на большинстве водотоков не превышает и 100 см.

Сведения о наибольших годовых уровнях различной обеспеченности на реках бассейна р. Сарысу приведены в таблице.

Таблица

Уровни воды различной обеспеченности

Река - пункт	Отметка нуля поста, м БС	Уровень воды различной обеспеченности, см		
		0,1 %	1,0 %	10,0 %
р. Сарысу – раз. № 189	403,30	900	700	460
р. Сарысу – ж.-д. ст. Кызыл-Джар	355,97	805	620	395
р. Кудаменды – клх. «Ундрус»	497,34	440	360	290
р. Сюртусу – свх. «Женис» (раз. № 58)	367,25	1340	1060	735
р. Кара-Кенгир – в 12 (5) км выше устья р. Жиланды	353,92	1115	965	780
р. Жезды – раз. Джезды	377,73	740	660	555
р. Жезды – 1,2 км выше устья	279,05	1455	1250	990
р. Коктас – г. Мынлы	449,04	790	615	415

Расчётные наивысшие уровни для свободного состояния русла определялись по максимальному расходу воды расчётной вероятности превышения  $P\%$  и кривой расходов воды  $Q = f(H)$ , согласно СНиП [3].

Данная работа была выполнена в рамках создания схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сарысу с притоками. Полученные уровни воды 0,1, 1,0 и 10-ти % обеспеченности могут быть в дальнейшем использованы в проектных целях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р.И., Молдахметов М.М. Материалы по гидрологии Казахстана. – Ч. 4. Бассейн реки Сарысу. – Алматы: Казак университеті, 2003. - 35 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР Центральный и Южный Казахстан /Под ред. Г.Л. Шимкевич. – Т. 13. - Вып. I. Карагандинская область. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 481 с.
3. Строительные нормы и правила. Определение расчетных гидрологических характеристик. СНиП 2.01.14-83 / Гос. Комитет СССР по делам строительства. – М., 1985. – 36 с.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

#### САРЫСУ ӨЗЕНІНІҢ ӨЗЕН АЛҚАБЫНЫҢ ДЕҢГЕЙ ТҰЗІМІ

Т.В. Маринович

*Мақалада Сарысу өзенінің деңгей түзімінің және оның негізгі табиғи – жағдайының құйылу кезеңі және тұрақты сутұтыну кезеңі, және тұрақты сутұтыну кезеңі, көктемгі су тасу және су басу жайылманың ерекшелігінің жылысындағы өзгерулер сұрақтары қарастырылған. Жаздық – күздік және қыс кезеңіндегі саға деңгейінің уақытша су ағызуында ағынның болмау ұзақтығы, сонымен қатар жылдық және көпжылдық су деңгейінің амплитудасының ауытқу шінгі туралы мәліметтер келтірілген. Сарысу өзеніне және оның негізгі құйылуына су деңгейінің әр түрлі қамсыздандырылуы анықталған.*

УДК 551.4+911.5

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА  
ПО РЕТРОСПЕКТИВНЫМ ДАННЫМ**

Канд. геогр. наук Р.В. Плохих

*Рассмотрены возможности картографирования закономерностей распределения снежного покрова по ретроспективным данным для прикладных ландшафтно-экологических целей.*

Снежный покров в формировании и динамике степных ландшафтов сельскохозяйственного назначения выступает в качестве сезонного яруса, обуславливающего наряду с другими ландшафтоформирующими факторами их дифференциацию [14, 5]. Выявление закономерностей распределения снежного покрова в природно-территориальных комплексах (ПТК) важно для практики сельскохозяйственного природопользования, поскольку данная информация позволяет определить допустимые пределы изменений при направленной сельскохозяйственной трансформации ландшафтной структуры [13, 3]. Изучение роли снежного покрова в дифференциации степных ПТК, а именно, в формировании определенной степени ландшафтной неоднородности территории, влиянии на урожайность в земледелии и продуктивность пастбищ осуществлялось в 2005 г. на территории НИИЗХ им. А.И. Бараева (бывший Всесоюзный научно-исследовательский институт зернового хозяйства) в Шортандинском районе Акмолинской области в рамках проекта научных прикладных исследований «Ландшафтное картирование и разработка тематических карт пилотных объектов Акмолинской области» по заказу Государственного научно-производственного центра земельных ресурсов и землеустройства (г. Астана).

Одной из поставленных в проекте задач стало создание карты распределения снежного покрова масштаба 1:25000 с учетом ландшафтной организации территории. Анализ пространственных особенностей залегания снежного покрова основывался, прежде всего, на выявлении взаимосвязей между климатическими характеристиками, особенностями покрытия подстилающей поверхности, формами и элементами рельефа, поскольку данные показатели являются наиболее значимыми для района активного



сельскохозяйственного землепользования [7–9].

Изучение и картографирование закономерностей распределения снежного покрова на территории хозяйства включали сбор и анализ количественных и качественных климатических показателей за 20-летний период: температурный режим, характер и количество выпадающих атмосферных осадков, их сезонный и годовой ход, закономерности атмосферной циркуляции, ветровой режим, данные о продолжительности залегания снежного покрова и количестве накопленной в нём влаги, повторяемость основных по условиям снежности типов зим и др.

Рассмотрим отдельные климатические факторы, предопределяющие особенности формирования и динамики снежного покрова на территории НИИЗХ:

– длительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  изменяется по территории хозяйства от 137 до 188 дней; самый холодный месяц на всей территории хозяйства – январь со значениями минус 14,8...минус 16,9  $^{\circ}\text{C}$ ; в среднем за холодный период наблюдается от 4 до 13 дней с температурой ниже минус 25  $^{\circ}\text{C}$ ; а в отдельные холодные годы даже 45 дней [10];

– по средним датам снежный покров в северной части хозяйства появляется на 2 дня раньше, чем в южной с колебаниями в отдельные годы от 7 до 9 дней; по средним датам устойчивый снежный покров в северной части хозяйства формируется на 2 дня раньше, чем в южной с колебаниями в отдельные годы от 5 до 9 дней; по средним датам устойчивый снежный покров разрушается в северной и южной частях хозяйства одновременно, с более ранними сроками в отдельные годы до 9 дней в южной части; по средним датам снежный покров сходит в южной части хозяйства на 4 дня раньше, чем в северной с колебаниями в отдельные годы от 3 до 7 дней; число дней со снежным покровом для северной части хозяйства составляет 159, для южной – 157 [2, 6];

– глубина промерзания почвогрунтов по годам варьирует от 50 до 250 см;

– среднее число дней с сильным ветром (более 15 м/сек) составляет для северной части территории хозяйства 35 (по данным МС Акколь), для западной – 17 (МС Жалтыр), для южной – 40 (МС Астана) [6]; увеличение повторяемости дней с сильным ветром наблюдается на всей территории хозяйства в период ноябрь-январь, снижение – в феврале; в зимний период на всей территории хозяйства наибольшую повторяемость имеет ветер

юго-западного направления, несколько меньшую – западного и южного; для ветров юго-восточного направления наблюдается интересная закономерность, связанная с особенностями рельефа, большей их повторяемости в южной, юго-западной и западной частях исследуемой территории и очень редкая в северной, северо-восточной и восточной; доля повторяемости штилей за год для характерных метеостанций в северной части территории хозяйства – 14 %, в западной – 10 %, в южной – 11%, в восточной – 5 % [4, 11]; в зимний период высокая повторяемость штилей отмечается в октябре и декабре-январе;

– мощность снежного покрова в склоновых ПТК северо-восточной экспозиции при повышении местности на каждые 10 м увеличивается на 2 см; средние из наибольших декадных высот снега за зиму для отрицательных форм рельефа составляют 25...26 см, с амплитудой колебания высот от 6 до 59 см; средняя декадная высота снежного покрова имеет максимальные значения в период – 3 декада февраля – 1 декада марта; большие значения средней декадной высоты снежного покрова наблюдаются в северной части хозяйства; показатели среднего из максимальных и максимального прироста высоты снежного покрова за сутки связаны с фактором вероятности быстрого снегоотложения за короткий временной интервал [1, 12];

– средний из максимальных приростов высоты снежного покрова за сутки имеет наибольшие значения в ноябре (МС Акколь и Астана), январе и феврале (МС Астана); максимальный прирост высоты снежного покрова за сутки (более 15 см/сут.) наблюдается по МС Астана в октябре, январе и феврале; по МС Акколь в – октябре, ноябре, декабре, феврале и марте; отмечаются несколько периодов максимального снегонакопления: 2 декада ноября, 2–3 декада декабря, 2 декада января, 1–2 декада февраля; наименьшая декадная высота снежного покрова отмечается в I декаде декабря, 3 декаде января и 2–3 декаде февраля [6];

– средняя плотность снежного покрова при наибольшей декадной высоте выше в северной части территории хозяйства – 293 кг/м<sup>3</sup>, по сравнению с южной – 282 кг/м<sup>3</sup>; средний за зиму запас воды в снежном покрове составляет 60...80 мм, наибольший – 148...165 мм, наименьший в отдельные годы не превышает 28 мм.

Для выяснения влияния элементов рельефа на снегоотложение, интенсивность таяния и впитывание талых вод Н.К. Азаровым в 1974...1984 гг. проводились исследования на территории совхоза имени

КазЦИК (ТОО Бектау) и опытного хозяйства ВНИИЗХ Шортандинского района. Установлено, что мощность снежного покрова на наветренных экспозициях склонов (запад, юг, юго-запад, северо-запад) меньше, чем на равнине (контроль) и определяется шероховатостью поверхности почвы, высотой растительных остатков, крутизной склона. На наветренных склонах при одинаковой крутизне, но различных экспозициях снежный покров распределяется неравномерно. Так, при западной экспозиции его высота меньше контроля в среднем на 14 %, южной – на 24 %, юго-западной – на 17 %, северо-западной – на 9 %. На заветренных склонах (север, северо-восток, восток) мощность снежного покрова значительно больше, чем на контроле.

Распределение снега по экспозициям во многом зависит от направления зимних ветров, особенно во время метелей. В районе исследований часто повторяются метелистые ветры южных и юго-западных направлений, поэтому снег на склонах этих экспозиций откладываются только за счет растительных остатков и шероховатости почвы, мощность снежного покрова при этом значительно меньше, чем на равнине.

Элементы рельефа являются исключительно важным фактором, определяющим время схода снежного покрова с полей. Таяние снега на склонах различных экспозиций начинается не одновременно. Нижние их участки, независимо от стороны горизонта, освобождаются от снега на 3–5 дней раньше, чем водораздельные участки. На северных и северо-восточных склонах снег сходит в среднем на 5...13 дней позднее, чем на южных, которые имеют всегда меньшую мощность снежного покрова.

Анализ факторов, определяющих особенности формирования и динамики снежного покрова, позволил создать пространственно-подобную картографическую модель территории НИИЗХ (рис. 1). Нами была выполнена типизация ПТК по снегонакоплению, в результате чего выделены их четыре категории: с большой мощностью снега (более 40 см), со средней мощностью снега (31...40 см), с малой мощностью снега (21...30 см), с очень малой мощностью снега (менее 20 см). Поскольку выпадение снега, как правило, сопровождается сильными метелями и поземкой, а основной вид использования ПТК – земледельческий, для которого характерно наличие стерни на полях в зимний период, снег начинает задерживаться от первых снегопадов и распределяется по земной поверхности довольно равномерно. При наличии естественных и искусственных препятствий и при сильных ветрах начинается перенос снега и усиленное

снегоотложение на стерне, в понижениях рельефа и на заветренных склонах (табл. 1).

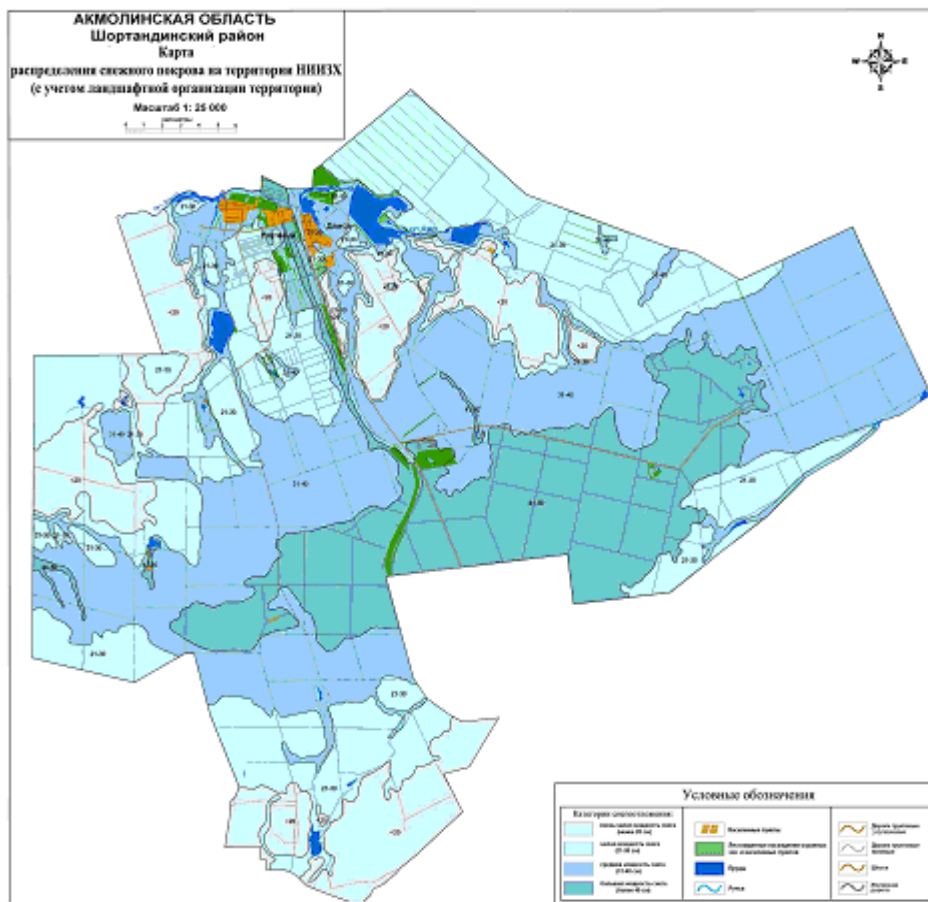


Рис. 1. Карта распределения снежного покрова с учетом ландшафтной структуры.

Территориально снежный покров большой мощности (31...40 и более 40 см) откладывается в центральной части территории НИИЗХ и в ПТК эрозионных ложбин и западин. Мощность снега 21...30 см характерна для южной, северо-западной и северо-восточной частей территории хозяйства.



Таблица 1

Распределение видов урочищ по категориям снегоотложения в НИИЗХ Шортандинского района Акмолинской области\*

Вид урочищ \ Категория снегоотложения	Большая мощность снега (более 40 см)	Средняя мощность снега (31...40 см)	Малая мощность снега (21...30 см)	Очень малая мощность снега (менее 20 см)
Местные водораздельные поверхности денудационных структурных равнин (1...6)**				
Местные водораздельные поверхности денудационных цокольных равнин (7)**				
Склоны южных экспозиций местных водораздельных поверхностей денудационных структурных равнин (8...16)**				
Склоны северных экспозиций местных водораздельных поверхностей денудационных структурных равнин (17...45)**				
Склоны южных экспозиций местных водораздельных поверхностей денудационных цокольных равнин (46...49)**				
Эрозионные ложбины временных и постоянных водотоков (50...57)**				

Примечание. \*При картировании использованы материалы Н.К. Азарова, 2005

\*\*Номера урочищ соответствуют ландшафтной карте масштаба 1:25000 (Т.И. Будникова, 2005)



Наименьшее снегонакопление наблюдается в крайней южной и северо-западных частях территории, и в пределах урочищ склона северных экспозиций местных водораздельных поверхностей, с эрозионным расчленением, сложенные гранитами, гранодиоритами, плагиогранитами, перекрытые четвертичным делювиально-пролювиальным чехлом рыхлых отложений, с разнотравно-типчаково-разноковыльной растительностью, на черноземах южных карбонатных, в комплексе с лугово-черноземными и солонцами степными (номера урочищ – 38, 40, 41). Определенное влияние на снегоотложение оказывают культурные ландшафты, в частности, защитные лесонасаждения вдоль железной дороги в центральной части территории хозяйства.

Неравномерное отложение и сход снежного покрова, зависящий от степени нарушения сплошного ареала снежного покрова, мощности слоя снега, экспозиции и микрорельефа склоновых ПТК, степени загрязненности снега, обуславливают разное накопление продуктивной влаги почвой. Так, наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы накапливаются в склоновых ландшафтах северных и восточных экспозиций, наименьшие – южных и западных экспозиций. Запасы влаги в почве к началу весеннего периода в склоновых ландшафтах северных и восточных экспозиций почти в два раза выше, чем южных и западных.

Проведенные исследования позволили дополнить представление об участии снежного покрова в формировании и динамике ПТК и обосновать следующие положения:

- снежный покров оказывает воздействие на характер границ между природно-территориальными комплексами, что проявляется в тенденции перемещения границ и различной их резкости;
- сезонная и многолетняя динамика снежного покрова влияет на структуру ПТК;
- снежный покров воздействует на тип ландшафтных связей и влияет на характер обмена веществом и энергией в ПТК;
- характер и особенности развития физико-географических процессов на территории НИИЗХ обусловлены в значительной мере ведущими параметрами снежного покрова (продолжительность залегания, мощность, снеготопоты и др.);
- связь снеготопоты с поверхностным стоком фактически предопределяет характер, интенсивность, глубину и степень проявления комплекса природных и антропогенно обусловленных процессов (плоскостно-



го смыва, линейной эрозии и др.).

Наиболее отчетливо воздействие снежного покрова проявляется в формировании разных уровней ландшафтной организации территории (региональный и локальный). При планировании и организации системы рационального землеустройства, учет основных характеристик снежного покрова и его роли в дифференциации ПТК разного иерархического уровня обеспечивает объективную основу оценке и прогнозированию интенсивности развития неблагоприятных физико-географических процессов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абишева З.М. Эколого-географические последствия засух в Казахстане (аспекты природопользования): Автореф. дисс.... канд. геогр. наук. – Алматы, 1995. – 24 с.
2. Агроклиматические ресурсы Целиноградской области / Под ред. Р.Н.Титовой, Э.С.Зарембо. – Алма-Ата: Главное управл. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР, Гидрометеорол. Служба КазССР, 1971. – 173 с.
3. Азаров Н.К. Дифференцировать снегонакопительные мероприятия с учетом рельефа территории // Земледелие. – 1987. – №2. – С. 12-15.
4. Азаров Н.К. Научные основы агроландшафтной организации землепользования и энергосберегающих приемов возделывания зерновых культур в Северном Казахстане: Автореф. дисс. ... доктор с/х. наук: 05.01.01. – Алматы: КазГАУ, 1996. – 44 с.
5. Алексеева Н.Н., Миланова Е.В., Кале В.С., Патил Д.Н. Региональные исследования ландшафтов для сельского хозяйства // География и природные ресурсы. – 1995. – №2. – С. 159-167.
6. Климатологический справочник СССР. – Алма-Ата: Управление гидрометеорологической службы КазССР, 1948. – Вып. 18.– 272 с.
7. Плохих Р.В. Ландшафтно-индикационное изучение процессов деградации земель (на примере Шортандинского района Акмолинской области) // Вестник Томского Государственного Университета. Сер. Науки о Земле (геология, география, метеорология, геодезия). – 2003, Прил. №3(V). – С. 193-194.
8. Плохих Р.В., Гельдыева Г.В. Структурная организация зональных восстановленных ландшафтов Шортандинского района Акмолинской области //Материалы межд. науч.-практ. конф. «Теоретиче-

- ские и прикладные проблемы географии на рубеже столетий» (8-9 июня 2004 г.). – Алматы, 2004. – Ч.1. – С. 65-69.
9. Плохих Р.В. Индикация процессов деградации степных и сухостепных ландшафтов в условиях современного землепользования (на примере Шортандинского района Акмолинской области): Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук: 23.00.25. – Алматы: Изд-во «ТОО «ДОИВА Медеуского района г. Алматы», 2005. – 23 с.
  10. Справочник по климату Казахстана.– Алматы: РГП «Казгидромет», 2004. – Вып. 3, Раздел 1: Температура воздуха. – 418 с.
  11. Справочник по климату Казахстана.– Алматы: РГП «Казгидромет», 2003. – Вып. 3 Акмолинская область. Раздел 3: Атмосферные явления. – 64 с.
  12. Утешев А.С. Климаты Казахстана: Очерки по физической географии Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во «Ғылым», 1952.
  13. Чупахин В.М., Гельдыева Г.В. Природные условия землеустройства (географические аспекты). – Алма-Ата: Наука, 1982. – 216 с.
  14. Франс Дж., Торили Дж. Х.М. Математические модели в сельском хозяйстве / Пер. с англ. А.С. Каменского. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.

ДГП «Институт географии» Республиканское Государственное Предприятие, Центр Наук о Земле, Металлургии и Обогащения Министерства Образования и Науки Республики Казахстан

## **РЕТРОСПЕКТИВТІК МӘЛІМЕТТЕР БОЙЫНША ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ҮЛЕСТІРІЛУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН КАРТОГРАФИЯЛАУ МҮМКІНДІКТЕРІН ҚАРАСТЫРУ**

Геогр. ғылым. канд.                      Р.В. Плохих

*Мақалада қолданбалық ландшафтық-экологиялық мақсатта ретроспективтік мәліметтер бойынша қар жамылғысының үлестірілу заңдылықтарын картографиялау мүмкіндіктері қарастырылады.*

УДК 551.311.21+627.1-1

551.40(5846)

### СЕЛ ҚАУІП-ҚАТЕРІНЕН САҚТАНДЫРУДЫҢ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫН ЕНГІЗУ ЖАҒДАЙЫНДА СЕЛ ҚАУІП – ҚАТЕРІН БАСҚАРУ ТИІМДІЛІГІНІҢ АРТУЫ

А.К. Ботпаев

*Селден келген зиянды өтеуді көздейтін сел қауіп – қатері мен сақтандыру қорын салаытырудан және превентивтік іс – шараларды қаржылауға, сондай-ақ селдердің жаппай өтуі жағдайында сақтандыру өтемдерін төлеуге арналған сақтандыру резервтерінен шыға отырып, сел қауіп – қатерін басқарудың тиімділігі артуының болашағына баға берілді.*

Сел қауіп – қатерінен сақтандыру тұжырымдамасын енгізу есебінен оны басқарудың тиімділігін арттырудың мүмкіндігі жайша қарағанда априори сияқты. Бұл сақтандыру сыйлықтарды төлеу арқылы жапа шеккендердің алып алаөздері жасаған сақтандыру қорынан осы мұқтаждыққа қажетті бір бөлігін тарту есебінен селдердің кері әсеріне ұшырығандардың зиянын өтеуге арналған мемлекеттік шығынның азаюы мен туындайды [2].

Сақтандыру қорының резерві есебінен сел пайда болуы ықтималдығы мен олардың әкелген зиянын болдырмауға немесе азайтуға бағытталған превентивтік іс – шаралардың қарқындылығы мүмкін бұл сел қауіп – қатерін жалпылай азайтуға зиянды болдырмау жөніндегі жедел іс – шараларды дер кезінде жүзеге асыруды қамтамасыз ететін сел қауіпті ахуалдың мониторингісінің зоналары мен құрамын кеңейтуге қарау – қалпына келтіру жұмыстарының қарқынын тездету, соған сәйкес жанама зияндарды азайтуға мүмкіндік береді.

Сел қауіп – қатерін басқарудың тиімділігін арттырудағы сақтандырудың үлесі сел қауіп – қатерінің шамасы мен селдерден келетін зияндарды өтеуді көздейтін сақтандыру қорының ара қатынасымен және превентивтік іс – шараларды қаржылауға, сел ақуалдарынан сақтандырудың мониторингісіне, сондай-ақ селдердің жаппай өтетін жағдайында сақтандыруды өтемді төлеуге бағытталған сақтандырудың резервімен анықталады.

Сақтандыру қорының айтарлықтай бөлігі сақтанушылардың төлейтін сақтандыру сыйлықтарынан қалыптасады. Сақтандыру қорының болжамдық көлемі актуарлық есептеудің көмегімен анықталады.

Сел алабының аумағы үшін таза мөлшерлеменің шамасы осы алаптағы сақтандыру нарығының сапасы мен сел қауіп – қатерінің дәрежесін бағалаудан шыға отырып анықталады.

Сел қауіп – қатерінің дәрежесі таза мөлшерлеменің көбеюін немесе азаюын анықтайтын вектор болып табылады. Сақтандырушылардың төлеу қабілеттілігі мен туындайтын сақтандыру нарығының және оның жекелеген сегменттерінің сапасы таза мөлшерлеменің өсуін шегеріп отырады.

Жалпы мөлшерлеме таза мөлшерлемеге пропорциялы болып келеді, өйткені ол таза мөлшерлеменің 10...30 % - ін құрайтын таза мөлшерлеме мен үстенің шамасынан тұрады.

Сақтандыру қорының көлемі сақтанушылардың санына тәуелді болады, ол өз кезегінде селдердің тікелей және жанама ықпалдары зонасымен және оның шегінде тұратын реципенттердің саны мен сондай-ақ олардың төлеу қабілеттілігімен және сақтандыру мәдениеті мен туындайды.

Превентивтік іс-шараларды, мониторингті және құлақтандыруды жүргізу үшін құрылатын сақтандыру резервтерінің, сондай-ақ апаттық – құтқарулық жұмыстардың және олардың зардаптарын жоюдың көлемі аумақтық сел қауіп – қатерінің дәрежесімен және осы басқарулық әрекеттердің қажеттілігімен жүзеге асырылады. Бірақ олар сақтандыру қорының жалпы көлемі мен шектеліп тұрады.

Сел қауіп – қатерін сақтандыру тиімділігінің дәрежесі сақтандыру қоры көлемінің өтемдерді төлеу бойынша қажетті шығындарға және превентивтік іс – шараларға барабар болуына байланысты әр түрлі болуы мүмкін. Әр түрлі аумақтар бойынша ол жоғары, орташа және төмен болуы мүмкін.

Сақтандырудың географиялық ерекшеліктерін талдау нәтижесінде оның сел қауіп – қатерін басқарудың тиімділігі артуындағы үлесінің клавиметрлік бағалары алынды [1]. Іле Алатауының орталық бөлігіндегі өзендердің негізгі алаптары бойынша олар төменде келтірілді.

Түрген өзені алабының биіктаулы зонасында сел қауіп – қатерінің кешенді бағалануы төмен. Сақтандыру нарығының жалпы бағалануы – жақсы деңгейде. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатысуының дәрежесі

– төмен. Негізгі басқарулық әрекеттер – мониторинг; мореналық көлдердің мемиорациясы. Таза мөлшерлеме жоғарғы. Жалпы мөлшерлеме – жоғары. Сақтандыру өрісі – кішкене. Сақтандыру қоры – орташа. Сел қауіп – қатерін басқару бойынша резервтер – орташа. Тиімділігі – жоғары.

Түрген өзені алабының ортабиіктаулы және аласатаулы зоналарында сел қауіп – қатерін кешенді бағалауы – дағдарысты. Сақтандыру нарығының жалпы бағалануы – жақсы деңгейде. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, жекелеген шаруашылық нысандарды қайта орналастыру, оңашаланған селге қарсы және тасқындарға қарсы қорғаулық имараттар. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатынасу дәрежесі – төмен. Таза мөлшерлеме – орташа. Жалпы мөлшерлеме – орташа. Сақтандыру өрісі – орташа. Сел қауіп – қатерін сақтандырудың тиімділігі – орташа.

Есік өзені алабының биіктаулы зонасы. Сел қауіп – қатерін кешенді бағалануы – төмен. Сақтандыру нарығының жалпы бағалануы – жақсы деңгейде. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, мореналық көлдердің мемиорациясы. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатынасу дәрежесі – төмен. Таза мөлшерлеме – жоғары. Жалпы мөлшерлеме – жоғары. Сақтандыру өрісі – кішкене. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жоғары.

Есік өзені алабының ортабиіктаулық және аласа таулық зоналарында сел қауіп – қатерін кешенді бағалануы дағдарысты. Сақтандыру нарығы деңгейінің жалпы бағалануы – жақсы. Негізгі басқарулық әрекеттері: мониторинг, құлақтандыру, оқшауланған селге қарсы және тасқынға қарсы қорғаулық имараттар, жекеленген нысандарды қайта орналастыру, тұрғындарды басқа жерге көшіру, нөсер генезисті селдердің қалыптасу ошақтарының су жиналу алабында мелиоративтік іс – шаралар. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатынасуының дәрежесі – төмен. Таза мөлшерлеме – орташа. Жалпы мөлшерлеме – орташа. Сақтандыру өрісі – орташа. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – орташа.

Талғар өзені алабының биіктаулы зонасы. Сел қауіп – қатерін кешенді бағалау – төмен. Сақтандыру нарығының жалпы бағалау – жақсы деңгей. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, мореналық көлдердің мелиорация, құлақтандыру. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатынасуының дәрежесі – төмен. Таза мөлшерлеме – жоғары. Жалпы

мөлшерлеме – жоғары. Сақтандыру өрісі – кішкене. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жоғары.

Талғар өзенінің алабы ортабиікті және аласатаулы зоналарда. Сел қауіп – қатерінің кешенді бағалауы – дағдарысты. Сақтандыру нарығы деңгейінің жалпы бағалауы – жақсы. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, тұрғындардың бір бөлігін басқа жерге көшіру, жекелеген шаруашылық нысандарды қайта орналастыру, оқшауланған тасқынға қарсы және қорғаулық іс – шаралар мен имараттар. Алыптың селдердің жаппай өтуіне қатынасуының дәрежесі – орташа. Таза мөлшерлеме – орташа. Жалпы мөлшерлеме – орташа. Сақтандыру өрісі – орташа. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – орташа.

Кіші Алматы – биіктаулы және орта биіктаулы зоналар. Сел қауіп – қатерін кешенді бағалау – күйреулік. Сақтандыру нарығын жалпы бағалау - өте жақсы деңгей. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, мореналық көлдердің мелиорациясы, селдерге қарсы оқшаулау қорғаулық имараттар. Алаптың селдің жаппай өтуіне қатынасуының дәрежесі – орташа. Таза мөлшерлеме - өте жоғары. Жалпы мөлшерлеме - өте жоғары. Сақтандыру өрісі – орташа. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жоғары.

Кіші Алматы – аласатаулы зона. Сел қауіп – қатерін кешенді бағалау – күйреулік. Сақтандыру нарығын жалпы бағалау - өте жақсы. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, селдерге қарсы қорғаулық имараттар, жекеленген нысаналарды қайта орналастыру, тұрғындардың бір бөлігін және тұрғын нысандарды көшіру: Алаптың селдердің жаппай өтулеріне қатынасу дәрежесі – жоғары. Таза мөлшерлеме - өте жоғары. Жалпы мөлшерлеме - өте жоғары. Сақтандыру өрісі – үлкен. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жоғары (бірақ сел қауіп – қатерінің күйреулігі есебінен ондай жоғары емес).

Үлкен Алматы – биіктаулы зона. Сел қауіп – қатерін кешенді бағалау – дағдарысшы, бірақ күйреулік болуы мүмкін. Сақтандыру нарығын жалпы бағалау – жақсы деңгейде. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, мореналық көлдердің мелиорациясы, құлақтандыру. Алаптың селдің жаппай өтуіне қатынасуының дәрежесі – жоғары. Таза мөлшерлеме – жоғары. Жалпы мөлшерлеме – жоғары. Сақтандыру өрісі – үлкен емес. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жоғары.

Үлкен Алматы – биіктаулы зона. Сел қауіп – қатерін квалиметрлік бағалау – күйреулік. Әлеуметтік сақтандыру нарығын жалпы бағалау - өте

жақсы деңгей. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, оқшауланған селдерге қарсы қорғаулық имараттар, нысандардың басым бөлігін қайта орналастыру. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатысуының дәрежесі – жоғары. Таза мөлшерлеме - өте жоғары. Жалпы мөлшерлеме - өте жоғары. Сақтандыру өрісі –үлкен емес. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жоғары.

Ақсай өзені алабының биіктаулы және орта биіктаулы зоналарында. Сел қауіп – қатерін кешенді квалиметрлік бағалау – төмен. әлеуметтік сақтандыру нарығын жалпы бағалау – жақсы деңгей. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, селдерге қарсы және тасқындарға қарсы қорғаулық имараттар, жекеленген нысандарды қайта орналастыру. Алқаптың селдердің жаппай өтуіне қатынасуының дәрежесі – орташа. Таза мөлшерлеме – орташа. Жалпы мөлшерлеме – орташа. Сақтандыру өрісі – орташа. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жеткіліксіз.

Ақсай өзені алабының аласатаулы зонасында сел қауіп – қатерін кешенді бағалау – күйреулік. Сақтандыру нарығын жалпы бағалау – жеткіліксіз жақсы деңгей. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, селдерге қарсы және тасқынға қарсы қорғаулық имараттар. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатысуының дәрежесі. Таза мөлшерлеме – орташа. Таза мөлшерлеме – орташа. Жалпы мөлшерлеме – орташа. Сақтандыру өрісі – орташа. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі.

Қаскелең өзенінің алабы – биіктаулы және ортабиік таулы зоналар. Сел қауіп – қатерін кешенді бағалауы – төмен. Сақтандыру нарығын жалпы бағалауы – орташа деңгейде. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, көл мореналарының мелиорациясы. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатысуының дәрежесі – төмен. Таза мөлшерлеме – орташа. Жалпы мөлшерлеме – орташа. Сақтандыру өрісі – үлкен емес. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – орташа.

Қаскелең өзенінің алабы – аласа таулы зона. Сел қауіп – қатерін кешенді бағалау – дағдарысты. Сақтандыру нарығын жалпы бағалауы – жақсы деңгейде. Негізгі басқарулық әрекеттері – мониторинг, құлақтандыру, тасқындарға қарсы іс – шаралар, жекеленген нысандарды қайта орналастыру. Алаптың селдердің жаппай өтуіне қатынасуының дәрежесі. Таза мөлшерлемесі – орташа. Жалпы мөлшерлемесі – орташа.

Сақтандыру өрісі – орташа. Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – орташа.

Сақтандырудың жоғары тиімділік аумақтары сел қауіп – қатерінің төмен деңгейімен және первентивтік іс – шаралардың жоғарғы еместігімен, бірақ сақтандыру нарығының жоғары еместігі мен сипатталатын Түрген өзені алабының биіктаулы зонасы; Есік өзені алабының биіктаулы зонасы, Талғар өзені алабының биіктаулы зонасы қауіп – қатер мен сақтандыру нарығы деңгейлерінің арақатынасы ұқсас, Үлкен Алматы өзені алабының биіктаулы зонасы; Кіші Алматы өзені алабының биіктаулы және орта биіктаулы зоналары сақтандыру нарығының бағалануы өте жоғары, Үлкен Алматы өзені алабының орта биіктаулы зонасы болып табылады. Бірақ Үлкен Алматы өзені алабының орта биіктаулы зонасында сел қауіп – қатері өте айтарлықтай болып келеді, сондықтан сақтандырудың тиімділігі жоғары деп бағаланады (бірақ «өте жоғары» емес деп, өйткені ол тек сел қауіп – қатерітөмендеу деңгейде болғанда ғана бағаланады). Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігі – жоғары (бірақ сел қауіп – қатерінің күйретулік есебінен өте жоғары емес).

Сел қауіп – қатерінен сақтандырудың тиімділігінің орташа дәрежесімен Түрген өзені алабының орта биіктаулы және аласатаулы зоналары, Есік өзені алабының орта биіктаулы және аласатаулы зоналары, Талғар өзені алабының орта биіктаулы және аласатаулы зоналары, Қаскелең өзені алабының биіктаулы, орта биіктаулы және аласатаулы зоналары, сел қауіп – қатерінің дағдарыстыдеңгейін қауіп – қатерден сақтандырудың жақсы деңгейі сәйкес келетін Ақсай өзені алабының биіктаулы және орта биіктаулы зоналары сипатталады.

Ақсай, Шымалған, Ұзын Қарғалы өзендері алабтарының аласатаулы зоналарында және сел қауіп – қатері дағдарысты санатқа жататын, сақтандыру нарығының деңгейі онша жақсы емес алапаралық аумақтарда сел қауіп – қатерінен сақтандыру онша тиімді болмауы мүмкін.

Түгелдей алғанда Іле Алатауының аумағында сел қауіп – қатерін басқарудың тиімділігінің артуы айтарлықтай мәнді болады, өйткені оның кейбір аумақтардағы жеткіліксіз деңгейі басқа аумақтардың жоғары және орташа деңгейімен өтеліп отырады.

Сақтандыру тұжырымдамасын енгізу есебінен сел қауіп – қатерін басқару тиімділігінің әрі қарай өсуі сел қауіп – қатерінің азаюы және



сақтандыру нарығы сапасының өсуі жағдайында байқалатын болады. Сақтандыру нарығының сапасы сел қауіп – қатері реципиенттерінің төлем қабілеттілігі мен сақтандыру мәдениетінің артуы негізінде өседі. Егер халықтың тұрмыс деңгейінің жалпы өсуімен және республиканың экономикалық өсуімен туындаған болса, онда ол реципиенттердің төлем қабілеттілігінің артуы жалпы мемлекеттік міндет болса, онда сақтандыру мәдениетінің өсуі сақтандыру саласының айрықша құзыреті болып табылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Азгальдов Г.Г. Общие сведения о методологии квалиметрии // Стандарты и качество.- 1994.- № 11.- С. 24-27.
2. Архипов А.П. О страховой защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций // Финансы.- 2000.- № 3.- с.36-39

Институт географии ЦНЗМО КН МОН РК

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕВЫМ РИСКОМ ПРИ ВНЕДРЕНИИ КОНЦЕПЦИИ ЕГО СТРАХОВАНИЯ**

А.К. Ботпаев

*Дана оценка перспектив повышения эффективности управления селевым риском, исходя из сопоставления величин селевого риска и страхового фонда, предусматривающего возмещение ущерба от селей, и страховых резервов, направленных на финансирование превентивных мероприятий, а также выплату страховых возмещений в случае массового прохождения селей.*

УДК 551.3246:583(574)

**НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗМЕНЕНИИ РАЗМЕРОВ  
ЛЕДНИКА ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТУЮКСУЙСКИЙ**

Н.Е. Касаткин

*Ледник Центральный Туюксуиский входит в число ключевых – тестовых Мировой службы мониторинга ледников. За период с 1998 по 2006 гг. он потерял 10 млн. м<sup>3</sup> льда или 8 % общего объема. Годовые потери ледника составили 0,9 %. Экстраполируя данные по изменению объема можно предположить, что ледник должен исчезнуть к концу 21 века, по изменению площади через 182 года, а по изменению длины через 260 лет, если будет продолжаться потепление климата Земли.*

Ледник Центральный Туюксуиский является ключевым – тестовым в системе Мирового мониторинга ледников Земли и систематически исследуется в течение более полувека. Ледник неоднократно подвергался топогеодезическим и стереофотограмметрическим съемкам, благодаря чему имеются данные, наиболее близкие к его реальным морфометрическим параметрам. Кроме того, ранее проводились государственные аэрофотосъемки ледника, давшие информацию о его размерах. Однако в ряде случаев дешифровкой снимков занимались не гляциологи, а топографы, не знающие особенностей ледника, в результате чего границы ледника и его размеры идентифицировались по-разному и нередко давали отличающиеся друг от друга результаты [4].

В связи с тем, что границы ледника изменяются довольно медленно и зависят от многих внешних факторов (абляции, наступления моренного покрова на чистую поверхность языка, кинематики ледника и т. п.), любые геодезические измерения необходимо проводить с интервалом от 5 до 10...15 и более лет, когда четко прослеживаются изменения, произошедшие с ледником за определенное время. В период проведения каких-либо измерительных работ необходимо еще учитывать время, когда ледник освобождается от сезонного снега и летних снегопадов.

Принимая во внимание вышеуказанные обстоятельства, 2006 г. оказался во многих отношениях весьма благоприятным для проведения

наземных геодезических съемок. К сожалению, область питания, обладающая крутыми (до 40°) склонами, ледовыми стенками и обрывами льда, не была охвачена этими съемками, и в дальнейших расчетах пришлось пользоваться результатами стереофотограмметрических съемок 1998 г. Эти работы осуществила специальная экспедиция из Баварской Академии Наук ровно через 40 лет после аналогичных съемок фотограмметристов из Дрезденской Технической Школы ГДР.

Для обеспечения гляциологических исследований, предписанных программами МГГ, Колебаний ледников, МГД и МГП, в середине прошлого века была установлена локальная геодезическая сеть в районе всех Малоалматинских ледников с установкой внешних металлических знаков и марок и привязкой их к опорной сети триангуляции 3...4 класса, которую установили в 1958 г. немецкие геодезисты. Эта сеть и в настоящее время используется при геодезических работах на леднике Центральный Туюксу, благодаря чему все пункты гляциологических измерений привязываются к картам. Но, как уже отмечалось выше, режимные характеристики и морфометрия области питания оценивались косвенным образом.

Изменения объема льда за период с 1998 по 2006 гг. определялись гляциогеодезическим методом на основе карт языка, полученных в результате соответствующих съемок. На 1998 г. карта была сделана немецкими геодезистами, а на 2006 г. - автором данной статьи при непосредственном активном участии коллектива сотрудников стационара «Ледник Туюксу» Института географии МОН РК (рис. 1). Геодезическая съемка 2006 г. проводилась в период с 27 по 30 августа, когда контуры ледника были четко очерчены, т. к. стояла почти безоблачная трехмесячная и довольно «жаркая» погода, «съевшая» весь снежный покров вокруг ледника и на всей его поверхности.

Все точки вновь установленной на леднике речной сети были привязаны методом прямой засечки с имеющихся на бортах ледника геодезических пунктов. Координаты и высоты рек на 2006 г. были вычислены в компьютерной программе EXCEL. По этим координатам и высотам были построены две карты поверхности ледника Туюксу до высоты 3800 метров над у. м., являющейся среднемноголетней внешней границей питания и внутренней кинематической границей питания. Обе карты были выполнены в масштабе 1 : 10 000, изогипсы на них проведены через 5 метров. Эти карты явились основой для последующих расчетов. Использовался метод палетки, на которой координатная сетка была проведена через 50

метров. Сетка поочередно накладывалась на карту 1998 г., а затем на карту 2006 г., и в каждом пересечении осей плановых координат на площади ледника снимался отсчет абсолютной высоты (рис. 2). Разность между отсчетами 1998 и 2006 гг. в данной точке явилась величиной изменения высоты поверхности ледника.

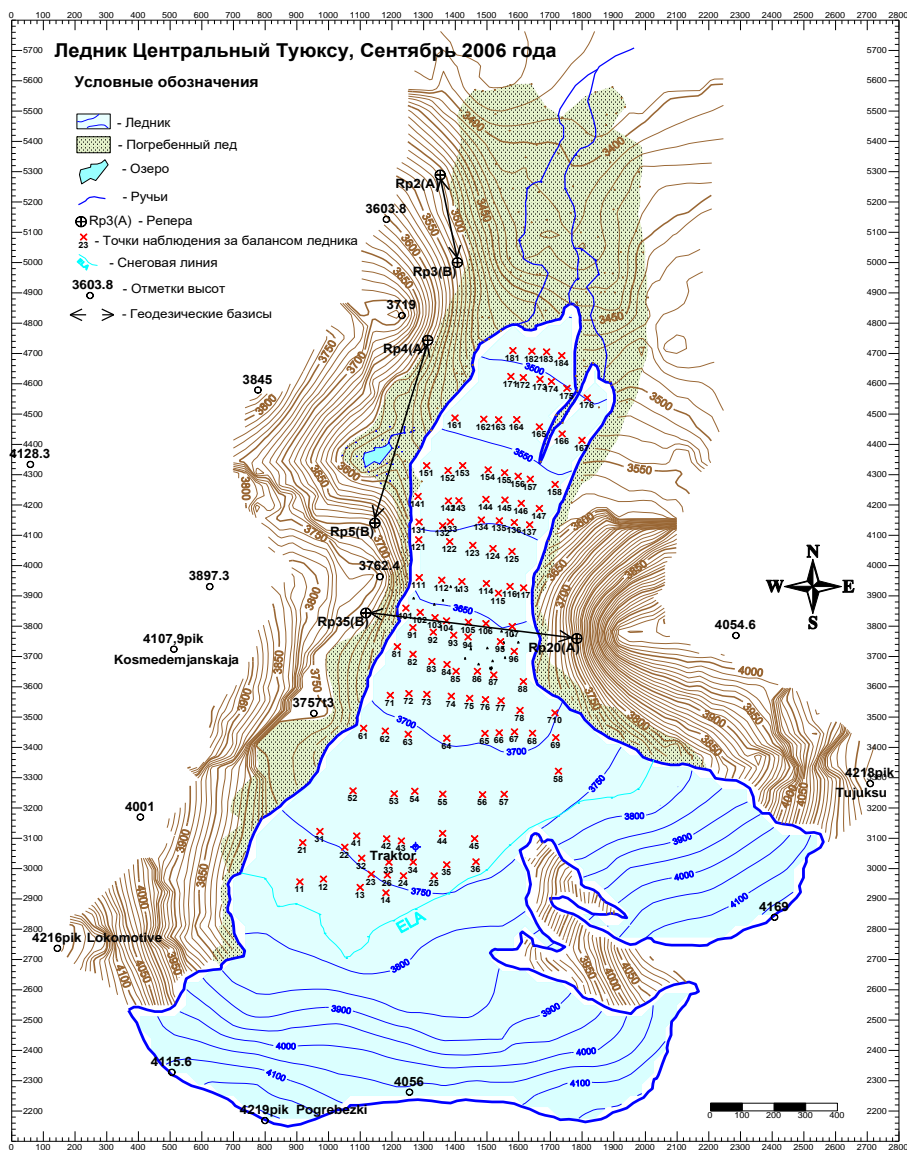


Рис. 1. Карта бассейна ледника Центральный Туяксу на конец августа 2006 г.

Всего таких точек, покрывших доступную часть ледника до указанной высоты, оказалось 530. Поскольку площадь языка до высоты 3800 метров над у. м. составляла 1 438 272 м<sup>2</sup>, каждая точка координатной сетки приходилась на 2713 м<sup>2</sup>, что обеспечило надежность дальнейших расчетов.

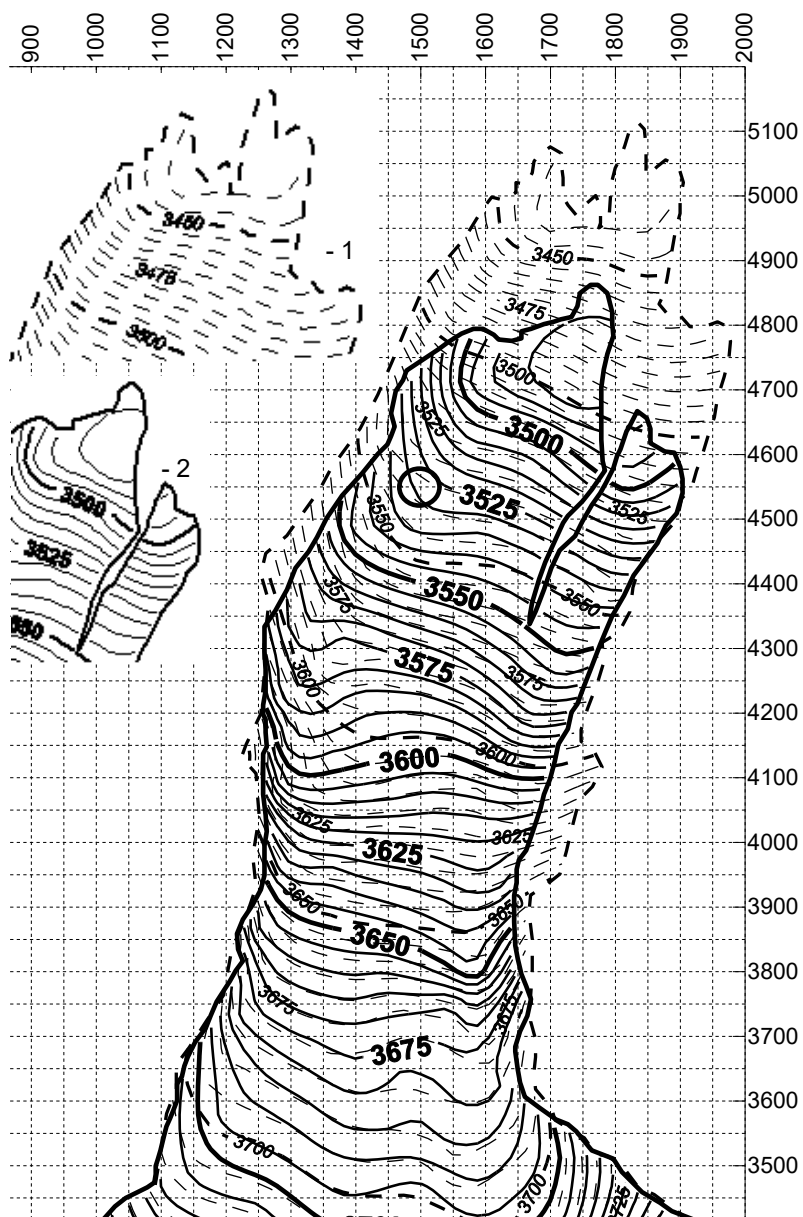


Рис. 2. Фрагмент рабочей карты для определения величины стаявшего льда. 1 – поверхность 1998 г., 2 – поверхность 2006 г.

Все эти данные были отсортированы по принадлежности к высотным зонам через 50 метров, вычислена средняя арифметическая величина стаявшего слоя льда в каждой высотной зоне. В компьютерной программе MAPINFO были получены площади каждой высотной зоны отдельно за 1998 и за 2006 гг. Для вычисления объёма стаявшего льда в данной высотной зоне использовалась средняя между 1998 и 2006 годами площадь. Затем средняя величина стаявшего льда в определённой высотной зоне, выраженная в метрах, была умножена на среднюю между 1998 и 2006 годами площадь соответствующей высотной зоны, выраженную в квадратных метрах. В итоге были получены данные о количестве льда, исчезнувшего за восьмилетний период, выраженные в кубических метрах, по каждой высотной зоне через 50 метров (табл. 1).

Таблица 1

Изменение объема льда на леднике Центральный Туюксуйский  
ниже 3800 м над у. м. за 1998 г. и 2006 г.

Высотный интервал, м	Площадь интервала, м <sup>2</sup>			Среднее значение слоя исчезнувшего льда, м	Объем исчезнувшего льда, м <sup>3</sup>
	1998 г.	2006 г.	средняя		
до 3500	67 496	52 744	60 120	-12,85	-772 311
3500...3550	131 463	133 024	132 244	-10,47	-1 384 953
3550...3600	151 307	117 566	134 436	-9,417	-1 265 943
3600...3650	110 079	108 007	109 043	-5,74	-625 700
3650...3700	197 093	217 626	207 359	-3,85	-798 805
3700...3750	437 174	398 387	417 780	-1,63	-680 304
3750...3800	375 953	410 919	393 436	-0,22	-87 430
Итого:	1 470 565	1 438 273	1 454 419	-3,86	-5 615 446

Так определялось изменение объема льда, исчезнувшего на языке до подножия склонов цирка ледника, за период с 1998 по 2006 гг.

Для наглядности также была построена трехмерная модель стаявшего за период с 1998 по 2006 годы слоя льда до высоты 3800 м над у. м. (рис. 3).

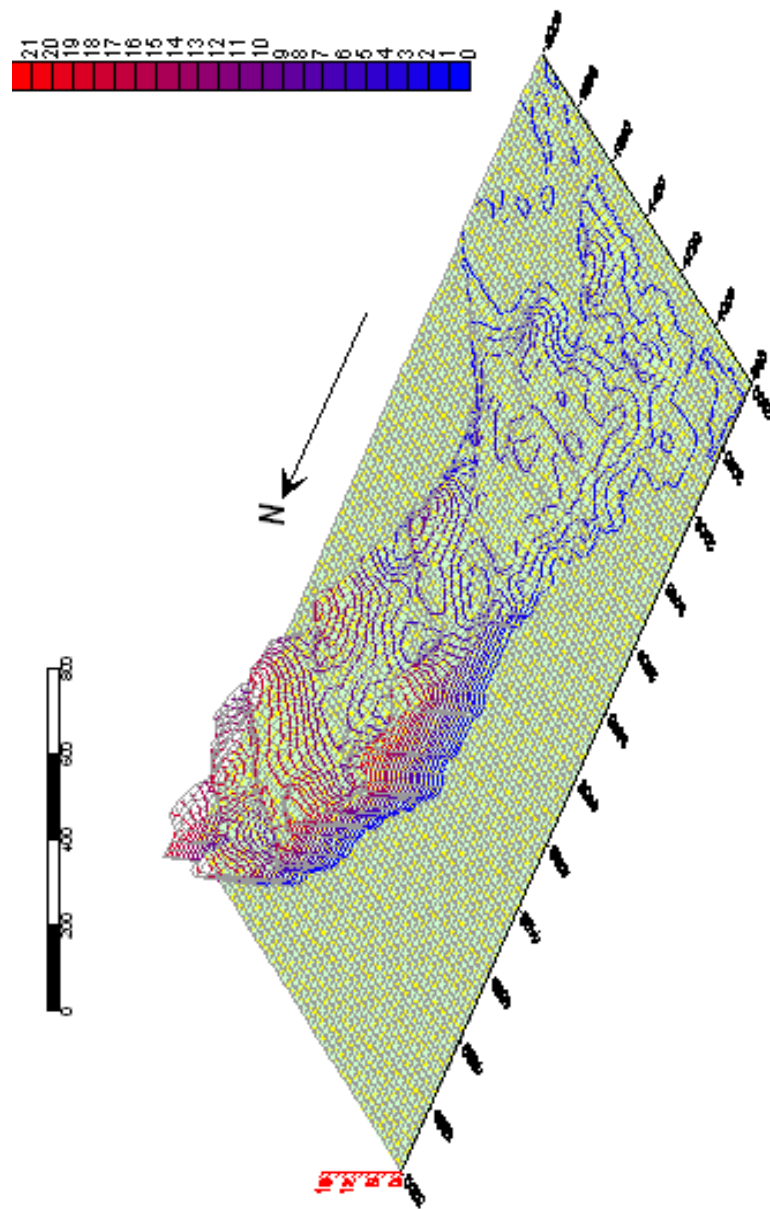


Рис. 3. Трехмерная модель стаявшего за период с 1998 г. по 2006 г. слоя льда до высоты 3800 м над у. м.



Чтобы получить представление, какой объем льда потерял ледник за это же время, пришлось прибегнуть к информации, опубликованной в статье Е.Н. Вилесова и В.И. Морозовой [2] по данному вопросу за период 1958...1998 гг., когда были составлены крупномасштабные карты всего ледника, и на их основе вычислены изменения объема льда за сорок лет. Авторами этой публикации приводятся данные, согласно которым ледник выше 3800 м над у. м. терял от  $-8\%$  до  $-30\%$ , что в среднем на  $20\%$  меньше, чем он терял на языке (ниже 3800 м над у. м.). Это единственные в своем роде сведения о потерях льда в области питания и на всем леднике.

Кстати, К.Г. Макаревич, проводивший скрупулезные геодезические измерения с 1978 по 1992 гг., отметил, что из области аккумуляции выше 3800 м происходил вынос льда за счет движения, который не компенсировался выпадающими здесь атмосферными осадками, и вследствие этого поверхность указанной области систематически понижалась, и уменьшался объем существующего там льда [3]. Это лучше всего согласуется с немецкими данными, опубликованными в [2], где указывается, что область питания ледника теряла свой объем почти во всех высотных интервалах.

Производя простейшие вычисления потерь льда на площади выше 3800 м над у. м. по выше названным процентам, было определено, что объем льда на леднике за период с 1998 г. по 2006 г. уменьшился на 10млн. м<sup>3</sup>, что по отношению к общему объему льда ориентировочно в 122млн. м<sup>3</sup> составило  $8\%$ . В период 1958...1998 гг. объем льда уменьшился на  $39\%$ . Годовые потери в указанные периоды находятся в пределах от  $0,8\%$  до  $0,98\%$ , или в среднем  $0,9\%$ , и за 48 лет остались почти неизменными, и находятся в пределах точности расчетов.

Баланс массы ледника в переводе на воду по предварительным расчетам за период 1998...2006 гг. составил  $0,37\text{ м}^3/\text{м}^2$ , а потери -  $0,44\text{ м}^3/\text{м}^2$ . Это сопоставление также находится в пределах точности расчетов в результате сделанных допусков.

Если экстраполировать нынешние темпы сокращения объема, ледник должен исчезнуть к концу 21 века, что согласуется с прогнозами Вилесова – Уварова [1] и Макаревича [3]. Ледник в 2006 г. имел площадь в  $2,51\text{ км}^2$  и в течение 8 лет (1998...2006 гг.) ежегодно сокращался на  $13750\text{ м}^2$ . Экстраполируя (линейно) темпы сокращения ледника, нетрудно подсчитать, что при существующих климатических условиях, он исчезнет че-

рез 182 года или к 2188 г. Длина ледника в 2006 г. составляла 2,91 км и в период 1998...2006 гг. ежегодно уменьшалась на 11,1 м. При том же способе экстраполяции сокращение длины ледника будет продолжаться 260 лет и завершится в 2266 г.

Следует отметить, что это весьма приблизительный прогноз, т. к. при его составлении применялся метод прямой экстраполяции, в то время как существует очень много факторов, способных существенно повлиять на динамику изменения параметров ледника. Например, при условии, что существенного изменения климата не произойдет, темпы деградации ледника будут одинаковы лишь до тех пор, пока тает его наиболее горизонтальная часть. Таяние же льда, находящегося на крутых склонах тыловой стены преимущественно северной ориентации (ныне зона питания ледника), будет происходить намного медленнее. С каждым годом нижняя граница языка постепенно поднимается по абсолютной высоте, что в свою очередь также должно несколько замедлить общий темп сокращения длины ледника. В то же время состояние климата довольно нестабильно, что в свою очередь не может не отразиться на динамике ледника.

Первый прогноз, основанный на ежегодном уменьшении площади ледника, был сделан Н.Н. Пальговым [5]. В нем он предполагал существование ледника до 2340 г., считая, что ледник не исчезнет совсем, а лишь истощится.

Как видно по приведенным данным, прогноз остатка жизни ледника колеблется от ста до двухсот и более лет. Пока нет веских оснований решать, какой из прогнозов окажется наиболее близким к тому, что на самом деле произойдет в отдаленном будущем.

Автор выражает искреннюю благодарность К.Г. Макаревичу за научные консультации и редакцию настоящей статьи, а также сотрудникам Института географии МОН РК Ревутайте А.Ю., Ребровой И.А., Реброву Ю.А., Чемидову С.А., Мишенину В.П., Капице В.П. за помощь в работах по реконструкции всего речного поля на леднике и в производстве геодезических работ, причем Капицу В. П. еще и за помощь при камеральной обработке выполненных измерений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке.- Алматы: Изд-во «Казак университеті», 2001.- 252 с.

2. Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Ледник Туюксу. Результаты сравнения съёмок 1958 и 1998 гг. // Гидрометеорология и экология.- 2003.- № 3.- С. 82-90.
3. Макаревич К.Г. Баланс массы и кинематика ледников Тянь-Шаня на примере ледника Туюксу // МГИ.- 2005.- Вып. 98.- С. 194-201.
4. Осипова Г.Б., Хромова Т.Е., Цветков Д.Г. Проблемы исследования колебаний горных ледников по материалам космических съёмок // МГИ.- 2005.- Вып. 98.- С. 124-136.
5. Пальгов Н.Н. Жизнь одного ледника.- Алма-Ата: Наука, 1970.- 123 с.

ДГП «Институт географии» Республиканское Государственное Предприятие, Центр Наук о Земле, Металлургии и Обогащения Министерства Образования и Науки Республики Казахстан

## **ОРТАЛЫҚ ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ ӨЛШЕМДЕРІНІҢ ӨЗГЕРІСТЕРІ ЖАЙЛЫ ЖАҢА ДЕРЕКТЕР**

Н.Е. Касаткин

*Орталық Тұйықсу – мұздықтардың Әлемдік мониторингі қызметінің тесттік (сынақтың) – тіректік мұздықтары қатарына кіреді. 1998 - 2006 жылдарының аралығындағы кезеңде мұздық 10 млн. м<sup>3</sup> мұз немесе жалпы көлемінің 8 пайызын жоғалтқан. Мұздықтың орташа жылдық шығыны 0,9 пайызды құрады. Егер Жер климатының жылынуы жалғаса берсе, деректерді экстраполяцилау негізінде мұздық көлемінің өзгерісі бойынша 21-ғасырдың соңында, ауданының өзгерісі бойынша 182 жылдан кейін, ал ұзындығының өзгерісі бойынша, сәйкесінше, 260 жылдан кейін жоғалып кетуі тиіс деп жорамалдауға болады.*

УДК 551.324

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА  
НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ**

В.В. Жданов

*Приводятся сведения о гидрометеорологических условиях на юго-востоке Казахстана. Особое внимание уделено их изменениям в последнее десятилетие. Изучалось влияние данных условий на ледовый режим горных рек.*

Известно, что водоледовый селя на реке Узун-Карагалы 5 января 2006 г. произошел в результате разрушения недостаточно прочного участка водоледовых конструкций. Из проведенных обследований [3] стало ясно, что водоледовые сели образуются при наличии:

- определенной морфометрии водоледовых конструкций;
- аномального заполнения русла водоледовыми конструкциями;
- «оптимальной» прочности водоледовых конструкций;
- механизма «запуска» водоледового явления (селя).

Изучение условий образования упомянутого селя показало, что в период времени, предшествовавший этому событию, на гидрологическом посту (ГП) Дамба (бассейн р. Малая Алматинка) имел место значительный рост уровня воды, связанный с образованием внутриводного льда. Данные о водоледовом селе 1987 г., отрывочные сведения о подобных явлениях на других реках Заилийского Алатау, имевших место в конце 20 века, а также селе 2006 г., легли в основу гипотезы о связи водоледовых селей с резкими похолоданиями.

Для выявления условий образования ледовых конструкций, аналогичных тем, что приводили к образованию водоледовых селей, исследовались случаи роста уровня воды на реках северного склона Заилийского Алатау. Особый интерес вызвали 11 случаев образования внутриводного льда на ГП Дамба и Проходная-Устье. Почти все они происходили синхронно и имеют общие черты. Было установлено, что водоледовые конструкции, разрушение которых приводит к формированию водоледового селя, образуются при наличии следующих гидрометеорологических условий:

- резких понижений температуры воздуха до минус 10 °С и более;
- переохлаждения воды в реке;
- отсутствия сплошного ледяного покрова на реках.

При этом на остальных гидрологических постах никаких водоледовых конструкций отмечено не было; но при этом замечено, что переохлаждения воды там не наблюдалось.

Температура воды определяется:

- температурой воздуха на пути движения водного потока;
- температурой грунтовых вод на выходе их на земную поверхность;
- наличием ледовых образований;
- уклоном и длиной русла.

Изучение условий формирования водоледовых селей потребовало более детального изучения гидрометеорологических условий, способствовавших возникновению водоледовых образований. Прежде всего, это - температуры воздуха и воды.

Все проанализированные случаи резкого падения температур воздуха ( $T_{\text{в}}$ ) имеют отличительные особенности. Один из случаев приведен на рис.1.

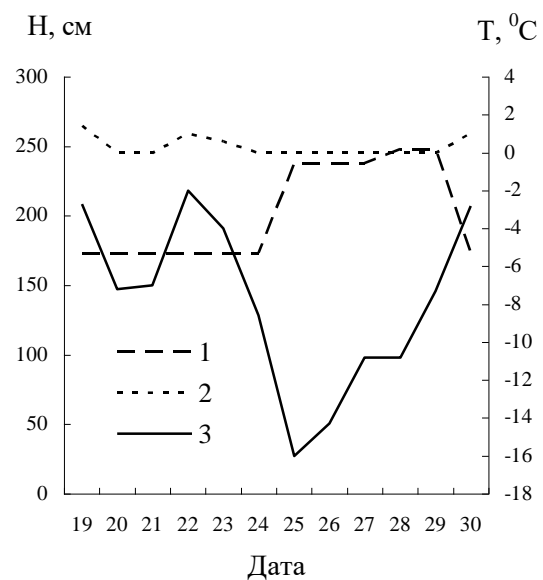


Рис 1. Временной ход гидрометеорологических характеристик на гидропосту Дамба в январе 2003 г.. 1 – уровень вод; 2 – температура воды; 3 – температура воздуха.

На рисунке видно, что произошел рост уровня воды более чем на 70 см. Максимальный уровень сохранялся четыре дня. Этот рост связан с резким падением  $T_{в}$  от минус 2 до минус 16 °С и начался через три дня после ее падения. Падение температуры воды происходило синхронно с падением температуры воздуха. В это время наблюдателем было отмечено образование внутриводного льда. Затем при последующем повышении температуры воздуха произошло падение уровня воды и таяние льда.

Для оценки повторяемости описанных явлений были проанализированы климатические особенности зимнего периода данного региона. Для этого использовались данные о температурах воздуха за ряд лет на метеостанции Алматы. На рисунке 2 приведен временной ход  $T_{в}$ .

На рисунке продемонстрирован ход  $T_{в}$  в зимний период времени пятидесятых и девяностых годов. Особый интерес вызывала частота перехода  $T_{в}$  через 0 и минус 8 °С. Ноль градусов соответствует началу образования льда на реках, а минус 8 °С – интенсивному образованию внутриводного льда во всех изучаемых случаях. В изучаемые периоды происходили переходы  $T_{в}$  через 0 °С 69 раз в пятидесятые годы и 67 раз – в девяностые; через минус 8 °С – 56 и 40 раз соответственно. Сравнивая графики, нетрудно заметить, что в 90-е годы 20 века произошло смещение температурного графика в сторону положительных  $T_{в}$ , уменьшилась амплитуда колебаний, а частота перехода через 0 °С практически не изменилась.

Приведем краткие сведения о климате предгорий Заилийского Алатау [2]. Зима в Алматы умеренно холодная, непродолжительная с преобладанием штилевой погоды и устойчивым снежным покровом. Характерной чертой зимы является частая смена оттепелей и похолоданий. Похолодания связаны с вторжением арктических воздушных масс. Периоды с  $T_{в}$  минус 20...минус 25 °С могут держаться 6...8 дней. Зимы с низкими  $T_{в}$  – явление довольно редкое. В целом зима довольно мягкая. В предгорьях  $T_{в}$  выше, чем нижней части города. Это объясняется так называемой орографической инверсией: стеканием холодного воздуха вниз по склонам.

По статистике атмосферные процессы над юго-востоком Казахстана распределяются следующим образом: антициклоны – 10 %, циклоны – 6 %, малоградиентные поля – 22 %, гребни – 32 %, ложбины – 18 %, волновые образования – 12 %.

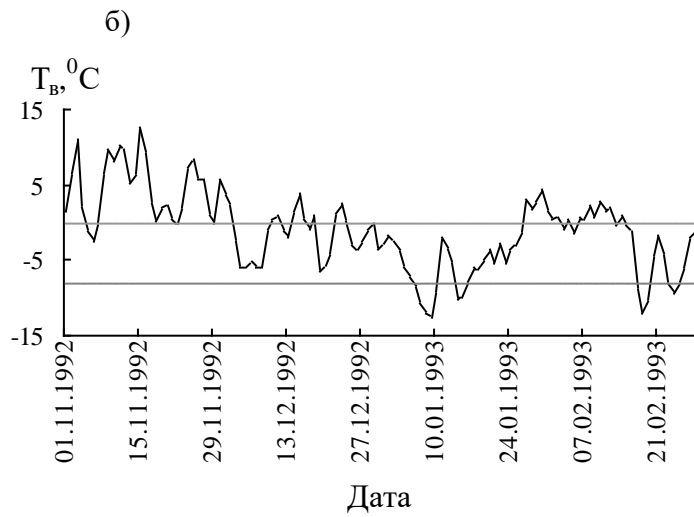
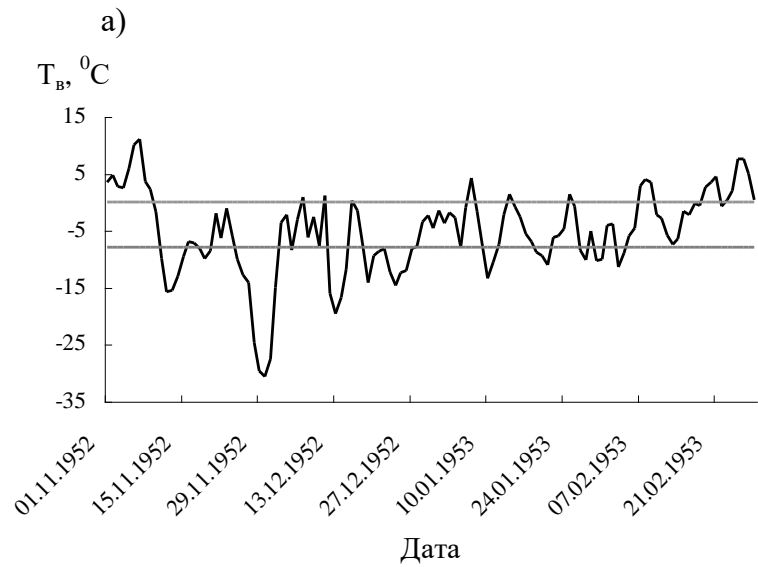


Рис. 2. Временной ход температуры воздуха на метеостанции Алматы.  
 а) – ход  $T_{в}$  зимой 1952...1953 гг., б) – ход  $T_{в}$  зимой 1992...1993 гг.

Анализируя синоптические условия случаев резкого понижения  $T_{в}$ , которые вызывали рост водоледовых образований, можно сделать следующие выводы. Всем изучаемым случаям предшествовала аномально теплая погода. Аномалии  $T_{в}$  составляли 1...12 °C выше нормы. В атмосфере

наблюдалось преобладание западных и юго-западных потоков, способствовавших переносу теплого воздуха на территорию Алматинской области. Это препятствовало образованию ледового покрова на реках.

Падение температуры воздуха связано с перестройкой термобарического поля и изменением направления потоков в свободной атмосфере, которые вызывали заток холодных воздушных масс из районов Скандинавии, Карского и Баренцева морей на территорию юго-восточного Казахстана. Во время вторжений наблюдались аномалии  $T_{в}$  до 2...15 °С ниже нормы. Все случаи резкого понижения температуры связаны с ультраполярными вторжениями. Это хорошо согласуется с описаниями региональных синоптических процессов [1] над юго-востоком Казахстана.

Следует отметить, что при возникновении водоледового селя 2006 г. наблюдались подобные аэросиноптические условия. Ультраполярное вторжение, начавшееся 1 января, вызвало резкое похолодание на юго-востоке Казахстана. Синоптические карты приведены на рис. 3.

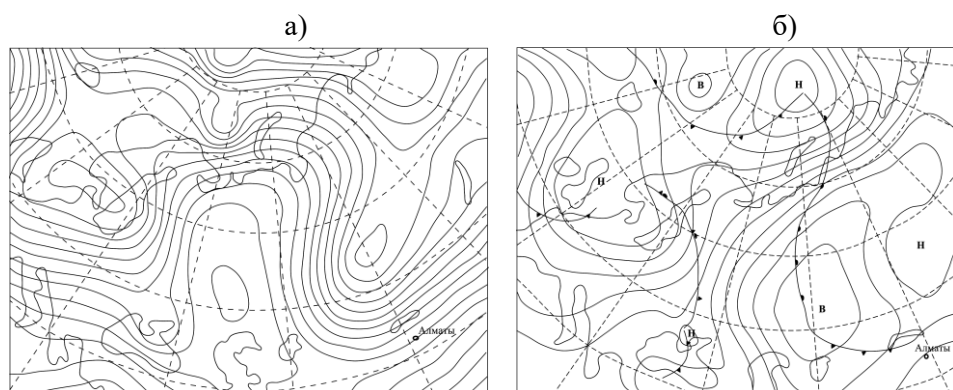


Рис. 3. Синоптические карты вторжения перед прохождением водоледового селя. а) – анализ изобарической поверхности 500 гПа 01.01.06 г., б) – анализ приземный 01.01.06 г.

Связь между интенсивным началом образования льда в период похолоданий и холодными ультраполярными вторжениями говорит о возможности среднесрочного прогнозирования образования внутриводного льда на реках. В настоящее время в работе синоптиков северные вторжения (ультраполярные) прогнозируются с большой оправдываемостью.

Появление всех признаков ультраполярного вторжения должно стать для гидропрогнозиста предвестником будущего начала процесса образования внутриводного льда.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаев В.А., Джорджио В.А. Синоптические процессы средней Азии.– Ташкент: Изд-во «АН УзССР», 1957. – 650 с.
2. Климат Алма-Аты /Под ред. Х.А. Ахмеджанова, Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 226 с.
3. Яфязова Р.К. О катастрофических явлениях на горных реках в зимний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 4. – С. 114-124.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

### **ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БАУРАЙЫНДАҒЫ ҚЫСҚЫ КЕЗЕҢІНДЕГІ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ**

В.В. Жданов

*Қазақстанның оңтүстік – шығында гидрометеорологиялық жағдайлар туралы мәлімдемелер жүргізілуде. Соңғы он жылдықта олардың өзгеруіне ерекше көңіл бөленген. Таулы өзендердегі мұздық режімге осы жағдайдың ықпалы зерттелді.*

УДК 551.524.34(574)

**ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ  
НА ЛЕДНИКЕ ТУЙЫКСУ**

Л.А. Ерисковская

*Рассматриваются доли (в %) твердых, жидких, смешанных осадков за теплый период (май-сентябрь), летний период (июнь-август), за каждый месяц с мая по сентябрь, а также при каких средних температурах воздуха выпадали твердые, смешанные или жидкие атмосферные осадки на леднике Туйыксу в летнее время за период 1971...2005 гг. при различных синоптических процессах (по типизации Б.Л. Дзердзеевского).*

В связи с глобальным потеплением климата на планете Земля повышается средняя температура воздуха, что вызывает увеличение абсолютной высоты снеговой линии. Одним из признаков изменения условий питания в ледниковой зоне гор служит возрастание доли смешанных осадков, выпадающих в летнее время. Однако в последнее время твердые осадки, более благоприятные для оледенения, даже в Джунгарском Алатау, расположенном севернее Заилийского Алатау, становятся реже [12]. Вместе с тем в питании ледников немалую роль играют не только твердые, смешанные, но также жидкие осадки. Это зависит от абсолютной высоты и от подстилающей поверхности, на которую они выпадают. Известно, что с увеличением высоты на 100 метров температура воздуха в летнее время в районе ледника Туйыксу (Заилийский Алатау) уменьшается на 0,7 °С [1], что позволяет с достаточно высокой точностью определить на каком температурном фоне выпадают летние осадки и при каких условиях происходит переход осадков из одного в другое фазовое состояние. Если жидкие осадки в верхних зонах ледников падают на снежную поверхность, то они поглощаются снежной толщей и прогревают ее. В практике исследований наблюдалось, что осадки, выпавшие из теплой воздушной массы вплоть до водоразделов ледников, могли полностью смыть снег, отложенный за зимний сезон, и обнажали фирновые и ледяные поверхности. Граница питания или, иначе говоря, снеговая линия в этих случаях резко уходила вверх или вообще исчезала с обнаженной поверхности ледника. Таким годом оказался 2006 г. В прошлом – 1978,

1984, 1991, 1997 гг. В условиях холодных вторжений влажных циклонических масс идет пополнение области аккумуляции выпадающими осадками в любом фазовом состоянии.

На языках ледников твердые осадки затормаживают таяние льда и снега, так как повышается альbedo. Жидкие осадки в области языков способствуют усилению таяния снега и льда даже в том случае, когда температура дождя лишь незначительно выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Выпадая на ледяную поверхность, они тотчас стекают вниз. Все эти особенности влияния осадков на режим ледника важно критически оценивать и учитывать при расчетах баланса массы ледников.

Ниже предпринимается попытка показать в каком фазовом состоянии находятся атмосферные осадки при разных синоптических ситуациях в летний период, чтобы дать представление о том, как это может отразиться на балансовом состоянии ледников в годовом периоде и за более длительные отрезки времени, когда четко вырисовывается картина современной эволюции оледенения, что и сделано по данным натурных наблюдений на гляциологической станции Туйыксу Института географии МОН РК, расположенной на морене ледника на высоте 3450 м над уровнем моря.

В середине 90-х годов XX-го века смешанные осадки увеличивались, твердые уменьшались, жидкие изменялись незначительно (рис.1). В начале XXI-го века смешанные осадки начали уменьшаться, но число суток с выпадением смешанных осадков еще велико, стали возрастать твердые и в основном жидкие осадки, за счет которых и происходит увеличение общей суммы осадков в летнее время (рис.2).

При более детальном рассмотрении (табл. 1) следует, что твердые осадки преобладают в мае и сентябре. В июне твердые и смешанные осадки почти равны, в июле и августе преобладают смешанные осадки. В целом за летний период (с июня по август) наибольшая доля приходится на смешанные осадки, а за весь период (с мая по сентябрь) – на твердые.

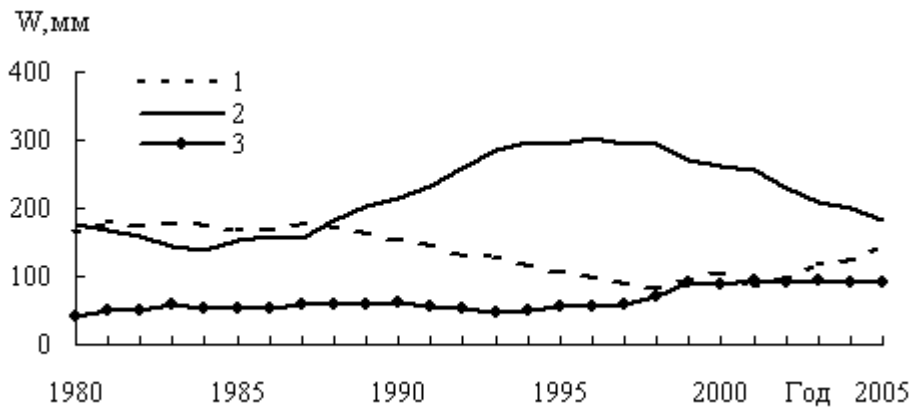


Рис.1. Изменение скользящих суммы количества осадков в мм по 10-летиям на станции Туйыксу за летний период (1971...2005 гг.). 1-твердые; 2-смешанные; 3-жидкие осадки.

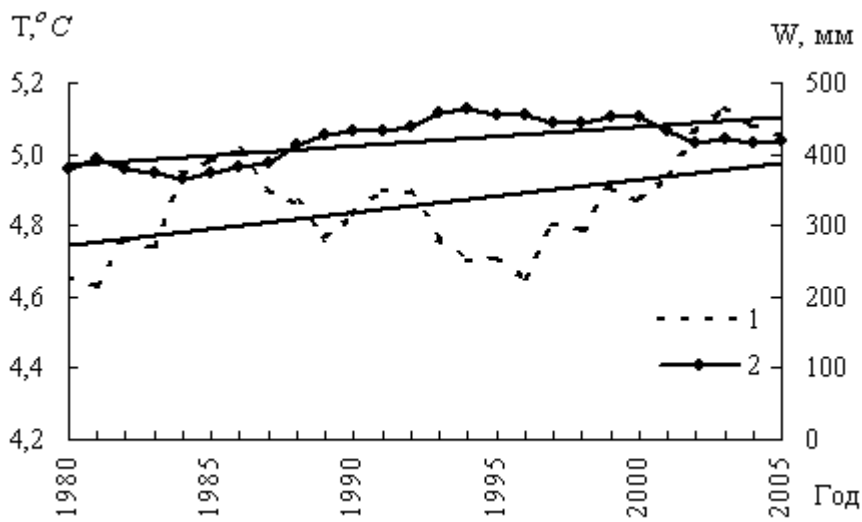


Рис.2. Изменение скользящих метеовеличин по 10-летиям за летний период на станции Туйыксу (1971...2005 гг.). 1 – температура воздуха ( $T$  °C) и ее линейный тренд; 2 – сумма осадков ( $W$ , мм) и ее линейный тренд.

Таблица 1

Средние многолетние значения осадков ( в % ) на станции Туйыксу  
за период 1971...2005 гг.

Май ( $T=-0,4^{\circ}C$ )			Июнь ( $T=3,2^{\circ}C$ )			Июль ( $T=5,7^{\circ}C$ )			Август ( $T=5,6^{\circ}C$ )			Сентябрь ( $T=2,0^{\circ}C$ )		
<i>m</i>	<i>c</i>	<i>ж</i>	<i>m</i>	<i>c</i>	<i>ж</i>	<i>m</i>	<i>c</i>	<i>ж</i>	<i>m</i>	<i>c</i>	<i>ж</i>	<i>m</i>	<i>c</i>	<i>ж</i>
75,1	21,6	3,3	49,3	41,9	8,8	26,6	53,3	20,1	25,0	53,2	21,8	72,8	22,7	4,5
Июнь-август ( $T=4,8^{\circ}C$ )						Май-сентябрь ( $T=3,2^{\circ}C$ )								
<i>m</i>		<i>c</i>		<i>ж</i>		<i>m</i>		<i>c</i>		<i>ж</i>				
33,6		49,5		16,9		49,8		38,5		11,7				

Примечание.  $T$  – средняя многолетняя температура воздуха (в  $^{\circ}C$ ) за исследуемый период;  $m$  – твердые;  $c$  – смешанные;  $ж$  – жидкие осадки.

Для анализа роли синоптических процессов данные взяты из ряда источников [6, 8-11]. Как рассматривалось в статье [5], на леднике Туйыксу обильные осадки в основном выпадали при южном меридиональном типе (13л) атмосферных процессов по классификации Б.Л. Дзердзиевского [2, 3]. В середине XX-го века произошло резкое увеличение числа суток с выпадением осадков при элементарном циркуляционном механизме (ЭЦМ) 13л, тогда как число суток с выпадением осадков ЭЦМ 4 (северные вторжения), более благоприятных для оледенения, уменьшилось [5]. В конце XX-го века число суток с выпадением осадков при ЭЦМ 13л уменьшается, (но влияние данного типа ЭЦМ еще велико), и происходит увеличение доли других синоптических процессов – 3, 9, 12а, 12л, особенно ЭЦМ 9 (рис.3). По остальным ЭЦМ число суток с выпадением осадков либо уменьшается или остается без изменений.

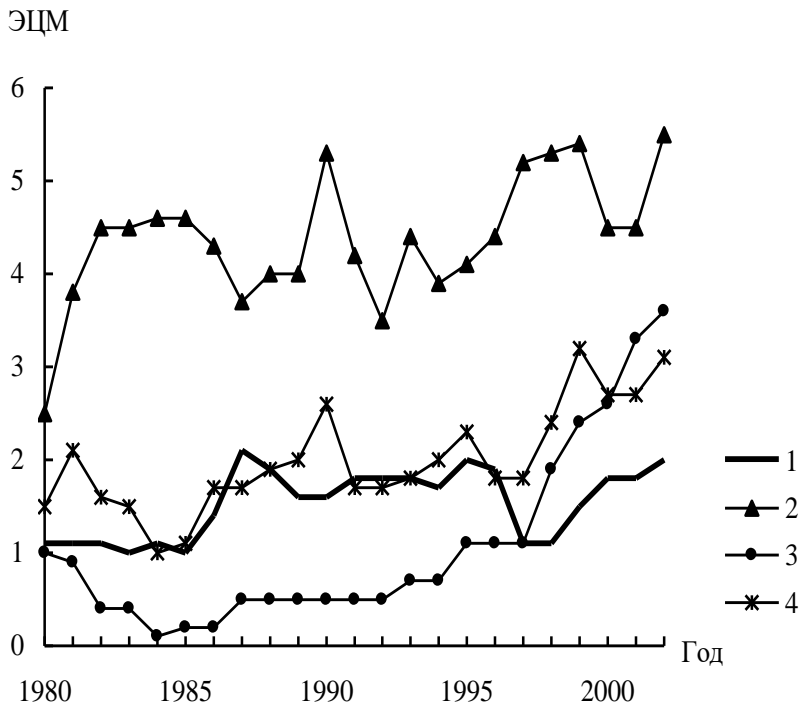


Рис.3. Изменение скользящих по 10-летиям числа суток с выпадением осадков при различных ЭЦМ в летний период на леднике Туйыксу (1971...2002 гг.). Тип ЭЦМ: 1 – 3; 2 – 9; 3 – 12а; 4 – 12л.

Типы циркуляции 3 (нарушение зональности) - 9, 12а, 12л – (меридиональные вторжения) [9], при которых часто происходит понижение средней суточной температуры воздуха за исследуемый период на леднике, что благоприятно для оледенения, но осадки при этих типах менее обильные, чем при типе 13л (табл.2). Как рассматривалось ранее в статье [4], весна становится холодней в основном из-за апреля. В апреле за исследуемый период происходит увеличение ЭЦМ 9 и 13з. Но так как в летние месяцы 13з бывает очень редко, то понижение средней суточной температуры воздуха происходит в основном при ЭЦМ 9. Дальнейшее увеличение ЭЦМ 9 благоприятно для оледенения. При рассмотрении динамики процессов видно, что в летний период при ЭЦМ 3, 9, 12а, 12л наблюдается рост смешанных и твердых осадков, при ЭЦМ 13л наблюдался рост жидких, но преобладали в основном твердые осадки, несмотря на то, что это выход южных воздушных масс на территорию Казахстана (рис.4). ЭЦМ 13л на леднике наблюдался в основном после северных вторжений 3, 9,

12а, 12л особенно после 1996 г, когда началось некоторое уменьшение числа суток с выпадением осадков при ЭЦМ 13л [5]. Происходило выхолаживание поверхности при понижении температуры воздуха, что способствовало увеличению твердых атмосферных осадков.

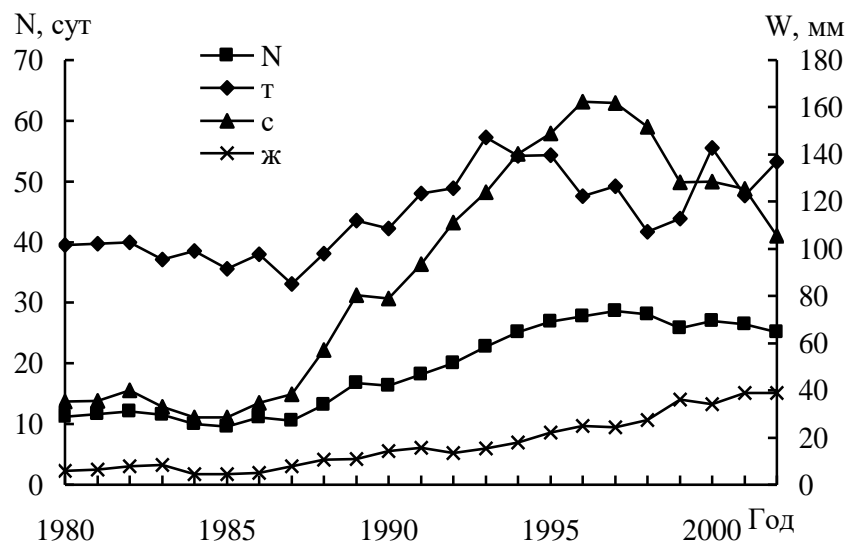


Рис.4. Изменение скользящих по 10-летиям сумм атмосферных осадков за летний период (1971...2002 г.г.) на леднике Туйыксу при ЭЦМ 13л. N- число суток с осадками; т - сумма твердых осадков; с- смешанных; ж- жидких

Таблица 2

Значения метеоэлементов при различных типах ЭЦМ за летний период (1971...2002 гг.) на леднике Туйыксу

ЭЦМ	N, сут.	Твердые осадки		Смешанные осадки		Жидкие осадки	
		W, мм	T, °C	W, мм	T, °C	W, мм	T, °C
1	3	0,2	5,9	1,3	5,3	-	-
2	160	317,1	2,3	576,3	4,2	198,8	6,6
3	52	194,1	0,9	125,2	5,3	129,1	5,9
4	179	516,4	3,2	543,4	4,1	139,4	6,6
5	14	58,0	3,8	15,9	5,9	11,7	8,3
6	58	188,0	2,2	251,2	2,8	84,1	5,5
7л	54	215,4	2,2	275,5	2,9	52,2	5,0
7з	-	-	-	-	-	-	-

ЭЦМ	N , сут.	Твердые осадки		Смешанные осадки		Жидкие осадки	
		W, мм	T, °C	W, мм	T, °C	W, мм	T, °C
8а	46	221,6	1,4	157,3	4,5	17,0	6,1
8б	31	43,8	1,8	161,7	3,9	87,4	6,5
8в	29	60,9	3,9	155,5	4,0	79,1	5,7
8г	32	77,6	0,6	73,5	3,8	21,5	5,1
9	138	379,9	2,3	552,7	4,2	170,6	6,3
10	109	272,7	2,1	537,9	3,7	69,9	5,4
11	17	36,9	-0,1	53,0	3,2	24,1	6,0
12а	53	129,7	3,4	138,7	4,1	59,6	6,1
12г	1	0,7	2,2	-	-	-	-
12л	78	202,0	2,3	385,5	3,7	93,6	6,4
12з	4	75,1	-2,8	14,3	0,7	0,2	3,5
13з	1	-	-	2,0	3,8	-	-
13л	639	1395,0	2,4	2651,0	3,5	609,0	6,3
Σ	1698	4385,1		6672		1847	
Ср.зн			2,1		3,9		5,9

Примечание. N - число суток, в которые выпадали осадки; W – сумма осадков за исследуемый период; T – средняя суточная температура воздуха при выпадении осадков; Σ- сумма.

Так как большую долю на леднике Туйыксу в летний период составляют смешанные осадки, и в последнее время происходит рост жидких осадков (рис.1), то это может оказывать влияние на увеличение стока. Однако, чтобы установить, сколько выпавших на ледник жидких осадков из смешанных уйдет в этот же день в сток, а сколько замерзнет, и как этот механизм расхода вещества с ледника будет отражаться на балансе его внешнего массообмена в ближайшем будущем, нужны дальнейшие гидрологические исследования.

В процентном отношении заметную долю осадков в летний период с понижением температуры воздуха на леднике Туйыксу с 1996 г. помимо 13л вносят ЭЦМ 3, 9, 12а,12л (табл.3). Увеличение числа суток с выпадением осадков и понижением температуры в летнее время является одним из факторов, способствующих замедлению отступления ледника Туйыксу в конце XX-го века, так как он быстро реагирует на изменение внешних условий [7].

Таблица 3



Число суток и их доля в процентном отношении по ЭЦМ в летний период на леднике Туйыксу 1996...2002 гг.

№№ пп	ЭЦМ	N		№№ пп	ЭЦМ	N	
		сут.	%			сут.	%
1	1	-	-	12	8 г	1	0,3
2	2	2	0,6	13	9	38	11,0
3	3	17	4,9	14	10	11	3,2
4	4	2	0,6	15	11	-	-
5	5	1	0,3	16	12а	31	8,9
6	6	8	2,3	17	12г	-	-
7	7 л	4	1,2	18	12л	27	7,8
8	7 з	-	-	19	12з	-	-
9	8 а	8	2,3	20	13з	1	0,3
10	8 б	2	0,6	21	13л	185	53,4
11	8 в	8	2,3	Σ		346	100

Примечание. N – число суток ЭЦМ, при которых выпадали осадки.

Как рассматривалось выше, несмотря на увеличение северных вторжений (рис.3) на леднике Туйыксу в целом за летний период (1971...2005 гг.) средняя температура воздуха возрастала, количество осадков увеличивалось (рис.2), так как сказывалось еще влияние ЭЦМ 13л, который начал уменьшаться с 1996 г.[5], но число суток с выпадением осадков при данном типе остается еще достаточно велико.

Таким образом, синоптические процессы оказывают большое влияние на фазовый состав осадков в ледниковой зоне Заилийского Алатау. За исследуемый период при ЭЦМ 13л жидкие осадки нарастали плавно, без резких скачков, твердые в целом увеличивались, но с перепадами, смешанные росли быстрее всех и сравнивались, а иногда превышали твердые осадки. Доля твердой составляющей осадков стала меньше, но в абсолютном выражении увеличилась. Это является благоприятным фактором для оледенения, так как уменьшается таяние снега и льда. В конце XX-го века стало происходить увеличение ЭЦМ 3, 9, 12а, 12л, с преобладанием смешанных осадков, в которых большую долю составляли жидкие осадки, что способствовало увеличению стока. В целом за летний период количество осадков возрастало и несмотря на глобальное потепление и увеличение стока, горные ледники, играющие важную роль в водном балансе аридных территорий, не будут катастрофически разрушаться.

В заключение благодарю ведущего сотрудника ИГ МОН РК Макаревича К.Г. за сделанные им замечания и рекомендации при подготовке данной статьи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы: Қазақ университеті, 2001. – 252 с.
2. Дзердзеевский Б.Л. Проблемы колебаний общей циркуляции атмосферы и климата // Воейков и современные проблемы климатологии. – Л., 1956. – С. 109-122.
3. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. - М.: Наука, 1975. –285 с.
4. Ерисковская Л.А. Климатические изменения в высокогорной зоне Заилийского Алатау на примере ледника Туюксу // Гидрометеорология и экология.- 2003. - №3. - С.33-38.
5. Ерисковская Л.А. Метеорологическая обусловленность колебаний границы питания на леднике Туюксу. // Гидрометеорология и экология.- 2005.- №2. – С. 79-88.
6. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии // Материалы гляциологических исследований.– 2003.– Вып.95.–С. 45-65.
7. Макаревич К.Г. Баланс и кинематика массы ледников Тянь-Шаня на примере ледника Туюксу // Материалы гляциологических исследований. – 2005. – Вып.98. – С. 194-200.
8. Савина С.С. Типизация элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) и аспекты ее применения //Материалы метеорологических исследований – 1987. - №13. – С. 5-17.
9. Савина С.С. Обобщенные схемы элементарных циркуляционных механизмов // Материалы метеорологических исследований. – 1987. - №13. – С. 18-29.
10. Савина С.С. Календарь последовательной смены ЭЦМ за 87-летний период (с 1899-1985 гг.) //Материалы метеорологических исследований. – 1987. - №13. – С.30-116.
11. Савина С.С., Хмелевская Л.В. Динамика атмосферных процессов Северного полушария в XX столетии //Материалы метеорологических исследований – 1984. - №9. – 146 с.

12. Черкасов П.А., Ерисковская Л.А. Фазовый состав атмосферных осадков ледниковой зоны Джунгарского Алатау в теплый период года // Материалы гляциологических исследований.– 1996.– Вып.80.–С. 154-157.

ДГП «Институт географии» Республиканское Государственное Предприятие, Центр Наук о Земле, Металлургии и Обогащения Министерства Образования и Науки Республики Казахстан

### **ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНДАҒЫ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ФАЗАЛЫҚ ҚҰРАМЫ**

Л.А. Ерисковская

*Жылы кезеңдегі (мамыр-қыркүйек), жаз мезгіліндегі (шілде - тамыз), мамырдан қыркүйекке дейінгі әр айда қатты, сұйық және аралас жауын-шашынның үлесі (%-дық), сонымен қатар 1971...2005 жылдар кезеңі бойынша Тұйықсу мұздығында жаз мезгілінің әртүрлі синоптикалық үрдістерінде қатты, сұйық және аралас жауын-шашынның қандай орташа ауа температурада түсетіндігі (Б.Л. Дзердзеевскийдің типтеуі бойынша) қарастырылады.*

УДК 504.3.05.06

**ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

Канд. техн. наук М.Б. Кошумбаев

*В статье приводится анализ риска возникновения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях и их основные причины. Для повышения надежности и безопасности работы сооружений рассматриваются новые конструкции.*

Одной из наиболее важных и ответственных задач развития экономики Казахстана является удовлетворение все возрастающих потребностей в электроэнергии промышленности и сельского хозяйства в соответствии с долгосрочной программой развития энергетики нашей страны. В решении этой задачи немалую роль играет не только интенсивное строительство новых крупных гидроузлов, но и обеспечение безопасной работы эксплуатируемых гидротехнических сооружений (ГТС).

Обеспечение безаварийной работы гидроузлов связано с тем, что около 15 % всех в мире ГТС вызывает сомнение в отношении их надежности, а мелкие и средние аварии происходят ежегодно почти на 5 % существующих ГТС. Некоторые из них имели катастрофический характер (США, Индия и др.), что выразилось в многомиллионном ущербе и в большом количестве человеческих жертв. В нашей республике катастрофических аварий не отмечено, но менее значительные повреждения ГТС наблюдались в различных регионах.

В современном гидротехническом строительстве наблюдается в последние десятилетия устойчивая тенденция возведения плотин большой высоты и длины, создающих водохранилища, объем воды в которых достигает сотен миллиардов кубических метров. С увеличением размеров плотин возрастают и нагрузки, действующие на ГТС, берега и дно водохранилища и, следовательно, растет вероятность их значительных повреждений, которые могут привести к катастрофическим последствиям.

Кроме ирригации и выработки электроэнергии ГТС предназначены для регулирования паводков и половодий, осуществляемого более чем в 70 странах, особенно в Китае, где в последние годы создан ряд подпорных

сооружений на больших и опасных реках для предотвращения паводковых разливов, сопровождающихся человеческими жертвами и наносящих колоссальный ущерб экономике. Водные ресурсы 12 % крупных ГТС обеспечивают технологические и бытовые нужды и производство (12...16 %) продуктов питания во всем мире.

В то же время плотины и водохранилища являются мощным фактором воздействия на природную среду и человека. Этим вопросам посвящены исследования многих специалистов, в том числе автора данной работы. Отметим лишь, что опыт проектирования и эксплуатации гидроэлектростанций за рубежом и у нас в стране свидетельствует о том, что негативные наибольшие последствия для природы и хозяйства связаны со строительством сверхкрупных и крупных равнинных водохранилищ, особенно расположенных в приустьевых районах рек. Один из главных неблагоприятных факторов создания таких водохранилищ - значительные площади затоплений, переселение жителей и отрицательное воздействие на окружающую природную среду при часто недостаточной изученности природных ресурсов затопляемых регионов. Однако в настоящее время многие страны мира отказались от строительства крупных водохранилищ преимущественно энергетического назначения, особенно в равнинных условиях (за исключением Китая) и сосредоточились на проектировании средних, малых и даже микро-ГЭС с широким привлечением для выработки энергии солнечной инсоляции, ветра, морских приливов, термальных вод, биогаза и т.д.

Создание конструкционно-несовершенных промышленных объектов, урбанизация территории, наличие уязвимых, экологически опасных при разрушении инженерно-технических сооружений, к которым относятся и ГТС, и важные для жизни и деятельности людей коммуникации, увеличивают незащищенность людей, природных и хозяйственных объектов от катастрофических явлений. Рост катастроф промышленных или технологических аварий связан также с непрофессионализмом, некомпетентностью и нередко халатностью технического персонала при эксплуатации экологически опасных хозяйственных объектов, со слабой прогнозной базой, недооценкой последствий разрушений от стихийных и антропогенных факторов и еще рядом причин организационного характера.

Серьезную угрозу для гидротехнических сооружений представляют военные действия и террористические акты, особенно опасные в наши дни, когда политическая обстановка в ряде регионов мира характеризуется

дестабилизацией меж- и внутригосударственных отношений, нередко открытыми военными действиями, террористическими актами, блокадами и диверсиями. Разрушения таких сооружений, как плотины и водохранилища, могут затронуть население, природные и хозяйственные объекты не только тех районов, где эти сооружения находятся, но и приобрести межрегиональный и даже межгосударственный характер.

Разрушение плотины может повлечь за собой крайне негативные последствия для экономики и окружающей природной среды, а ущерб - превысит затраты на строительство. Вероятность аварий плотин начинает неуклонно повышаться при возрасте сооружений более 30...40 лет, о чем свидетельствует накопленная информация за последние 70 лет: в мире произошло более 1 тыс. аварий крупных ГТС. Анализ показывает, что основные их причины - разрушение основания и недостаточная пропускная способность водосброса, когда вода переливается через гребень плотины (табл. 1) [4].

Таблица 1

Причины аварий на ГТС

Причина разрушений	Частота, %
Разрушение основания	40
Недостаточная пропускная способность водосброса	23
Слабость конструкции	12
Неравномерная осадка	10
Высокое давление на плотину	5
Военные действия	3
Оползание откосов	2
Дефекты материалов	2
Неправильная эксплуатация	2
Землетрясения	1

С 1902 по 1977 г. из 300 аварий в различных странах в 35 % случаев причиной было превышение расчетного максимального сбросового расхода, т.е. перелив воды через гребень плотины, который в том числе приводил и к разрушению основания плотины. Соотношение аварий на различных типах плотин показано в табл. 2.

Анализ катастрофических разрушений ряда плотин, их последствий, изучение причин и закономерностей различных рисков свидетельствуют, что обеспечение безопасности ГТС не всегда имеет комплексное

решение. Наиболее частые причины аварий - нарушение правил проектирования, строительства и эксплуатации, низкая эффективность государственного надзора, недостаточное финансирование мероприятий по обеспечению безопасности.

Таблица 2

Аварии на плотинах различных типов

Тип плотины	Частота аварий, %
Земляная	53
Бетонная гравитационная	23
Защитные дамбы из местных материалов	4
Арочная железобетонная	3
Плотины других типов	17

Перечисленные обстоятельства хорошо согласуются с данными опыта гидротехнического строительства в Китае. Только в одной провинции Хэнань из 110 заградительных устройств к 1966 г. половина разрушилась. К 1973 г. насчитывалось 10 тыс. малых водохранилищ, из них 4,5 тыс. (более 40 %) были построены с серьезными нарушениями, к которым можно отнести неправильный выбор створа плотин, проектных ошибок, низкого качества строительства и неудовлетворительной эксплуатации.

Построенные на Сырдарье водохранилища емкостью 28 км<sup>3</sup>, позволяют осуществлять многолетнее регулирование стока с 95 % использованием водных ресурсов бассейна. В бассейне Амударьи речной сток зарегулирован на 30 %. Наличие в регионе большого количества напорных ГТС, аккумулирующих огромные запасы водной энергии, создают потенциальную угрозу безопасности социально-экономической инфраструктуре и природной среде. Создание новых объектов гидроэнергетики в верховьях Нарына, Вахша, Пянджа и других трансграничных водотоков значительно увеличит число плотин, к которым необходимо будет предъявить повышенные требования по обеспечению безопасной эксплуатации.

Международный опыт проектирования, строительства и эксплуатации ГТС показывает, что опасность этой угрозы может быть устранена или значительно снижена с помощью системы предотвращения аварийных ситуаций. Поэтому создание эффективной государственной системы безопасности ГТС - одно из важнейших условий предупреждения аварий. Гидротехнические сооружения в большинстве своем - уникальные объекты, что предопределяет особую специфику и сложность их эксплуатации, необходимость системного проведения работ по улучшению их техниче-

ского состояния и повышению степени безопасности. Однако до настоящего времени во многих странах Центральной Азии не сформирована государственная система обеспечения безопасности гидросооружений, что снижает не только эффективность этих мероприятий, но и не позволяет разрабатывать стратегические направления взаимодействия.

Переход к рыночной модели экономического развития, глубокая реформа системы государственного управления, появление новых угроз и вызовов со стороны международного терроризма требуют переосмысления роли и места системы ЧС и гражданской обороны в обеспечении национальной безопасности. Возникла настоятельная необходимость в создании и реализации новой идеологии противодействия катастрофам на долгосрочную перспективу, формировании принципиально иной концепции гражданской обороны, Государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС Республики Казахстан [7].

В нашей стране в 2005 г. Постановлением Правительства Республики Казахстан была принята «Концепция предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и совершенствования государственной системы управления в этой области», а в начале 2007 г. утвержден «Экологический кодекс Республики Казахстан», имеющий силу закона.

В связи с новыми требованиями развития экономики Агентство Республики Казахстан по ЧС в 2001 г. утвердило «Правила разработки Декларации безопасности промышленного объекта и Правила проведения экспертизы Декларации безопасности промышленного объекта». Необходимость изменения ситуации с управлением водных ресурсов отражены в «Концепции развития водного сектора экономики и водохозяйственной политики Республики Казахстан до 2010 года», принятой Правительством РК в 2002 г.

Анализ проявления аварийных ситуаций на водосбросах показывает, что основной причиной их возникновения является снижение пропускной способности водосбросного сооружения. Для увеличения данного параметра применяются различные мероприятия, учитывающие физические свойства потока и адаптация конструкции ГТС новым требованиям. Например, водоприемник поверхностного открытого водосброса определяет его пропускную способность. Как правило, оголовки имеют безвакуумный профиль. Результаты гидравлических исследований показали, что



применение оголовков с наклонной верховой гранью повышает значение коэффициента расхода до 0,54 [1].

На быстротоках направление течения и ширину лотка можно изменять в докритическом спокойном режиме. В противном случае это приводит к образованию ударных волн и повышению уровня воды у ограждающих стен, что отрицательно влияет на работу гасителей в нижнем бьефе из-за неравномерного и нестабильного распределения расходов на выходе. Для решения данной проблемы используется гидравлический прыжок, который переводит поток в докритический режим.

Воздействие ЧС различных типов приводит к снижению пропускной способности водосливного оголовка. Это связано с его подтоплением со стороны сливных лотков. Наличие сегментных бычков на гребне приводит к возникновению остановившихся волн в пределах сливных лотков и переливу потока через боковые стены.

Аварийные ситуации на поверхностных водосбросах связаны с возмущениями потока на верхнем бьефе и неравномерным подводом воды к водосливу. Для регулирования подвода применяют различные стенки на водосливе. Для шахтного водосброса возмущения потока на верхнем бьефе и неравномерный подвод воды к водосливу приводит к его затоплению и уменьшению пропускной способности [6]. Возмущения также наблюдаются и в отводящем туннеле в виде волн, всплесков и пульсаций давления на облицовку. Для устранения кавитации обеспечивают вентиляцию водосброса, но возникает проблема аэрации потока и его «разбухания», что вызывает неуправляемый напорно-безнапорный режим.

Статистика показывает, что в Казахстане для аккумуляции воды применяются земляные плотины. Неудовлетворительная работа водосбросных сооружений в момент весенних паводков приводит к возникновению аварийных ситуаций. При исследованиях переливных грунтовых плотин рассматривались водосбросы большой пропускной способности. Наиболее эффективными можно считать три варианта сброса воды через низовой откос: железобетонный быстроток с постоянным уклоном; низовой откос плотины с уклоном, сужающимся в плане в виде конфузора (центральный угол  $30^\circ$ ) и имеющим покрытие из железобетонных плит клиновидного очертания [6]; низовой откос плотины, представляющий собой гидротехнический перепад.

Повышение надежности сооружения за счет устойчивости покрытия водосливного откоса достигается тем, что в водосливную грунтовую

плотину, включающую защитное крепление откосов, устанавливается железобетонный каркас, представляющий собой полую призму, ребра которой выполнены из железобетонных колонн [3, 8]. Боковые грани призмы представляют прямоугольные треугольники, а самая большая грань призмы дополнительно снабжена перегородками с шагом, равным длине плиты перекрытия.

В условиях северного Казахстана наиболее выгодно строительство гидротехнических перепадов, состоящих из нескольких ступеней, продольный уклон которых может изменяться, но, как правило, в гидротехническом строительстве проектируют с нулевым уклоном. От длин ступеней зависит характер течения. Наиболее выгодным вариантом является образование надвинутого гидравлического прыжка на каждой ступени перепада, т.к. в этом случае скорости течения воды по длине ступени значительно меньше по сравнению со скоростями течения на ступенях без образования гидравлического прыжка. Для сокращения длины водобоя, и, следовательно, удешевления стоимости перепада, сопряжения бьефов по типу затопленного прыжка можно произвести путем создания на водобое усиленной шероховатости или установлением водобойной стенки перпендикулярно оси потока.

Основным гидравлическим параметром водосбросного сооружения является его пропускная способность. Пропускная способность конструкции переливных плотин рассматривалась как зависимость расхода от напора на верхнем бьефе (рис. 1).

Работа новой конструкции открытых водосбросов изучалась в сравнении с вариантом открытого водосброса в виде призматического лотка, выполненного из железобетона. Тело плотины заполнялось местным материалом. Равномерный подвод воды обеспечивался бетонным креплением гребня плотины.

Устойчивость гребня плотины при возможной осадке грунта достигалась его жестким креплением к бетонной диафрагме. Железобетонный быстроток также жестко скреплен с диафрагмой и гребнем плотины. Уклон быстроточка составляет  $0,127^\circ$  к горизонту.

При изменении расхода до  $175 \text{ м}^3/\text{с}$  пропускная способность водосбросов практически одинакова. Увеличение расхода потока для плотин, низовой откос которых покрыт клиновидными плитами и имеющий сужение в плане, приводит к подпору потока и уменьшению пропускной способности сооружения (верхняя кривая). Относительно высокая пропускная

способность наблюдается в случае гидротехнического перепада (нижняя кривая).

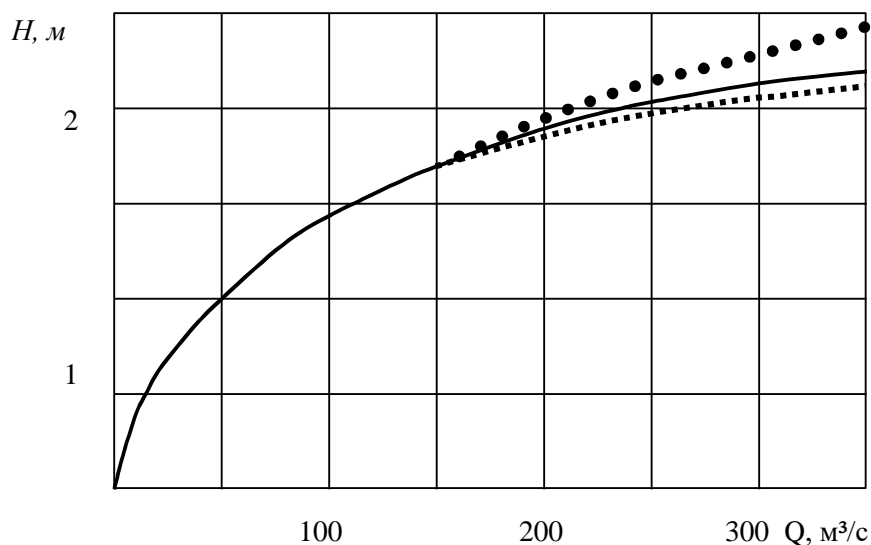


Рис. 1. График пропускной способности водосбросов грунтовых плотин.

Наличие наносов в потоке воды приводит к нарушению режима работы гидросооружения. Для открытых водосбросов нежелательным является отложение наносов на его поверхности: песок и камни агрессивно воздействуют на рабочую часть сооружения, что приводит к повреждению водосброса и выводу его из строя. Во многих случаях поток воды через водосброс транспортирует эти наносы в нижний бьеф, и возникает следующая задача - предотвращение попадания поверхностных, донных и взвешенных наносов в магистральные каналы, трубопроводы и аванкамеры насосных станций. Борьба с наносами на водозаборных узлах предгорных оросительных систем весьма актуальна в южном Казахстане, в частности в Алматинской области.

Одним из вариантов повышения эффективности непрерывной очистки воды от поверхностных, донных и взвешенных наносов является использование закрутки потока и поверхностного слива некоторой части расхода воды, в которой сконцентрированы поверхностные наносы, накопление донных наносов в отстойнике и удаление взвешенных наносов в виде пульпы с использованием конструкции типа гидроциклон [2, 9].

Проведенные эксперименты показали, что для быстотока с клиновидными плитами необходимо для уменьшения величины скорости до

бытовых значений установить в нижнем бьефе водобойную стенку. Гашение энергии в гидротехническом перепаде происходит за счет образования гидравлического прыжка на каждой ее ступени. Расчет длины ступени производится при максимальном расходе.

Рассмотренные выше открытые водосбросы имеют высокую пропускную способность. Отсутствие регулятора на водосливе позволяет гидротехническим сооружениям работать в автоматическом режиме. Надежность и безопасность работы сооружения также обеспечиваются высокой степенью гашения энергии сбросного потока и локализации с последующим удалением наносов на водосливном тракте.

Внедрение предлагаемых конструкций целесообразно для проектируемых, строящихся и существующих сооружений. Сравнительно несложная конструкция и малая материалоемкость позволит без больших затрат времени построить ее в любых геологических условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидротехнические сооружения /Розанов Н.П., Бочкарев Я.В., Лапшенков В.С., Журавлев Г.И., Каганов Г.М., Румянцев И.С.; Под ред. Розанова Н.П. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 432 с.
2. Касымбеков Ж.К., Кошумбаев М.Б. Улучшение защиты сооружения от наносов // Исследования, результаты. – 2006. – №3. – С. 212-213.
3. Кошумбаев М.Б. Повышение безопасности гидротехнических сооружений за счет эффективности и надежности работы водосброса. // Докл. НАН РК. – 2006. – № 3. – С.33-34.
4. Мироненков А., Сарсембеков Т., Сарсембеков В. Безопасность гидроэнергетики Центральной Азии начинается с плотины. Уроки для Таджикистана. //Мировая энергетика. – 2006. – № 8. – С. 21-29.
5. Мойс П.П. Шахтные водосбросы. –М.: Энергия, 1970.–79 с.
6. Патент 2912 KZ, МКИ Е 02 В 7/06. Водосливная грунтовая плотина. /Кошумбаев М.Б. и др. Заявлено: 08.10.93. Оpubл. Б.И. 1995. – № 4. – 5 с.
7. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2003 г. № 1383 «О Программе развития государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на 2004-2010 годы».
8. Предварительный патент №13045 KZ, МКИ Е 02 В 7/06. Водосливная грунтовая плотина. /Кошумбаев М.Б. Заявлено 21.02.2002. Оpubл. 15.05.2003, бюл. № 5. – 3 с.

9. Предварительный патент №12861 KZ, МКИ Е 02 В 8/02. Наносоуловитель. /Кошумбаев М.Б. Заявлено 22.02.2002. Опубл. 17.03.2003, бюл. № 3. – 3 с.

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

### **ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ ҚЫЗМЕТ КЕЗІНДЕ ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ СООРУЖЕНИЯНЫҢ ЭКОЛОГИЯ МАСЕЛЕСІ**

Техн. ғылым. канд. М.Б. Кошумбаев

*Гидротехникалық құрылыстардың тәуекел апат талдаулары және маңызды себептер берілді. Сенімді және қауіпсіз құрылыстарды жұмыс жоғарлату үшін жаңа құрылымдар қарастырылады*

УДК 551.501:629.195.1

**К ВОПРОСУ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ПЛЕНОК НА АКВАТОРИИ  
КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ИСЗ “RADARSAT”**

Доктор техн. наук

Канд. геогр. наук

Канд. техн. наук

А.Ф. Мухамедгалиев

А.Х. Ахмеджанов,

Б.Э. Бекмухамедов

Т.К. Караданов

М.Г. Разакова

А.А. Мухамедгалиев

*В результате анализа космических изображений выявляются отличительные особенности ветрового затишья, водной поверхности с растительностью и нефтяной пленкой. Выявлены условия разделения процессов, связанных с поверхностным загрязнением от поверхностных проявлений процессов, имеющих похожие радиолокационные образы, таких как штиль, ветровая тень, поверхность воды с растительностью.*

Радиолокационная съемка морской поверхности может эффективно использоваться для изучения гидродинамических процессов в океане и озерах, ветрового волнения и зыби, динамики течений, поверхностных проявлений внутренних волн, загрязнений морской воды. Исследования механизма взаимодействия море–атмосфера могут быть полезны в интересах фундаментальной гидрологической науки и морских промыслов. Актуальными остаются вопросы обеспечения безопасности судоходства, рыбной ловли, оценки биологической продуктивности внутренних водоемов и морей, климатологии, экологии, оперативной оценки гидрологической обстановки при наводнениях, паводках, составления геологических карт, поиска и добычи полезных ископаемых в зоне прибрежного шельфа.

При разливах больших масс нефти на морской поверхности образуется пленка толщиной до 2 мм [1,7]. Затем, в течение нескольких суток, пленка

постепенно расплывается в зависимости от температуры воды и сорта нефти. Из-за контакта нефти с воздухом и морской водой интенсивно испаряются легкие фракции, а ароматические углеводороды растворяются. Более тяжелые компоненты претерпевают самоокисление, фотохимическое и биохимическое окисление. Наряду с этими процессами из-за волнения происходит интенсивное перемешивание. В результате на поверхности воды образуется водная эмульсия из тяжелых фракций, покрытая смолистой пленкой [7].

Сложная зависимость характеристик радиолокационного отражения морской поверхности от ее структуры отмечалась многими исследованиями [2,3,6]. Здесь кроме аппаратурных факторов и угла падения необходимо учитывать состояние волнения, направление его относительно радиолокационной станции (РЛС). Основным фактором, определяющим состояние морской поверхности, является, как известно, скорость ветра. По мере увеличения скорости ветра несколько уменьшается величина зеркального отражения при нормальном падении излучения, в то время как рассеяние при малых углах наблюдения становится гораздо больше. При статистической обработке данных зондирования водной поверхности возможно усреднение данных в пределах больших участков. Установлено, что действие местных ветров приводит к появлению на морской поверхности вторичной структуры, которая представляет собой небольшие волны и рябь. Длина этих волн меньше 30 см и они располагаются поверх больших волн. Отмечается, что в настоящее время не существует метода заблаговременного определения характера вторичной структуры морской поверхности, так как нет точного способа ее описания. Отраженный сигнал от морской (водной) поверхности формируется мелкой структурой – рябью (длины волн, соизмеримые с длиной волны РЛС), расположенной на склонах крупных морских волн. Основной вклад в отражение вносит спектральная составляющая ряби, длина волны которой связана с длиной падающей электромагнитной волны. Крупные ветровые волны с длиной волны в десятки метров обнаруживаются (при достаточном разрешении РЛС) благодаря модуляции амплитуды ряби крупной структурой, а также наличию брызг и капель. Особые эффекты связаны с проявлением внутренних волн. Основным их источником является взаимодействие течений (например, приливного течения) с рельефом дна, которое сопровождается выходом внутренних волн на поверхность и модуляцией амплитуды ряби. В результате по-

верхностных проявлений внутренних волн на морской поверхности образуется "фотография" структуры морского дна, которая воспринимается радиолокатором. Эти эффекты позволяют вести геологическое картирование структуры прибрежного шельфа, а также, при определенных условиях, обнаруживать движущиеся погруженные объекты.

При наблюдении водной поверхности интенсивное отражение может быть вызвано содержанием фитопланктона в поверхностном слое. Уровень отраженного от морской поверхности сигнала, в первую очередь, определяется скоростью приводного ветра, а также углом между направлением визирования и направлением движения волн. Увеличение скорости ветра приводит к возрастанию сигнала, причем на более коротких волнах это сказывается сильнее. В [3] отмечается большой разброс радиометрических измерений даже в одной серии экспериментов. При штилевой обстановке радиосигнал от поверхности моря приближается к зеркальному отражению, т.е. во всем рабочем диапазоне углов скольжения сигнал в направлении радиолокационного спутника очень мал. Аналогичным образом выявляются загрязнения (нефтяные пятна) на морской поверхности, благодаря известному эффекту уменьшения амплитуды морского волнения, что приводит к почти полному падению отраженного сигнала в направлении РЛС.

Для анализа высокочастотного отраженного радиосигнала требуется проведение сглаживания функции распределения. В теории радиотехники для ослабления высокочастотных колебаний применяют в одномерном случае способ сглаживания фильтрами [5]. Возможно их применение и в двумерном случае [1,4]. Проведенный обзор показывает, что к падению величины отраженного сигнала приводят основные три причины: штилевая обстановка, зоны ветровой тени, дождевые пятна, растения в мелководных зонах и нефтяные пленки.

В первую очередь, рассмотрим случаи проявления на радарных изображениях штилевой обстановки. Проанализированное изображение северной части каспийского шельфа с ИСЗ «Radarsat» за 15.08.2006 года показал нулевой уровень сигнала. При близости морской поверхности к зеркальному, т.е. при нулевой шероховатости поверхности, отраженный сигнал отсутствует. Рассмотренный случай относился центру штилевой зоны, поэтому рассмотрим особенности распределения отраженного сигнала в краевой области. На



рис.1 представлено радиолокационное изображение участка Каспийского моря с обширной штилевой зоной с достаточно большой зоной перехода спокойного участка морской поверхности в волновую область.

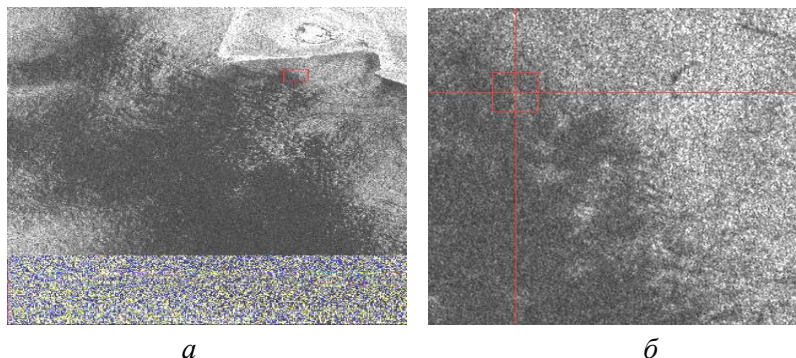


Рис.1. Радиолокационное изображение участка Каспийского моря (а) и вырезанный участок (б) на краю штилевой зоны.

Горизонтальный (рис. 2а) и вертикальный (рис. 2б) профили отраженного сигнала, проходящие через центр участка, показывают, что в среднем тренд при переходе от штиля в волновую область повышается. Здесь необходимо отметить, что на горизонтальной оси значения увеличиваются слева направо, а на вертикальной оси – сверху вниз. Анализ радарных изображений показал что на спокойной воде значение отраженного радиосигнала имеет либо нулевое значение или близко к нему.

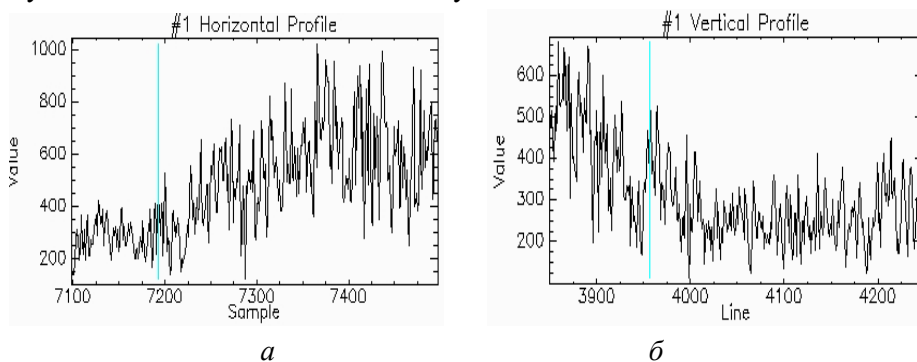


Рис.2. Горизонтальный (а) и вертикальный (б) профили отраженного сигнала, проходящие через центр участка (рис.1).

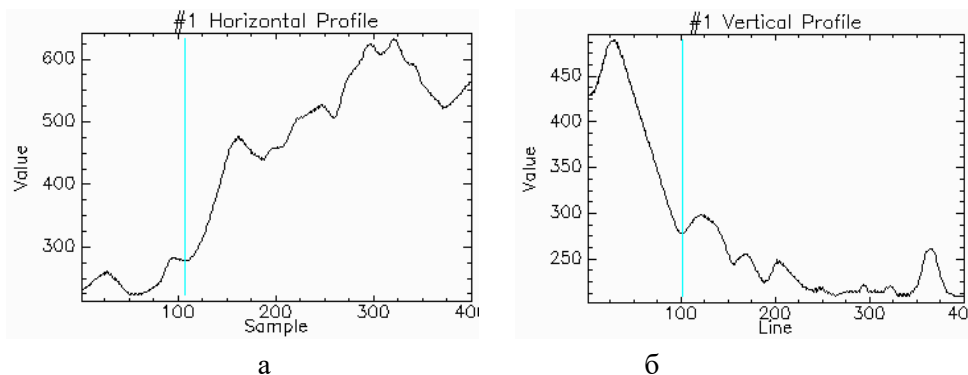


Рис.3 Горизонтальный (а) и вертикальный (б) профили сглаженного отраженного сигнала, проходящие через центр участка (рис.1).

Наблюдается плавная зона перехода спокойной воды в волновую область. Как правило, зоны штилевой ситуации занимают большую площадь. В то же время стояния спокойной воды непродолжительны. Быстрые изменения атмосферных условий диктуют изменения состояния морской поверхности. Штилевые области занимают большую площадь. Ветровое затишье (ветровая тень) могут наблюдаться на относительно малой площади. Таким примером может быть ситуация, зафиксированная на космическом изображении (рис. 4а) от 09.08.2006 г. Графики (рис. 4б,в), соответствующие сглаженному изображению (рис. 4а), показывают, что профили характеризуются уменьшением отраженного сигнала. Один край падения значения является высокоградиентным, а второй край – более пологим.

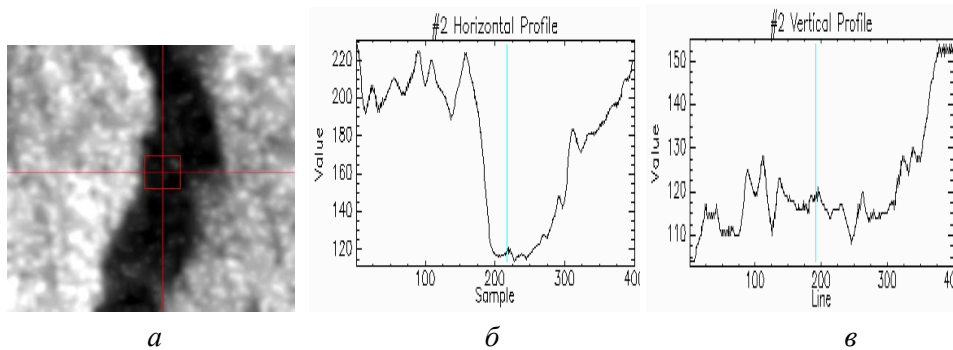


Рис.4. Сглаженное изображение участка (а), горизонтальный (б) и вертикальный (в) профили распределения радиосигнала.

Если штилевая ситуация на водной поверхности процесс временный, то наличие на водной поверхности растительности наблюдается более продолжительное время. Рассмотрим особенности отражения водной поверхности с имеющейся растительностью. На восточном побережье Каспийского моря вдоль среза вода суша имеются большие заросли камыша и другой водной растительности. На рис. 5а представлено радарное изображение участка с имеющейся на ней растительностью. Анализ распределений отраженного радиосигнала над участком моря с растительностью показывает, что над поверхностью моря с растительностью значение радиосигнала равно или близко к нулю. Растительность, как правило, располагается у самого берега, поэтому необходимо рассмотреть переходящую зону в сторону морской воды. Графики на рис. 5б,в показывают постепенный переход от зоны с растительностью к свободной воде и не такой плавный, как в случае со спокойной водой.

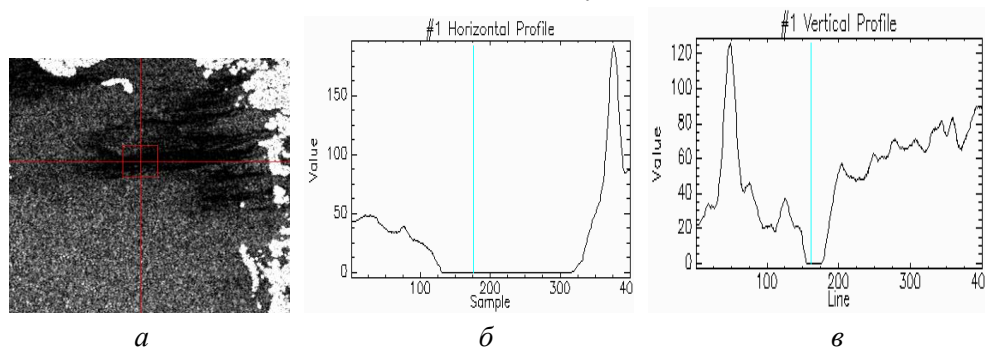


Рис. 5. Участок радарного снимка с растительностью (а), сглаженные вертикальный (б) и горизонтальный (в) профили отраженного сигнала.

Следующей зоной на радарном изображении, где пропадает сигнал, после штиля и участков морской поверхности с растительностью, являются области, где могут наблюдаться нефтяные разливы или пленки с поверхностно-активными веществами углеводородного происхождения. В качестве примера рассмотрим изображение с ИСЗ «Radarsat» за 13.10.2006 г. Водной поверхности у западного побережья Каспийского моря (рис. 6а), где имеются фактически загрязнения морской воды нефтью. Выбранный участок характеризуется наличием полос загрязнений нефтью. Анализ сглаженных горизонтальных и вертикальных профилей показывает, что наличие нефтяных пленок

на морской воде характеризуется резким высокоградиентным провалом в графиках распределения радиосигнала (рис. 6б,в). На космическом изображении Каспийского моря 9.08.2006 г. (рис. 7а) были обнаружены темные пятна. Высокоградиентные распределения радиосигнала на сглаженных изображениях (рис. 7б,в) дают основание предположить, что это пятно может быть нефтяным.

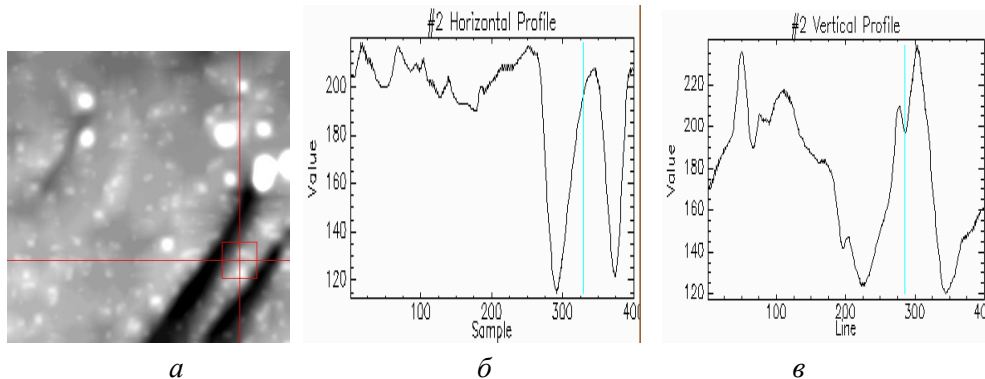


Рис. 6. Сглаженное изображение участка (а), горизонтальный (б) и вертикальный (в) сглаженные профили распределения радиосигнала.

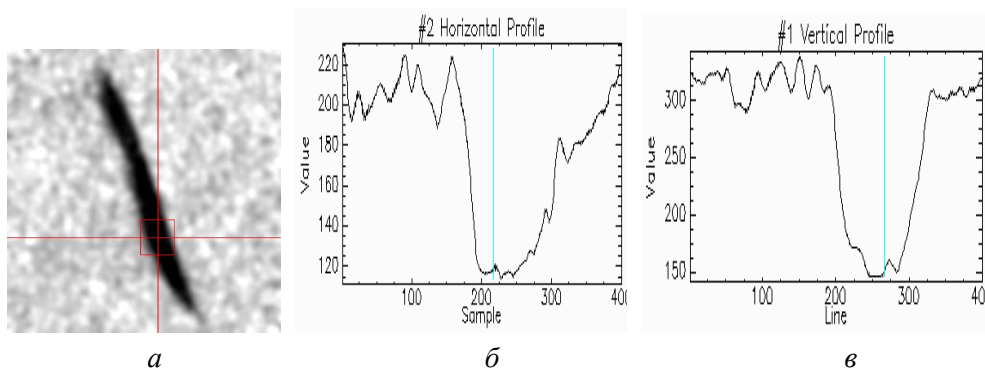


Рис. 7. Сглаженное изображение (а), горизонтальный (б) и вертикальный (в) сглаженные профили распределения радиосигнала.

В заключении можно отметить, что в результате детальной обработки и анализа космических изображений, полученных с помощью радиолокационного спутника «Radarsat», выявляются отличительные особенности ветро-

вого затишья, водной поверхности с растительностью и нефтяной пленкой. Для анализа радиосигнала требуется проведение сглаживания высокочастотной функции распределения. Выявлены условия разделения процессов, связанных с поверхностным загрязнением, от поверхностных проявлений процессов, имеющих похожие радиолокационные образы (штиль, ветровая тень, поверхность воды с растительностью, дождевые ячейки).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микроволновые исследования морской поверхности в прибрежной зоне (Геленджик 1999 – 2000)/ Булатов М.Г., Кравцов Ю.А., Кузьмин А.В., Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Раев М.Д., Скворцов Е.И., Александров Д.В. // М., 2003 – 143 с.
2. Загородников А.А. Радиолокационная съёмка морского волнения с летательных аппаратов. – Л.: Гидрометеиздат. 1978. – 240 с.
3. Зубкович С.Г. Статистические характеристики радиосигналов, отраженных от морской поверхности – М.: Советское радио, 1968. – 224 с.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М., Наука, 1978. – 512 с.
5. Kennedy I.M., Wermund E.G. Oil spills. IR and microwave. – Photograph.Eng., 1971. – P.1235–1242.
6. Неронский Л.Б., Михайлов В.Ф., Брагин И.В. Микроволновая аппаратура дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы. Радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны .Ч. 2. //СПб.:ГУАП., 1999. – 220 с.
7. Oil on the Sea / Ed. D.F.Hoult. – N.Y.: Plenum Press, 1969. – 11 p.

АО «КАЗГЕОКОСМОС»

**RADARSAT ЖЕР СЕРІГІНІҢ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША  
КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ АКВАТОРИЯСЫНДАҒЫ МҰНАЙ  
ПЛЕНКАСЫН ӘШКЕРЕЛЕУ СҰРАҒЫ БОЙЫНША**

Техн. ғылым докторы	А.Ф. Мухамедғалиев
Геогр. ғылым канд.	А.Х. Ахмеджанов
Техн. ғылым канд.	Б.Э. Бекмухамедов
	Т.К. Караданов
	М.Г. Разакова
	А.А. Мухамедғалиев

*Ғарыш бейнелерін талқылау нәтижесінде су бетінің екінші тыныштығы және өсімдік пен мұнай пленкасымен өзгеше ерекшеліктері әшкереленеді. Үстірткі ластану мен байланысты процесстерді итиль, жел саясы, өсімдігі бар су беті сияқты бірдей радиолокациондық кейіпке ие үстірткі процесстер көріністерінен ажырату шартары әшкереленді.*

УДК 333.93+63

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ  
БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ВОЗВРАТНЫХ ВОД  
ПРОМЫШЛЕННЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Доктор техн. наук	Ж.С. Мустафаев
Канд. техн. наук	С.И. Умирзаков
	А.Т. Шегенбаев
	Г.В. Казыкенова
	О.Т. Телеуов

*Разработаны на основе экосистемного подхода водопользования технологические схемы экологически безопасной утилизации или использования возвратных вод рисовых систем и их методологическое обеспечение, позволяющие обеспечить устойчивость природной системы. Приведена методика оценки степени пригодности возвратных вод для промывки при освоении засоленных почв, позволяющая разработать комплекс мелиоративных мероприятий, обеспечивающих экологическую устойчивость агроландшафтов.*

Деградации водных экосистем, нарастание дефицита воды по качественным показателям в настоящее время определяет необходимость формирования новых подходов к разработке стратегии утилизации возвратных вод из рисовых систем. Для этих целей представляется необходимость объединения двух направлений деятельности в области использования и охраны вод в едином экосистемном водопользовании. Экосистемное водопользование подразумевает целостный подход к экологически обоснованной утилизации возвратных вод в пределах водосборного бассейна, ландшафта и ориентации на предупреждение загрязнения водных экосистем. При этом, снижение безвозвратного водопотребления и предупреждения загрязнения воды, почв, растений принимаются как основа любой водохозяйственной деятельности.

В последние десятилетия в научной и производственной деятельности сформировались такие направления, как экологически безопасная утилизация возвратных вод, ориентированная на устранение деградации водных систем [3,4,13,4]. Развивая научные исследования и технологии в

области экологически безопасной утилизации возвратных вод, на современном этапе следует отдавать приоритет разработкам, обеспечивающим минимизацию экологического и экономического ущерба антропогенной деятельности и гармонизации природной и техноприродной систем, с контролируемыми и управляемыми параметрами и свойствами. В связи с этим, при утилизации возвратных вод из рисовых систем, экосистемное водопользование должно стать основным принципом этого технологического процесса (рис.1).

На основе экосистемного водопользования создается водооборотная мелиоративная технология безопасной утилизации возвратных вод рисовых систем, которая представляет совокупность способов и технологических приемов, осуществляемых в процессе повторного использования сбросных и дренажных вод рисовых систем, наиболее полно соответствующих экологическим требованиям, благодаря максимальной адаптации сельскохозяйственных культур, путем реализации природоохранных мелиоративных режимов.

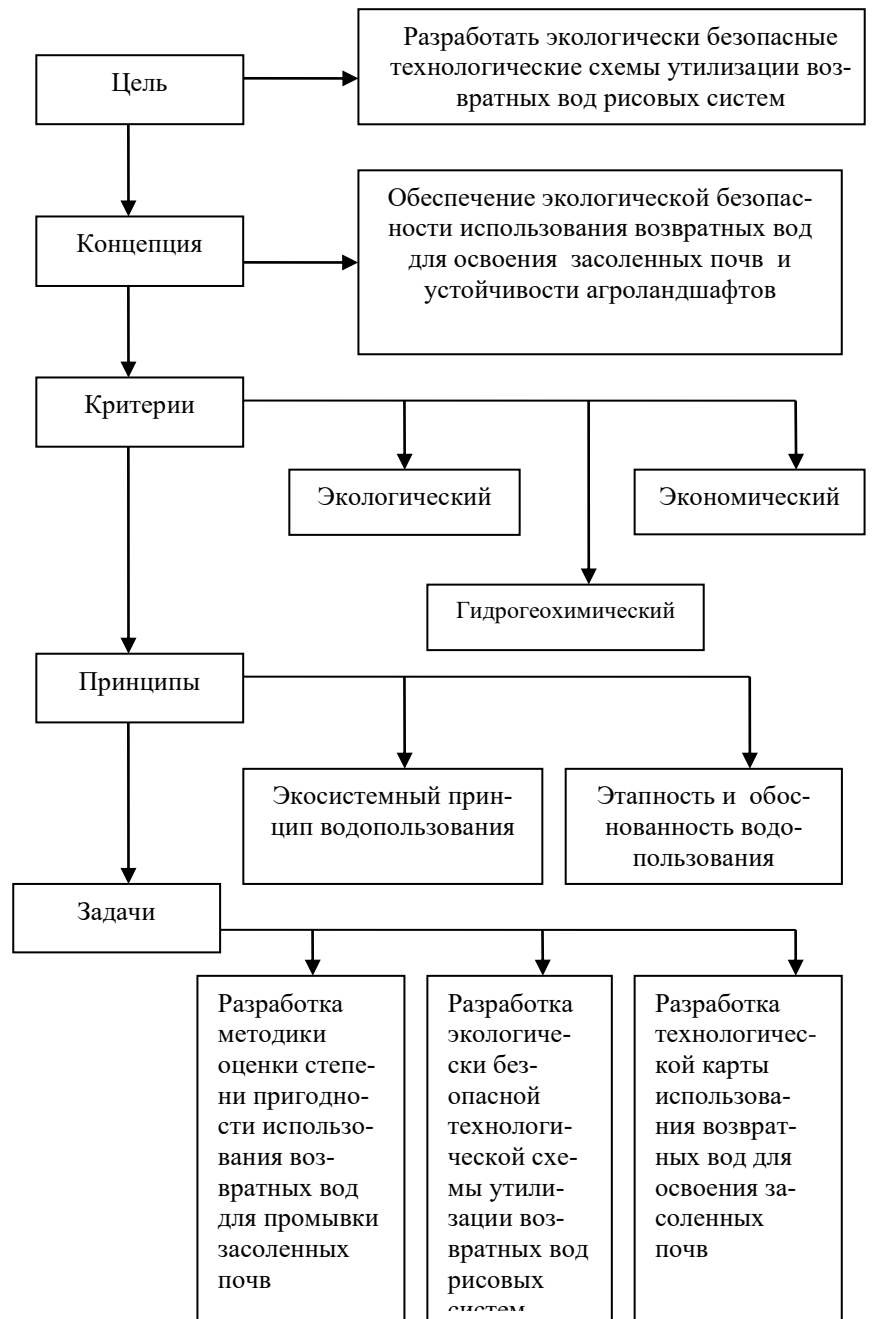
Повторное использование сбросных и дренажных вод рисовых систем для освоения засоленных почв необходимо предусматривать комплекс мелиоративных мероприятий с целью предотвращения или снижения степени загрязнения поверхностных и подземных вод.

При этом технологическая схема экологически безопасного использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв обеспечит не только регулирование биологического и геологического круговоротов воды и химических веществ, но и реализацию природоохранных мелиоративных режимов (рис. 2).



В мелиоративном средорегулирующем комплексе особая роль должна пр  
*Рис. 1. Структурная схема экосистемного использования возврат-  
ных вод рисовых систем для освоения засоленных почв.*

При этом, на основе фундаментального труда « Диалектика живой природы» [8], а также концепции мелиорации земель, разработанных с учетом экологических требований природной системы [1,9,11], можно сформулировать следующие основные направления повышения экологической безопасности использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв [14]:



*Рис. 1. Структурная схема экосистемного использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв.*



Рис. 2. Структурная схема технологии экологически безопасного использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв.

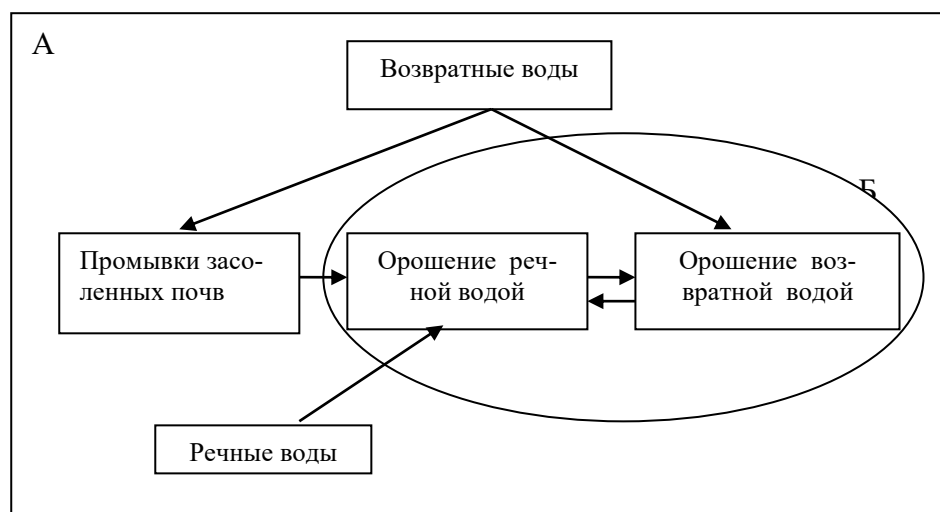
1. В соответствии с биотическим круговоротом непрерывности жизни целесообразно, чтобы агромелиоративное производство также было непрерывным, что должно обеспечиваться включением мелиоративных систем в действующие природные круговороты;

2. Учитывая относительную устойчивость биогеоценозов, обеспечиваемую биотическим круговоротом, логично, чтобы и мелиоративные системы базировались на своей природной основе, были адаптивными, то есть органично «встраивались» в соответствующие биогеоценозы;

3. Главным объектом мелиорации должна стать почва, в которой начинается и замыкается биотический круговорот.

Таким образом, технологическая схема экологически безопасного использования или утилизации возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв, должна соответствовать современным требованиям системы природопользования [17] и мелиоративной науки [1,9,11]. При

этом технологическая схема водооборотного мелиоративного цикла утилизации возвратных вод рисовой системы для освоения засоленных почв включает три стадии: промывку – орошение речной водой – орошение сбросной и дренажной водой из рисового чека (рис. 3).



*Рис.3. Схема природоохранных мелиоративных технологических процессов и циклов при утилизации возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв: А - процесс утилизации возвратных вод; Б - процесс регулирования природоохранного мелиоративного режима почвы.*

Целесообразность повторного использования возвратных вод рисовой системы должна обосновываться экономическими, экологическими и гидрогеохимическими критериями и показателями (табл. 1)

Следует отметить, что системы формул, приведенные в таблице для проведения прогнозных расчетов, являются ориентировочными из-за множества различного рода предположений при их выводе, которые требуют необходимости определения их надежности, достоверности и параметризацию на основе физического, лабораторного и опытно-производственного моделирования. А также требует разработки технологической карты экологически безопасного использования возвратных вод для освоения засоленных почв, по результатам комплексных научно-производственных исследований включающих:

- изучение механизма выщелачивания солей при промывке сильно засоленных почвы с использованием возвратных вод рисовых системы;

Таблица 1

Показатели и критерии оценки целесообразности использования возвратных вод рисовых систем для освоения засоленных почв

Технологические процессы	Прогнозная расчетная модель	Критерии оценки
Промывки	$N = \alpha \cdot \lg(C_p^n / C_o^g)$ , где $\alpha$ - параметр солеотдачи почвы; $C_p^n$ - концентрации почвенного раствора, г/л; $C_o^g$ - минерализация возвратных вод, г/л; $N$ - промывная норма, м.	$K_n^g = C_o^g / C_p^n$ , где $K_n^g$ - коэффициент, характеризующий пригодность возвратных вод для промывки засоленных почв.  $K_9^3 = [1 - (Y_i / Y_{max})]$ , где $K_9^3$ - коэффициент эффективности использования возвратных вод для промывки засоленных почв; $Y_i$ - ожидаемые продуктивности сельскохозяйственных культур по степени остаточного засоления почвы; $Y_{max}$ - максимально-возможные продуктивности сельскохозяйственных культур в конкретных природно-климатических условиях.
Орошение речными водами	$O_p^n = \{[K_o \cdot K_b \cdot E_o] - O_c - \Delta W\} \cdot K_n / \eta$ , где $K_o$ - микроклиматический коэффициент; $K_b$ - биоклиматический коэффициент; $E_o$ - испаряемость, мм; $O_c$ - осадки, мм; $\Delta W$ - продуктивный запас влаги в почве, мм;	$K_9^n = (O_p^n / \alpha) = \lg(C_o^g / C_o^p)$ , где $C_o^p$ - минерализация речных вод, г/л; $K_9^n$ - коэффициент, характеризующий эффективность промывного режима орошения; $K_n$ - коэффициент, характеризующий интенсивность промывного режима орошения; $\eta$ - КПД системы и техника полива.

Технологические процессы	Прогнозная расчетная модель	Критерии оценки
Орошение возвратными водами	$O_p^g = \{[K_o \cdot K_{\sigma} \cdot E_o] - O_c - \Delta W\} / \eta$ $S_k^g = S_k^p + 0.001 \cdot C_o^g \cdot O_p^g,$ <p>где <math>S_k^p = 100 \cdot h \cdot d \cdot C_n^p</math> - остаточное содержание солей в почве после полива речной водой, т/га;  <math>h</math> - мощность расчетного слоя, м;</p>	$CAC = (S_k^g - S_{don}) / (S_k^p - S_{don})$ - коэффициент сезонной аккумуляции солей в почве; $S_{don}$ - допустимое содержание солей, обеспечивающая $Y_{max}$ , т/га; $C_n^p$ - концентрация почвенного раствора в почве после полива речной водой, г/л.; $d$ - объемная масса почвы, т/га.

- изучение процесса расслоения почвы на основе промывного режима орошения в период адаптации сельскохозяйственных земель на средне засоленных почвах;

- изучение механизма соленакопления в почве в период орошения с использованием возвратных вод рисовых системы;

- обоснование природоохранных мелиоративных режимов почвы при освоение засоленных почвы с использованием возвратных вод рисовых системы.

При этом, структурная оценка применимости технологической схемы утилизации возвратных вод рисовых систем при освоении засоленных почв, во многом зависит или определяется приоритетностью рассматриваемых проблем и системы ценностей, то есть исходя из строго определенных конечных целей [12].

В связи с этим, в стадии разработки экологические, экономические и инженерно-технические требования для оценки применимости экологически безопасной технологической схемы утилизации возвратных вод рисовых систем при освоении засоленных почв, должны осуществляться на основе принципов: этапности, обоснованности, последовательности, экологизации и модернизации системы, широко применяющихся в сфере природопользования.

В последнее время мелиоративной наукой ведется поиск экологически безопасных путей утилизации возвратных вод, особенно из рисовых

систем, для снижения антропогенной нагрузки на природную среду. Выполненные к настоящему времени исследования о возможности использования минерализованных и возвратных вод для промывки засоленных почв доказывают их применимость не только при промывке засоленных почв, но и на орошение сельскохозяйственных культур [7,1516]. Вместе с тем назрела необходимость разработки методики и методологии оценки степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв, так как они по качественной оценке относятся к высокоминерализованным водам, необоснованность применения которых изменяет направленность и интенсивность естественного геологического круговорота химических веществ, что может оказать очень сильное влияние на экологическую устойчивость природной системы [7].

Оценка возможности использования возвратных вод для промывки засоленных почв включает два основных аспекта: степень засоления почвы и минерализацию возвратных вод [5,6].

При промывке засоленных почв с использованием возвратных вод степень выщелачивания солей прямо зависит от степени засоления почвы и минерализации возвратных вод. Поэтому, при оценке степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв возникает необходимость учитывать особенность гидрогеохимического процесса, проходящего в природной системе.

При этом классификация засоленных почв позволяет правильно наметить методы оценки пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв (табл. 2) [5].

Содержание солей в почвенном слое определяется по формуле:

$$S = 100 \cdot H \cdot d \cdot \gamma,$$

где  $H$  - мощность расчетного слоя, м;  $d$  - объемная масса почвы, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma$  - содержание солей в почве, в % от веса сухой почвы.

Количественные значения почвенного раствора на засоленных почвах можно определить по формуле:

$$C_p^n = \frac{S}{100 \cdot H \cdot d \cdot \beta_{нв}},$$

где  $\beta_{нв}$  - влажность почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости, в % от веса сухой почвы.



Классификации почвы по степени засоления в зависимости от содержания  
плотного остатка (по Н.И. Базилевич, Е.И. Панковой)

Степень засоления почвы	Содержания солей			Состояние растений, ха- рактеризую- щее среднюю солеустойчи- вость ( $Y_i / Y_{max}$ )
	сухой оста- ток ( $\gamma$ ), %	$S_{max}$ , т/га	почвенно- го раство- ра ( $C_p^n$ ), г/л	
Незасоленные	<0,30	35,0	11,2	1,00
Слабо засолен- ные	0,30-0,50	70,0	22,4	0,80
Средне засолен- ные	0,50-1,00	140,0	44,8	0,75
Сильно засолен- ные	1,00-2,00	280,0	89,6	0,25
Солончаки	>2,00	>280,0	>89,6	0,00

Для оценки степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв можно использовать соотношение концентрации почвенного раствора ( $C_p^n$ ) к минерализации возвратных вод ( $C_o^g$ ):

$$K_n^g = C_o^g / C_p^n.$$

А эффективность или степень применимости возвратных вод для промывки засоленных почв оценивается по формуле:

$$K_o^3 = [1 - (Y_i / Y_{max})],$$

где  $K_o^3$  - коэффициент эффективности использования возвратных вод для промывки засоленных почв;  $Y_i$  - ожидаемые продуктивности сельскохозяйственных культур по степени остаточного засоления почвы;  $Y_{max}$  - максимально-возможные продуктивности сельскохозяйственных культур в конкретных природно-климатических условиях.

Ожидаемые продуктивности сельскохозяйственных культур ( $Y_i$ ) по степени остаточного засоления почвы или почвенного раствора определяется по формуле [8]:

$$\bar{Y} = Y_i / Y_{max} = 1 - \left\{ 1 - \exp \left[ - \left( 1 + 0.053 \frac{C_{pi}^n}{C_{дон}} \right) \right] \right\},$$

где  $C_{pi}^n$  - содержание почвенного раствора после промывки с возвратными водами, г/л.;  $C_{дон}$  - допустимое содержание почвенного раствора, обеспечивающее максимально-возможную продуктивность сельскохозяйственных культур ( $Y_{max}$ ).

На основе принятого методологического подхода выполнен демонстрационный расчет оценки степени пригодности возвратных вод рисовых систем Кызылординской области для промывки засоленных почв (табл. 3).

Таблица 3

Оценки степени пригодности возвратных вод рисовых систем Кызылординской области для промывки засоленных почв

Степень засоления почвы	Содержание почвенного раствора ( $C_p^n$ ), г/л	Минерализация возвратных вод ( $C_o^6$ ), г/л	$K_9^3$	$K_9^3$	Оценка пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв
Незасоленные	11,2	2,50	0,54	-	непригодны
Слабо засоленные	22,4	2,50	0,26	-	непригодны
Средне засоленные	44,8	2,50	0,13	0,55	частично пригодны
Сильно засоленные	89,6	2,50	0,07	0,75	пригодны
Солончаки	>89,6	2,50	>0,07	0,75	пригодны

Как следует из табл. 3, при минерализации возвратных вод рисовых систем Кызылординской области, равной 6,0 г/л, она пригодна для промывки сильно засоленных почв и частично – для средне засоленных почв, что необходимо учитывать при разработке системы мероприятий по экологически безопасной их утилизации.

Таким образом, предлагаемый методологический подход оценки степени пригодности возвратных вод для промывки засоленных почв позволяет разработать комплекс мелиоративных мероприятий обеспечивающие экологическую устойчивость не только агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья, но и в целом природной системы, что важно для эколого-экономического возрождения бассейна Аральского моря, находящихся глубококом застое.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Маслов Б.С. и другие. Концепция мелиорации сельскохозяйственных земель в стране. – М.: Изд-во МГМИ, 1992.- 49 с.
2. Безденина С.Я. Водопользование в мелиорации: экологические и технические аспекты // Мелиорация и водное хозяйство, 1999.- № 5.- С.30-32.
3. Безденина С.Я. Концепция экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе России // Мелиорация и водное хозяйство, 2002.- № 3.- С.26-28.
4. Беляев С.Д., Черняев А.М. Стратегия водоохранной деятельности на основе целевых показателей состояния водных объектов // Мелиорация и водное хозяйство, 1999.- № 2.- С.52-54.
5. Горюнов Н.С. Как бороться с засолением орошаемых земель. - Алматы: Кайнар, 1973.- 110 с.
6. Даримбетов У.Д., Мустафаев Ж.С. Расчет промывных норм засоленных почв (Методические указания).- Джамбул, 1984.-62 с.
7. Джумабеков А.А. Оптимизация орошения на рисовых системах Приаралья.- Алматы: Бастау, 1996.- 192 с
8. Диалектика живой природы (Под редакцией Н.П. Дубинина и Г.В. Платонова).- М.: Изд-во МГУ, 1984. – 453 с.
9. Зивовец Б.А. и другие. Экологическая концепция мелиорации почв // Почвоведение, 1993.- №6.- С.

10. Мд. Захурул Ислам Рассоление почвы при использовании дренажных вод // Агротехника хлопчатника на вновь осваиваемых землях / Труды СоюзНИХИ.- Ташкент, 1982.- Вып. 50.- С. 125-128.
11. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Гылым, 1997.- 358 с.
12. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж. Методика и критерии оценки применимости сельскохозяйственной технологии в системе природопользования // Гидрометеорология и экология, 2004.- № 4.- С. 80-87.
13. Мустафаев Ж.С., Умирзаков С.И., Шегенбаев А.Т., Сейдуалиев М.А. Экологическое обоснование безотходных технологий утилизации городских стоков в системе водоснабжения и водоотведения (Аналитический обзор). – Тараз, 2001.- 68 с.
14. Пыленок П.И. Водооборотные гидромелиоративные технологии // Мелиорация и водное хозяйство, 2003.- № 2.- С.16-18.
15. Рау А.Г. Водораспределение на рисовых системах.- М.: Агропромиздат, 1988.- 86 с.
16. Рахымбаев Ф.М., Ибрагимов Г.А. Использование дренажных и грунтовых вод для орошения.- М.: Колос, 1979. – 189 с.
17. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник.- М.: Мысль, 1990.- 640 с.

Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати  
ДГП “Научно-исследовательский институт водного хозяйства”, г. Тараз  
Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата

## ҚАЙТАРМА СУДЫ ПАЙДАҒА АСЫРУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚӘУІПСІЗ ТЕНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Техн. ғылым. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылым. канд.	С.И. Өмірзақов
	А.Т. Шегенбаев
	Г.В. Қозыкенова
	О.Т. Телеуов

*Суды пайдаланудың экожүйелік әдістемесінің негізінде, табиғи жүйенің орнықтылығын қамтамасыз ететін, күріш жүйесінен шыққан қайтарма суды пайдаға асырудың немесе пайдаланудың экологиялық қәуіпсіз технологиясы және оның көрсеткіштерін анықтауға арналған әдістемелік нұсқасы құрылды.*

УДК 551.46+581.5+911.5

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ  
СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЫРДАРИИ**

Канд. геогр. наук

Т.И. Будникова

Г.Б. Мусатаева

*Проблема Аральского моря является многоаспектной и до сих пор не решенной. В статье рассмотрены некоторые вопросы определения экологического состояния ландшафтов современной дельты реки Сырдарии. Выполненные исследования обеспечивают разработку комплекса природоохранных мероприятий.*

Результаты многолетних натурных исследований в пределах казахстанской части Приаралья, включая осушенное дно Аральского моря, а также анализ опубликованных и фондовых источников по состоянию природно-ресурсного потенциала территории позволяют констатировать, что деградация природной среды была изначально обусловлена антропогенной деятельностью. К настоящему времени процессы деградации природно-территориальных комплексов (ПТК) приобрели критический характер, и в большинстве случаев, стали необратимыми.

Проблема Аральского моря и Приаралья обозначилась в конце 60-х годов и была вызвана интенсификацией сельскохозяйственного производства и неэффективностью водораспределения в регионе. Зарегулирование стока рек Амударии и Сырдарии, падение уровня Аральского моря привели к активизации процессов опустынивания в Приаралье. По масштабам, темпам и глубине проявления опустынивание в регионе подразделяется на слабое, умеренное, сильное и очень сильное.

При *слабом* опустынивании ландшафты находятся в условно естественном состоянии. Они распространены в наиболее отдаленных районах казахстанского Приаралья, расположенных в 200...300 км от Аральского моря. Все биотические и абиотические компоненты ПТК функционируют в пределах экологической нормы, а опустыниванию подвержено всего до 5% площади ландшафтных контуров.

*Умеренному* опустыниванию подвержены ландшафты Казалинского и Аральского административных районов, удаленные на расстоянии

100...200 км от Аральского моря. Развитие современных негативных процессов, таких как изменение уровня подземных вод, деградация растительного и почвенного покрова, активизация геодинамических процессов, приводит к нарушению связей между отдельными компонентами ПТК и проявляется на 5...25 % площади ландшафтных контуров. Негативные процессы и явления не нарушают внутреннего единства и целостности ландшафтов.

*Сильное* опустынивание характеризуется, преимущественно, снижением биологического разнообразия в ландшафтах. Связано это с уменьшением обводненности территории, заглублением уровня грунтовых вод на 1...2 м, засолением почвогрунтов, снижением урожайности и видового состава в растительных сообществах. Изменения в ландшафтной структуре отмечается на 25...50 % площади территории и характерны для зоны, расположенной в 20...100 км от Аральского моря.

*Очень сильное (катастрофическое)* опустынивание характеризуется потерей биологического разнообразия ПТК, нарушением механизма и зависимостей межкомпонентных связей, снижением уровня грунтовых вод на 2...3 м, активным засолением почвогрунтов, распространением сорных, непоедаемых и однолетних видов растений. Деградация аквальных и субаквальных ландшафтов отмечается в пределах зоны, прилегающей непосредственно к акватории Аральского моря в радиусе 10...20 км, в дельте реки Сырдарии и на осушенном дне Аральского моря. К настоящему времени в результате направленного падения уровня моря от воды освободилось до 2,3 млн. га морского дна [1]. Ширина полосы ежегодно увеличивающейся новой суши вдоль восточного побережья «Большого моря» составляет 1,5...3,5 км. В последние годы тенденция снижения уровня в «Малом море» постепенно исчезает, а сам уровень даже стабилизировался. На наш взгляд, это обуславливается наличием так называемого порога Берга, естественной формы рельефа, разделяющей два водоема и находящейся на 40...41 м абс. выс. В пределах осушенного дна Аральского моря становление, развитие и функционирование ПТК протекает стадийно и зависит от длительности существования в континентальных условиях. Через 15...20 лет внутренняя организация ландшафтной структуры достигает устойчивого состояния и наступает этап формирования ландшафтов зонального ряда. Масштабы трансформации дельтовых ПТК определяются размерами современной дельты, охватывающей территорию площадью более 7 млн. га. Уменьшение расходов воды в дельте р. Сырдарии с 11,7

км<sup>3</sup> (1960 г.) до 0,2 км<sup>3</sup> (1986 г.) негативно отразилось на состоянии почвенного и растительного компонентов ландшафта и на озерных системах. В начале 60-х годов в дельте было затоплено 2716 км<sup>2</sup> территории, более 500 озер занимали площадь 1600 км<sup>2</sup> [2]. К концу 80-х годов площадь озер сократилась в 6,5 раз и не превышала 245 км<sup>2</sup>. В 1960 г. из 0,7 млн. га земельного фонда дельты Сырдарии на гидроморфные почвы приходилось 371,8 тыс. га. Из них почвы лугового ряда занимали 25,4 % площади, болотного – 74,6 %. В результате резкого уменьшения расходов воды в дельте Сырдарии и трансформации почв гидроморфного ряда, к середине 90-х годов почвы лугового ряда занимали уже 59,9 % ее площади, а болотного – всего 40,1 %, причем почти полностью исчезли плавнево-болотные почвы. Вследствие изменения водно-солевого режима в дельте реки Сырдарии продолжается направленное снижение уровня Аральского моря, сокращается площадь гидроморфных почв, увеличивается – полугидроморфных, в том числе луговых и вторичных солончаков, такыровидных почв и оголенных песков. Тенденция дестабилизации водного и солевого режима в дельтовых ПТК принимает угрожающий характер, т.к. расширяется площадь с засоленными почвогрунтами. К середине 90-х годов до 341,5 тыс. га земель с гидроморфными почвами (94,8 % всей площади) по характеру засоления характеризовалось как солончаковые, а по степени засоления – сильно и очень сильнозасоленные.

Со второй половины 90-х годов в средней части дельты (Казалинский район) вследствие улучшения условий обводненности, процессы опустынивания и засоления гидроморфных почв стали менее распространены. Наблюдается тенденция увеличения ПТК с аллювиально-луговыми и лугово-болотными почвами по сравнению с периодом 80-х годов, когда экологическая ситуация (полное или почти полное отсутствие паводковых разливов и попусков воды в дельту Сырдарии) была наиболее неблагоприятной и преобладали ландшафты с обсыхающими (опустынивающимися и опустыненными) вариантами гидроморфных почв.

В нижней части дельты (Аральский район) процесс опустынивания был и остается наиболее масштабным, а экологическая ситуация напряженной. Условия обводненности в низовьях дельты Сырдарии по-прежнему оставляют желать лучшего, поэтому процесс деградации гидроморфных ПТК продолжается, о чем свидетельствует полная трансформация плавнево-болотных почв и преобладание обсыхающих вариантов лу-



гово-болотных и аллювиально-луговых почв очень сильной степени засоления, увеличение площадей такыровидных почв, песков и солончаков.

Обострение современной экологической ситуации в казахстанском Приаралье обуславливается дестабилизацией ландшафтной организации, социально-демографической и экономической обстановкой, что привело в конечном итоге, к снижению уровня жизнеобеспечения местного населения, т.к. Аральское море потеряло свое рыбохозяйственное, транспортное и рекреационное значение.

В целях смягчения последствий экологической дестабилизации ландшафтов дельты р. Сырдария мы предлагаем для местных фермерских хозяйств ряд мероприятий, направленных на создание условий устойчивого функционирования природно-хозяйственных систем региона и улучшение уровня жизнеобеспечения населения. К их числу относятся следующие.

– Сильно деградировавшие ПТК рекомендуется использовать под сеяные пастбища из полкустарников (изень, терескен, полынь, кейреук, житняк). Данная технология предусматривает осеннюю обработку почвы по типу ранней зяби с плоскорезной на глубину до 22 см, а затем культивирование или боронование участка. Посев пастбищных трав – изеня (норма высева 8 кг/га), кейреука (7 кг/га), терескена (20 кг/га), полыни (4 кг/га) осуществляется в конце ноября до выпадения снега. Семена растений перемешиваются согласно представленным нормам и высеваются сеялкой с последующим прикатыванием кольчатым катком.

– Закрепление почвенного покрова в приаульных ПТК от ветровой эрозии эффективно созданием фитомелиоративных насаждений из местных сеянцев и семян саксаула, карабарака и гребенщика. Посадку рекомендуется производить на участках площадью 1...3 га двух-трех рядными кулисами в весенний период после схода снежного покрова. Кулисные ряды располагают через 30...35 м друг от друга перпендикулярно к господствующим ветрам. Саженцы высаживают в лунки или борозды через 1,5...2,0 м друг от друга. Глубина лунок и борозд составляет 0,4 м, а ширина не превышает 0,7 м. Посадку саженцев осуществляют по центру, с заглублением шейки корня в почву на глубину 5...6 см, обязательно расправляя корневую систему перед засыпкой грунтом. После посадки благоприятен полив саженцев 5...7 литрами воды для лучшей приживаемости. Данная технология не требует больших финансовых затрат и может осуществляться вручную, а посадочный материал используется местный.

– Для сельскохозяйственных ландшафтов рекомендуется полив орошаемых культур через борозду (междурядье). Данная технология применима для всех видов выращиваемых в регионе культур. Полив производится через борозду, при этом, в целях снижения фильтрационных потерь в каждую поливную борозду укладывается полиэтиленовая пленка, а по что сухим бороздам обеспечивается проход почвообрабатывающей техники. Применение указанной технологии позволяет сократить потери оросительной воды на физическое испарение в 2 раза, размеры оросительных норм снизить на 30 %, сократить нагрузку на дренажные системы до 40 %, уменьшить расход воды на получение единицы продукции на 15...20 %, стабилизировать и повысить плодородие почв.

– В ландшафтах первичной морской равнины следует проводить фитомелиоративное закрепление почвогрунтов. Посадочным материалом являются саксаул, карабрак и гребенщик. Лесомелиоративные насаждения создаются несколькими способами: посадкой стандартных сеянцев, а также посевом семян и подсадкой с одновременным подсевом семян саксаула и гребенщика. Посадку сеянцев производят с заглублением шейки корня в почву на глубину 0,4 м, расправляя корневую систему перед засыпкой грунтом. Ряды располагают через 30...35 м друг от друга, а сеянцы в ряду высаживают через 1,5...2,0 м.

Правительством Республики Казахстан и местными органами самоуправления предпринимаются активные меры по улучшению экологического состояния дельты реки Сырдарии. В частности, в 1975...1976 гг. благодаря строительству Аманаткольского и Аклакского гидроузлов, а также строительства Кокаральской перемычки в 1998 г., были ликвидированы некоторые экологические стрессоры в Северном Приаралье. К сожалению после прорыва Кокаральской перемычки в 1999 г. и Аклакского гидроузла в 2002 г., все ранее сформировавшиеся первичные ПТК дельтовой части осушенного дна оказались на грани исчезновения. Постоянное снижение стока по реке Сырдарии приводило к тому, что значительная часть накопленной в озерных системах воды попадало в реку и затем Аральское море. Уменьшение поступления воды в дельту поставило под угрозу существование уникальных дельтовых ландшафтов, обострив социально-экономические и экологические проблемы в регионе.

По имеющимся сведениям из министерств и ведомств РК, а также результаты натуральных наблюдений авторов и опрос местного населения позволяют констатировать, что устойчивое функционирование аквальных

систем дельты Сырдарии остаётся проблематичным. На наш взгляд, вопросы гарантированного водообеспечения и управления ПТК дельты реки Сырдария необходимо решать в связи со схемой комплексного использования и охраны водных ресурсов, предусматривающей создание инфраструктуры по изучению, мониторингу и регулированию подачи воды. Без серьезного анализа развивающихся в Аральском регионе негативных процессов, невозможно сделать обоснованный и объективный прогноз возможного развития экологической ситуации. При современных условиях в дельте реки Сырдарии и в целом в Приаралье тенденция дестабилизации экологического состояния ПТК будет сохраняться, а возможно и изменится коренным образом.

В решении экологических проблем, связанных с дельтой реки Сырдарии, для Национальной водной стратегии Республики Казахстан приоритетной задачей является восстановление северной части Аральского моря и реконструкция гидротехнических сооружений, позволяющие сохранить и восстановить аквальные, гидроморфные и полугидроморфные природные комплексы. Уже не секрет, что восстановление Аральского моря как природного объекта практически не возможно в обозримом будущем. По оценкам международных экспертов на восстановление гидроморфных и аквальных геосистем дельтовой части Приаралья, а также на реконструкцию Малого моря потребуется 75 млрд. км<sup>3</sup>/год воды, что связано с огромными капиталовложениями [3].

Основным мероприятием, направленным на смягчение процесса деградации природной среды казахстанского Приаралья стала *реабилитация Северного Аральского моря (САМ)* посредством строительства поперечной дамбы в проливе Берга для поддержания максимальных отметок 42,0 м абс. выс. В этом случае площадь осушки в Малом море составит 7,4 тыс. км<sup>2</sup>, против 7,9 – сейчас, а при подъеме уровня воды до 48 м абс. выс. – до 5,9 тыс. км<sup>2</sup>.

Для сохранения и поддержания дельтовых водно-болотных угодий необходимо обеспечить расход воды в дельте в объеме не менее 1,5 км<sup>3</sup>/год. Основные мероприятия, обеспечивающие улучшение русла р. Сырдарии, сохранение и восстановление аквальных, гидроморфных и полугидроморфных ПТК в дельте, подразумевают *строительство плотинных сооружений Аклак, Раим, реконструкцию соединительных каналов дельтовых озерных систем, реконструкцию Казалинского гидроузла*. Реализация упомянутых мероприятий в дельте р. Сырдарии позволяет:

– обеспечить поступление воды в Северное Аральское море в объеме 3,19 км<sup>3</sup>/год, против 1,79 км<sup>3</sup>/год;

– стабилизировать уровень воды в Северном Аральском море на отметке 42,0 м абс выс., снизить ее соленость до 4...17 мг/л;

– обеспечить водой дельтовые ПТК и обводнить 26,9 тыс. га озерных котловин, до 17,6 тыс. га сенокосных и 20,4 тыс. га болотных угодий, а также 38,2 тыс. га земель для орошаемого земледелия;

– значительно увеличить популяцию пресноводных рыб в озерах дельты Сырдарии и Аральском море, обеспечив улов рыбы до 10 кг/га. Обеспечение устойчивого развития дельтовой природно-хозяйственной системы и акватории Северного Аральского моря позволит улучшить и стабилизировать ландшафтно-экологическое и социально-экономическое состояние казахстанского Приаралья. Развитие рыбоводства в дельтовых аквальных комплексах и в Малом море в определенной мере восполнит экономический ущерб, вызванный падением уровня воды Аральского моря и деградацией природной среды региона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Духовный В.А., Кипшакбаев Н.К., Будникова Т.И. и др. Экономическая оценка локальных и совместных мер по сокращению социально-экономического ущерба в зоне Приаралья / Проект INTAS–АРАЛ–2000–1059. – INTAS, 2004. – 154 с.
2. Дукравец Г.М. Состояние и перспективы озер низовьев Сырдарьи, их рыбохозяйственное значение в условиях зарегулирования стока // Усыхание Аральского моря и опустынивание в Приаралье. – Алма-Ата, 1981. – С. 215–231.
3. Регулирование и развитие дельты реки Сырдарья / Проект Всемирного Банка Реконструкции и Развития по программе Аральского моря. - 1996.

ДГП «Институт географии» Республиканское Государственное Предприятие, Центр Наук о Земле, Металлургии и Обогащения Министерства Образования и Науки Республики Казахстан

## СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ АТЫРАУЫ ЛАНДШАФТЫСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІ

Геогр. ғылым. канд.

Т.И. Будникова

Г.Б. Мусатаева

*Арал теңізінің проблемасы көпқырынды болып табылады және ол әлі күнге дейін шешілмей келеді. Мақалада Сырдария өзенінің қазіргі кездегі атырауы ландшафтысының экологиялық жай-күйін анықтаудың кейбір мәселелері қаралды. Жүргізілген зерттеулер табиғатты қорғау іс-шараларының кешенін әзірлеуді қамтамасыз етеді.*

УДК 631.435

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВОГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ  
РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛОВ**

Канд. биол. наук Э.А. Мурсалимова

*В период биологической рекультивации промышленных отвалов Зыряновского месторождения по истечении 20...25 лет в почвогрунтах происходят перераспределение илистой фракции по профилю, начальные процессы дифференциации профиля и формирование элювиально-иллювиального горизонтов.*

Почвообразование в техногенных ландшафтах представляет теоретический и практический интерес. Изучение процесса эволюции техногенного элювия под воздействием климата и биоты раскрывает вопросы начальных стадий почвообразования, скорости формирования почв, и дает возможность прогнозировать образование полнопрофильной почвы во времени и до полного восстановления нарушенной экосистемы [4].

Процессы почвообразования изучались нами на рекультивированных отвалах Зыряновском месторождении, сложенного осадочно-вулканическими отложениями с широко развитыми карбонатными и пирокластическими примесями. Зыряновское месторождение имеет среднедевонский возраст, отложения представлены глинистыми и алевролитоглинистыми сланцами, известковыми алевролитами, чередующимися с песчаниками, имеются прослойки туфов, кислых эффузивов. Большое распространение среди вулканогенных пород имеют грубообломочные и зернистые лито- и кристалло-кластические туфы и туфобрекчии альбитофиоров. Среди метаморфических пород наиболее распространены кварцево-карбонатно-хлоритовые сланцы, окрашенные в светло-зеленый и зеленовато-серый цвета, цементирующая масса имеет кварцево-серицитово-хлоритовый состав [2].

Зыряновское месторождение находится в предгорном луговостепном поясе. Рельеф - предгорные равнины, низкогорья (400...1200 м над у.м.). Почвы - черноземы выщелоченные. Количество среднегодовых осадков - 550 мм [3].

Результаты определения гранулометрического состава в почвогрунтах, за период биологической рекультивации (22 года) отвалов показали передвижение илистой фракции в нижележащие слои, что указывает на формирование и дифференциацию профиля. Сравнение данных по сумме физической глины (в соответствии с рис. 1, 2, 3), также указывает на передвижение пылеватых фракций и облегчение гранулометрического состава почв верхних горизонтов.

В данном случае происходит распределение илистой и, в определенной степени, пылеватых фракций, дифференциация элювиально-иллювиальных горизонтов. Микроагрегатный состав показывает процесс агрегации, т.е. уменьшение илистой фракции и увеличение микроагрегатов крупной пыли и тонкого песка. Микроагрегирование почвогрунтов является положительным фактором в почвообразовании в техногенно нарушенных ландшафтах, так как по данному анализу можно судить о потенциальной способности почв к оструктуриванию [1].

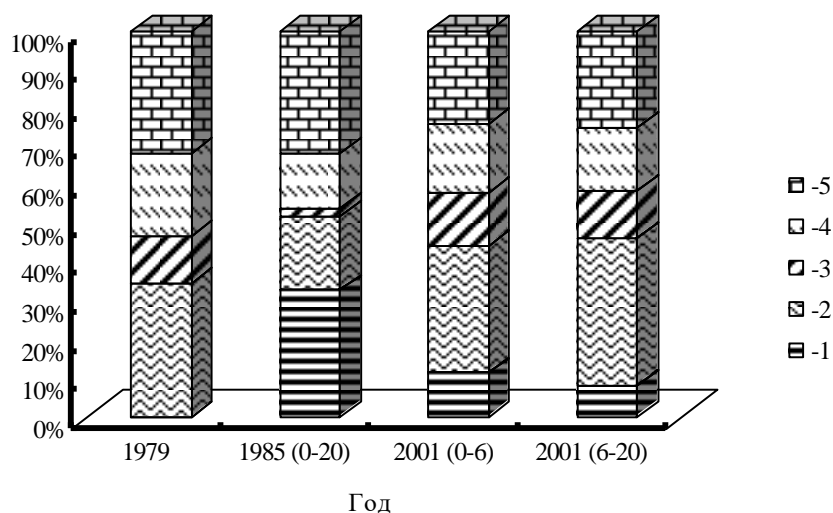


Рис. 1. Гранулометрический состав (чернозем на отвале): 1-(0,25-0,05) - мелкий песок, 2-(0,05-0,01) крупная пыль, 3-(0,01-0,005) средняя пыль, 4-(0,005-0,001) мелкая пыль, 5-(0,001) ил.

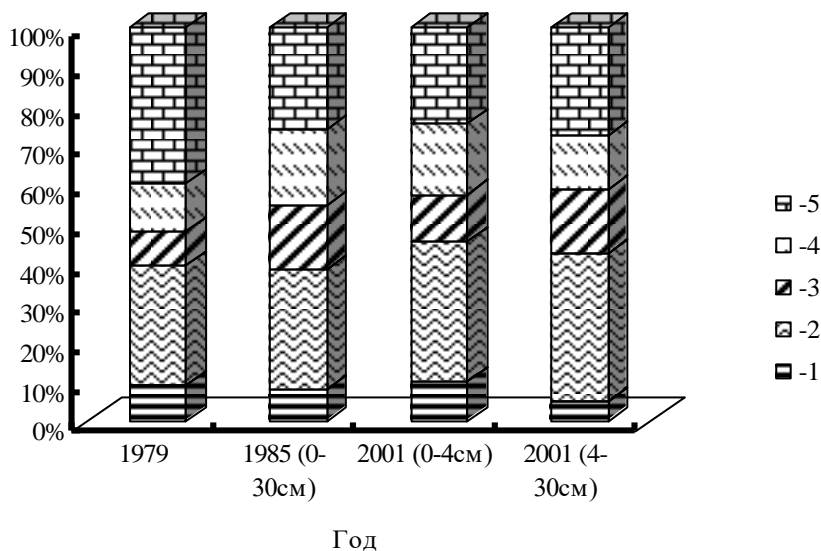


Рис.2. Гранулометрический состав (суглинок на отвале): 1-(0,25-0,05) мелкий песок, 2-(0,05-0,01) крупная пыль, 3-(0,01-0,005) средняя пыль, 4-(0,005-0,001) мелкая пыль, 5-(0,001) ил.

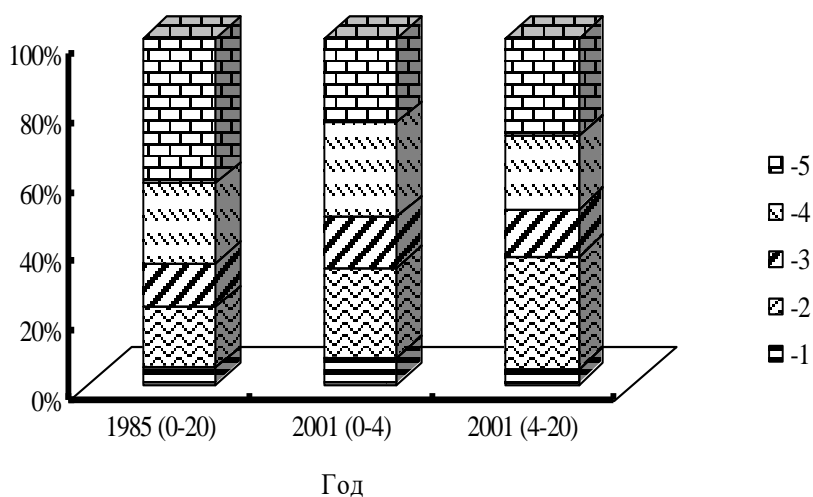


Рис.3. Гранулометрический состав (третичная глина на отвале): 1-(0,25-0,05) мелкий песок, 2-(0,05-0,01) крупная пыль, 3-(0,01-0,005) средняя пыль, 4-(0,005-0,001) мелкая пыль, 5-(0,001) ил.



По морфологическим признакам, распределению гранулометрического состава почвогрунтов, аккумуляции органических веществ, выщелачиванию карбонатов и образованию укороченного профиля с формированием элювиально-иллювиальных горизонтов следует, что за период рекультивации (22 года) идет трансформация почвогрунтов и инициальный процесс почвообразования. Результаты гранулометрического состава почвогрунтов показали передвижение илистой фракции в нижние слои субстрата, наблюдается процесс лессирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. –М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Есенов Ш., Кунаев Д., Мухамеджанов С. Недра Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во «Казахстан», 1968. – 552 с.
3. Левченко В.А. Краткая петрографическая характеристика главных литологических разностей рудовмещающей толщи Ревнюшинской антиклинали (Зыряновский рудный район) // Геология полиметаллических месторождений Казахстана. –Алма-Ата, 1976. – С.18-26.
4. Масюк Н.Т. Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных горных породах в местах произведенной добычи полезных ископаемых //Сб. программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М., 1978. – С.62-105.

Институт почвоведения им. У.У. Успанова

#### **ӨНЕРКӘСІПТІК ОТВАЛДАРДЫҢ РЕКУЛЬТИВАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕГІ ТОПЫРАҚ ГРУНТТАРЫНЫҢ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ**

Биол. ғылым. канд. Э.А.Мурсалимова

*Зырян кен орындарының өнеркәсіптік отвалдарында биологиялық рекультивациялау жүргізгеннен кейінгі 20-25 жылда топырақ грунттарында кескін бойынша ылай таралуы, дифференциациялаудың бастапқы процесі және элювиальды-иллювиалды горизонттар қалыптасқан.*

УДК 631.42

**МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ «МОЛОДЫХ ПОЧВ»,  
ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ОТВАЛАХ**

Доктор биол. наук

Ф.Е. Козыбаева

Канд. биол. наук

Э.А. Мурсалимова

*В условиях биологической рекультивации промышленных отвалов Зырянского месторождения по истечении 20-25 лет идет инициальный почвообразовательный процесс. Так, при использовании почвогрунтов в рекультивации отвалов под воздействием факторов почвообразования формируются «молодые почвы».*

Прогнозная оценка развития почвенного профиля, нарушенного в результате техногенного воздействия, невозможна без учета основных сукцессионных этапов развития почв от фрагментарных, маломощных до полноразвитых, зональных [2].

Приведем сравнительную характеристику зональной черноземной почвы. Рельеф холмисто-увалистый, растительность: разнотравье с включением кустарников, шиповника и изреженных экземпляров древесных пород - тополя, березы, проективное покрытие 100%, разрез заложен в 40-50 м от террикона на юго-западном пологом склоне, почва- чернозем выщелоченный маломощный, вскипание от *HCl* с 45 см.

А <sub>0</sub> 0...3 см	Темный до черного, пронизан корнями, образующий дернину, переход постепенный.
А 3...30 см	Темно-серый, свежий, зернистой структуры, средний суглинок, слегка уплотненный, встречаются камни, переход постепенный.
В 30...45 см	Темно-серый, свежий, структура комковато-ореховатая, мелкая щебень, средний суглинок, пронизан корнями тонкими, встречаются дождевые черви и их ходы, уплотненный, переход постепенный, но заметный, слабое вскипание от <i>HCl</i> .
В <sub>1</sub> 45...53 см	Серо-бурый, свежий, структура комковато-порошистая, щебнистый, множество тонких корней,

	встречаются дождевые черви, средний суглинок, уплотненный, переход неровный по окраске, вскипает бурно от <i>HCl</i> .
<i>BC</i> 53...61 см	Серо-бурый с палевыми пятнами, свежий, множество корней тонких, тяжелый суглинок, уплотненный, встречается щебень, переход ясный.
<i>C</i> 61...89 см	Палевый, с буроватыми пятнами, структура комковато-ореховатая, встречаются выходы коренных пород, тяжелый суглинок.

На опытных площадках с различными почвогрунтами были заложены почвенные «разрезы», которые имеют карликовый профиль с мощностями 1...5 см. За длительный период времени рекультивации произошли процессы трансформации почвогрунтов, использованных для создания искусственных субстратов.

*Площадка 13* - (отвал + чернозем 15 см). На поверхности площадки имеется хороший опад, местами участки, заселен мхами.

0...6 см	Дерновый слой, темно-коричневый, рыхлый, структура комковато-зернисто-пылеватая, средний суглинок, переход заметный по сложению.
6...12 см	Темно-серый, свежий, структура зернисто-комковатая, более уплотненный, средний суглинок, обилие корешков и корневых волосков, переход заметный по сложению.
12...20 см	Темно-серый до черного, переход заметный по сложению, уплотненный, структура прочно-комковато-ореховато-крупнозернистая, тяжелый суглинок, корешковатый. Ниже начинаются отвалы.

На глубине 0...5 см при отборе образцов на зоофауну были обнаружены жужжелица, пчела, муравей крылатый. А.Н.Геннадиев [1] отмечает, что сукцессия населения беспозвоночных проявляется в интенсивном развитии на начальных этапах почвообразования комплекса микроартропод (главным образом клещей и ногохвосток) с последующим относительным ослаблением их деятельности и активизацией комплекса мезофауны (преимущественно дождевых червей).

*Площадка 12* - (отвал + песок 35 см + суглинок 20 см). Основными растениями являются злаки, единичные растения полыни, зверобоя, лю-

церы синегибридной. Из древесно- кустарниковых преобладает тополь (рис.1).



Рис. 1. Опытная площадка 12 (отвал + песок + суглинок)

- |           |   |
|-----------|---|
| 0...1 см  | Темно - окрашенный, переход ярко выраженный, от <i>HCl</i> вскипание слабое, ниже на глубине 2-3 см вскипание бурное. |
| 1...3 см  | Темно - окрашенный, рыхлый, зернисто-пылеватый, свежий, пронизан корешками (крупными и тонкими).                      |
| 3...15 см | Буровато-серый, более уплотненный, вскипание бурное, слой пронизан корнями.   |

*Площадка 11-* (отвал + суглинок 25 см). Основной вид растений-злаки. Профиль пронизан корнями, более уплотненный, от *HCl* 10 % вскипание в верхнем горизонте 0...1 см слабое, вниз по профилю отмечается бурное вскипание.

- |           |  |
|-----------|--|
| 0...4 см  | Серо-бурый, свежий, рыхлый, зернисто-порошистый, обилие корневых волосков и растительных остатков, переход ярко выраженный по сложению и по цвету.   |
| 4...30 см | Пестрый, серо-бурый с темными плотными вкраплениями, обилие корней толстых и тонких, обилие карбонатных образований в виде присыпки, зерен, мицелий и вкраплений, слой очень плотный по профилю, свежий. Ниже - отвал. |

*Площадка 10* - (отвал + щебень 30 см + суглинок 15 см + чернозем 15 см). На поверхности площадки имеется хороший опад из листьев и стеблей.

- 0...10 см Серо-коричневый, свежий, пронизан корнями, структура непрочно-комковато-зернисто-порошистая, не вскипает, переход заметный по сложению и цвету.
- 10...20 см Темно-серый до черного, пронизан крупными и тонкими корнями, структура прочно комковато-зернистая, плотный, переход яркий по цвету и сложению, отмечается слабое вскипание с 15 см.
- 20...30 см Суглинок, бурый с темными вкраплениями, создающие пестроту, плотный, бурно вскипает, имеются карбонатные прожилки вкраплений в виде зерен, единичные корневые волоски. Ниже щебень.

*Площадка 9* - (отвал + щебень 30 см + суглинок 30 см). Основной вид растений злаки, изреженные.

- 0...3 см Серо-бурый суглинок, рыхлый, порошисто-пылеватый, корешковатый, вскипание от *HCl* слабое, переход заметный по сложению и цвету, средний суглинок. Имеются муравьи, цикада, множество личинок бабочки.
- 3...18 см Серо-бурый с темными и белесыми вкраплениями, создающие пестроту, весь пронизан корнями, тяжелый суглинок, вязкий, более уплотненный, комковато-зернистый, свежий, от *HCl* вскипает бурно. Переход заметный по сложению.
- 18...30 см Палево-бурый, свежий, сильно уплотненный, ореховато-комковатый, легкая глина, единичные корни, от *HCl* вскипает бурно. Пористый с темными вкраплениями. Ниже щебень.

*Площадка 7* - (отвал + техногенный песок 15...20 см). На поверхности растительность отсутствует, цвет-серовато-белый, на глубине 15...20 см песок влажный (рис.2).



*Рис.2. Техногенный песок (отвал +техногенный песок)*

Третичная глина. На площадке имеются единичные экземпляры люцерны, ежи сборной, основной фон представлен донником желтым. Обнаружены муравьи и божьи коровки (рис.3).



*Рис.3. Третичная глина на отвале*

- 0...4 см Глина красно-бурая, сухая, тяжелая глина, комковато-зернисто-порошистая, рыхлая, корешковатая, вскипание от *HCl* слабое, с 4 см и ниже бурное вскипание, переход заметный по сложению.
- 4...20 см Красно-бурая, более темная, плотная, с глубиной плотность увеличивается, свежая, жирная глина, имеются карбонатные прожилки, скопления зерен в виде присыпки, с 15 см глубины плотность увеличивается., корешковатая, защеленная, бурное вскипание заметно с 20 см глубины. Ниже отвал.

По морфологическому описанию формирующихся почв опытных участков можно судить о начальных процессах почвообразования в почвогрунтах. Переход горизонтов отличается по сложению, цвету, структуре и процессу выщелачивания карбонатов, что является характерным для зональных выщелоченных черноземных почв Зыряновска.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геннадиев А.Н. Почвы и время: Модели развития.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 229 с.
2. Поливанов В.С. Особенности техногенной трансформации и естественного восстановления профиля горных почв Приморья // Освоение нарушенных земель.- М., 1976.- С.99-111.

Институт почвоведения им. У.У. Успанова

### **РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЛАНҒАН ОТВАЛДАРДАҒЫ ҚАЛЫПТАСҚАН «ЖАС ТОПЫРАҚТАРДЫҢ» МОРФОГЕНЕТИКАЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Биол. ғылым. докт.

Ф.Е.Козыбаева

Биол. ғылым. канд.

Э.А.Мурсалимова

*Зырян кен орындарының өнеркәсіптік отвалдарында биологиялық рекультивациялау жүргізілгеннен кейінгі 20-25 жылда инициалды топырақ түзілу процесі жүреді. Отвалдарды рекультивациялау кезіндегі пайдаланған грунттарында топырақ түзілу факторлардың әсерінен « жас топырақтар» қалыптасқан.*

УДК 50225:388.45 (574)

**НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

А.М. Абсаметова

*Проанализировано экологическое законодательство Республики Казахстан в сфере рационального использования и охраны природных ресурсов. Показаны особенности регулирования недропользования на примере нефтегазовых отраслей Прикаспийского региона.*

При определении направлений экономического развития должно уделяться особое внимание вопросам охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Будущее диктует переход от традиционных природоохранных мероприятий на новый уровень, где рациональное использование выходит на первый план во всех сферах деятельности.

В настоящее время в нашей стране разрабатывается широкий спектр подзаконных актов, нормативов и методик, с целью их последующего применения при подготовке планов по переходу к устойчивому развитию. А также постепенно возрастают затраты на природоохранные мероприятия. Экологическое законодательство Республики Казахстан основывается на Конституции Республики Казахстан и состоит из Экологического, Земельного, Водного, Лесного кодексов, законодательных актах о недрах, законодательства об охране и использовании прочих объектов окружающей среды и иных нормативных правовых актов Республики Казахстан, регулирующих вопросы воздействия на окружающую среду и ее охраны.

Экологический кодекс (ЭК) принят 9 января 2007 года Указом Президента Республики Казахстан № 212-III ЗРК и включает 9 разделов, 47 глав и 326 статей [4].

Как известно, в ходе разработки проект ЭК одобрен на пленарном заседании Мажилиса, дважды рассматривался на общественном Совете при Министерстве охраны окружающей среды РК, прошел общественные слушания. По нему проведено около 20 семинаров и «круглых столов». В



его разработке принимали участие отечественные и зарубежные научно-исследовательские центры, ведущие эксперты и специалисты в области охраны окружающей среды.

Документ разработан в соответствии с Планом законопроектных работ на 2006...2007 гг. и Концепцией экологической безопасности Республики Казахстан на 2004...2015 гг. При этом ЭК создавался не на пустом месте. ЭК полностью или частично поглощаются 3 закона и около 80 подзаконных актов. Всего при разработке кодекса использовано около 20 рекомендательных и руководящих документов различных международных организаций, 14 международных конвенций, около 30 директив Евросоюза и законов других государств, Модельный кодекс СНГ, утвержденный Межпарламентской ассамблеей, более 200 нормативных правовых актов казахстанского законодательства.

ЭК – это единый законодательный акт, основные задачи которого обобщить и систематизировать всю нормативно-правовую базу, поднять статус экологических требований и нормативов до уровня законодательного акта прямого действия, внедрить международные стандарты в практику охраны окружающей среды.

В ЭК указано, что он регулирует отношения в области взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на окружающую среду, ее охраной и изъятием из нее природных ресурсов; определяет правовые, экономические и социальные основы охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений; направлен на обеспечение экологической безопасности, предотвращение вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, а также природных процессов на естественные экологические системы; сохранение биологического разнообразия и организацию рационального природопользования.

Природные ресурсы предоставляются в природопользование на основании: лицензий на пользование природными ресурсами и осуществление отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды; решений местных исполнительных органов или постановлений Правительства Республики Казахстан о предоставлении природных ресурсов в природопользование; договоров (контрактов) на природопользование.

Во всём мире неукоснительно действует принцип: чем больше природопользователь загрязняет окружающую среду, тем больше он должен платить. Но сегодня этот верный принцип нарушен. Платежи вклю-

чаются в тарифы на выпускаемую природопользователем продукцию, и получается, что особых забот это ему не доставляет, так как в результате платит потребитель.

В рамках новых экономических механизмов введено понятие эффективности природоохранной деятельности и его критерии. Значительно увеличены штрафные санкции за нарушение природоохранного законодательства. Вместе с тем, предусматривается стимулирование предприятий, значительно снизивших объемы выбросов за счет внедрения прогрессивных технологий.

По данным Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан за 2003...2004 гг. впервые за последние годы в условиях значительного экономического роста в стране общий уровень сбросов и выбросов вредных веществ не только стабилизировался, но даже несколько снизился - с 3,96 млн. т. в 2003 г. до 3,58 млн. т. в 2004 г. Нефтегазовая промышленность занимает первое место среди отраслей промышленности по объемам инвестиций. Несмотря на это, в основных районах нефтегазодобычи и переработки - Атырауской и Мангистауской областях - работы проводятся с применением отсталых технологий, устаревшего оборудования, что приводит к авариям и утечкам нефти. В результате общая площадь нефтяного загрязнения в Западном Казахстане составляет 194 тыс. га, а объем разлитой нефти - более 5 млн. т. Практика сжигания попутного газа в факелах также наносит значительный экологический и экономический ущерб. Повышенный тепловой фон и подкисление компонентов окружающей среды вокруг месторождений при сгорании газа оказывают негативное влияние на почву, растительность, животный мир прилегающих к нефтяным комплексам районов, внося свой "вклад" в увеличение парникового эффекта.

В результате постоянной миграции береговой линии, вызванной сгонно-нагонными явлениями, оказались затопленными более 200 скважин и месторождений нефти, в том числе крупнейших – Каламкас и Каражанбас, что является угрозой не только биологическому разнообразию (в Каспии сосредоточено 90 % мировых запасов осетровых рыб, большое количество видов орнитофауны, эндемик – каспийский тюлень), но и всей экосистеме Каспийского моря.

А также, о дальнейших обстоятельствах на Каспии и о привлечении к ответственности добывающих компаний за разлив нефти, гибель морской флоры и фауны рассказал в своем выступлении в СМИ [2] Ми-

нистр охраны окружающей среды Республики Казахстан (МООС РК) господин Искаков Н.А.: «Любая нефтяная операция влечет за собой загрязнение среды. Но это не значит, что нельзя минимизировать вредные воздействия хозяйствующих субъектов на природу. Согласно законодательству, их можно привлекать к административной ответственности. Налagать штрафы, претензии и иски о возмещении ущерба окружающей среде, вплоть до остановки производственной деятельности через суд и инициирования отзыва разрешительных документов».

Министр также сообщил о прилагаемых мерах по возмещению экологического ущерба: «Министерством предъявлены претензии за загрязнение окружающей среды и взыскании в доход государства возмещения экологического ущерба на сумму 11,4 млрд. тенге. Всего за 9 месяцев 2006 года платежи в бюджет государства за загрязнение окружающей среды составили 20,2 млрд. тенге, из которых на нефтегазовый сектор приходится 13,9 млрд. тенге.

Взимаемые штрафы, финансовые средства по возмещению ущерба, нанесенного окружающей среде, нормативные платежи за природопользование направляются в областные бюджеты. В 2004 г. на природоохранные мероприятия израсходован 21 % от поступивших средств, а в 2005 г. только 15 %. Известны и наиболее отличившиеся «лидеры». В Западно-Казахстанской области за последние три года снизился уровень использования средств с 22 % до 7 % - в 2004 г. и 4,4 % в 2005 г. В Южно-Казахстанской области - с 58 до 11 %. В 2005 г. в Атырауской области за счет экологических платежей сумма поступлений составила 3561,3 млн. тенге, и из них лишь 357,9 млн. тенге (9,8 %) было израсходовано на природоохранные мероприятия [1].

Формирующаяся новая экологическая политика переходного периода ориентирована на развитие экономических методов регулирования природопользования, расширение прав и полномочий местных органов управления. Проведен широкомасштабный эксперимент по внедрению экономического механизма платы за загрязнение. Активизировались работы по инвентаризации источников выбросов и сбросов загрязняющих веществ, повысилась роль территориальных органов в управлении природными ресурсами, изменилось отношение предприятий к планированию своей деятельности, начал формироваться механизм экономического стимулирования природоохранной деятельности.

МООС создаются благоприятные условия для природопользователей: работает принцип «одного окна», все прозрачно. Если компания стремится получить международный стандарт ИСО-14000, даются преференции по платежам. А предприятия, выделяющие большие средства на природоохранные мероприятия, убираются из списка плановых проверок. Однако, некоторые транснациональные компании (ТНК) пренебрежительно относятся к соблюдению природоохранного законодательства республики.

Основными нарушениями, допускаемыми природопользователями при производственной деятельности, являются отклонение или несоблюдение технических решений (проектов), нарушение лицензионно-контрактных условий в части охраны окружающей среды, невыполнение условий природопользования, указанных в заключениях государственной экологической экспертизы, разрешениях на природопользование.

МООС уже приостанавливало деятельность «Петро-Казахстан», компании «СНПС», сейчас идут судебные процессы с национальными компаниями «КазМунайГаз», «КазахойлАктобе». Приостановлено действие разрешения по любым сбросам в Каспийское море компании «Аджип», начали применять меры и к «Тенгизшевройлу». МООС направило предложения межведомственной комиссии в Правительство о необходимости принятия кардинальных мер по Каспийскому морю: пересмотреть с учетом международных норм все программы по развитию прибрежной инфраструктуры, перерабатывающих заводов, которые были ранее разработаны.

На вышеупомянутом интервью [2] Министр ООС РК господин Искаков Н.А. отметил некоторые моменты о пересмотре заключенных меморандумов с природопользователями: «Мы проанализировали результаты реализации 11-ти меморандумов с крупными природопользователями за 1 полугодие. Два меморандума ЗАО «КазТрансГаз» и АО «Петро Казахстан Кумколь ресорсиз» исчерпали себя. АО «Разведка Добыча «КазМунайГаз» не выполнило обязательства. Остальные восемь продолжают работать. Возьмем ЗАО «КазТрансГаз». Оно выполнило свои обязательства. С АО «Разведка Добыча «КазМунайГаз» меморандум расторгнут в одностороннем порядке, так как обязательства по ликвидации замазученных территорий и утилизации нефтешламов они не выполняют».

Одна из острых экологических проблем является разработка на акватории Каспийского моря. Сейчас активно развиваются гигантские про-

екты по добыче нефти со дна моря. Поэтому, в Экологическом кодексе отдельной главой выделены экологические требования при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в государственной заповедной зоне в северной части казахстанского сектора Каспийского моря.

Одной из природоохранных мер является согласование всех экологических проектов, которые делают и собираются производить недروпользователи, с МООС. Теперь будут привлекаться к сотрудничеству только авторитетные организации [3]. Также при разработке долгосрочных проектов экономического развития нашей страны необходимо учитывать дальнейший рост населения и экономическое влияние развитых стран. Таким образом, реализация экологической стратегии поможет обеспечить экономический и социальный прогресс в Казахстане без нанесения ущерба окружающей среде. От достижения устойчивого социально-экономического развития Республики Казахстан и удовлетворение требований экологически сбалансированного природопользования зависит безопасность и перспектива нынешнего и будущих поколений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Искаков Н.А. Качество окружающей среды определяет качество нашей жизни. // Казинформ – 25.05.2006 г.
2. Искаков Н.А. Не терплю экологов-статистов. // Литер–02.11.2006 г.
3. Искаков Н.А. Тройной залог устойчивого развития // Казахстанская Правда - 13.10.2006 г.
4. Экологический кодекс Республики Казахстан. Принят Указом Президента Республики Казахстан № 212-III ЗРК от 9 января 2007 года.

Казахский Национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

#### **ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗ ЖЕР ҚОЙНАУЫН ПАЙДАЛАНУДЫ РЕТТЕУДІҢ НОРМАТИВТІ-ҚҰҚЫҚТЫ НЕГІЗДЕРІ**

А.М. Абсаметова

*Қазақстан Республикасының экологиялық заңдарын табиғи ресурстарды тиімді пайдалану және қорғау сферасында талдау. Каспий маңы аймағында мұнай газ саласындағы жер қойнауын пайдалануды реттеудің ерекшеліктері көрсетілген.*

УДК 551.510.42

## О СОСТОЯНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 3 КВАРТАЛЕ 2006 ГОДА

П.К. Шингисова

Т.Г. Царева

З.С. Абдиева

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

### 1 Состояние загрязнения воздушного бассейна

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

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

В 3 квартале 2006 г. наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха проводились в 20 населенных пунктах республики: Актау, Актобе, Алмате, Астане, Атырау, Балхаше, Жезказгане, Костанаве, Караганде, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Темиртау, Уральске, Усть-Каменогорске, Шымкенте, Экибастузе и пос. Глубокое (Восточно-Казахстанская область).

По данным наблюдений в 3 квартале 2006 г. наибольший уровень загрязнения воздуха наблюдался в г. Караганде (*ИЗА*<sub>5</sub> 12,1), г. Шымкенте (*ИЗА*<sub>5</sub> 11,8) и

г. Алматы (*ИЗА<sub>5</sub>* 11,3). К загрязненным городам (*ИЗА<sub>5</sub>*  $\geq 5$ ) отнесено 8 городов, в том числе с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха (*ИЗА<sub>5</sub>*  $> 7$ ) – 7 городов (табл. 1.1).

В 16 городах республики средние за год значения концентрации загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили *ПДК*, а в 6 городах (г. Алматы, г. Караганда, г. Риддер, г. Тараз, г. Темиртау и г. Шымкент) выше *ПДК* были концентрации трех и более веществ. В 11 городах были отмечены среднегодовые концентрации диоксида азота в пределах 1,3...2,0 *ПДК*, в 7 городах - взвешенных веществ (пыли) в пределах 1,4...2,9 *ПДК* и формальдегида в пределах 1,3...5,0 *ПДК*, в 4 городах - фенола в пределах 1,3...3,0 *ПДК*.

Максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили *ПДК* в 19 городах, где ведутся наблюдения, при этом, в 10 городах (г. Алматы, г. Балхаш, г. Жезказган, г. Караганда, г. Павлодар, г. Семипалатинск, г. Тараз, г. Темиртау, г. Усть-Каменогорск и г. Шымкент) отмечены превышения *ПДК* для 3-х и более веществ. Разовые концентрации взвешенных веществ выше *ПДК* отмечены в 12 городах, диоксида азота – в 16 городах, оксида углерода – в 10 городах, фенола – в 6 городах, формальдегида - в 5 городах, диоксида серы, сероводорода и аммиака – в 3 городах, фтористого водорода - в 2 городах. (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Загрязнение воздушного бассейна городов Казахстана в 3 квартале 2006 г.

Пункт	<i>ИЗА<sub>5</sub></i>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		<i>P</i> , % выше <i>ПДК</i>
			мг/м <sup>3</sup>	кратно <i>ПДК</i>	мг/м <sup>3</sup>	кратно <i>ПДК</i>	
Актау	3,9	<i>Пыль</i>	0,21	1,4	0,4		14
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,05	1,3	0,12	1,4	
		<i>NH<sub>3</sub></i>	0,04	1,0	0,15		
Актобе	10,1	<i>NO<sub>2</sub></i>	0,06	1,5	0,10	1,2	6
		<i>H<sub>2</sub>S</i>	0,006		0,009	1,1	0,4
		<i>Формальдегид</i>	0,013	4,3	0,020		
Алматы	11,3	<i>Пыль</i>	0,28	1,9	0,9	1,8	9
		<i>CO</i>	1,9		10	2,0	3
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,08	2,0	0,25	2,9	37
		<i>Формальдегид</i>	0,012	4,0	0,042	1,2	0,3
Астана	4,5	<i>Пыль</i>	0,44	2,9	4,6	9,2	30
		<i>CO</i>	0,7		5,0	1,0	
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,03		0,27	3,2	9
		<i>NF</i>	0,003		0,075	3,8	2

Пункт	ИЗА <sub>5</sub>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	
Атырау	3,2	Пыль	0,28	1,8	2,5	5,0	2
Балхаш	2,9	Пыль	0,15	1,0	1,5	3,0	0,6
		SO <sub>2</sub>	0,070	1,4	4,8	9,6	4
		CO	0,7		7,0	1,4	0,4
		NO <sub>2</sub>	0,02		0,09	1,1	0,6
пос. Глубокое	4,2	Пыль	0,05	1,3	0,23	2,7	5
		Фенол	0,003	1,0	0,032	3,2	5
		Формальдегид	0,004	1,3	0,015		
Жезказган	4,6	Пыль	0,29	1,9	1,2	2,4	11
		SO <sub>2</sub>	0,009		0,706	1,4	0,2
		CO	0,9		5,0	1,0	
		NO <sub>2</sub>	0,02		0,10	1,2	0,2
		Фенол	0,004	1,3	0,015	1,5	5
Караганда	12,1	Пыль	0,11		1,0	2,0	2
		CO	1,4		8,0	1,6	0,2
		NO <sub>2</sub>	0,05	1,3	0,19	2,2	8
		Фенол	0,004	1,3	0,017	1,7	1
		Формальдегид	0,015	5,0	0,037	1,1	0,6
Костанай	3,1	NO <sub>2</sub>	0,06	1,5	0,24	2,8	15
Павлодар	1,7	Пыль	0,11		1,0	2,0	2
		CO	0,7		19	3,8	0,4
		H <sub>2</sub> S	0,001		0,010	1,3	0,2
		Фенол	0,001		0,013	1,3	0,4
		HCl	0,042		0,320	1,6	1,5
Петропавловск	3,8	NO <sub>2</sub>	0,04	1,0	0,14	1,6	1
		Формальдегид	0,003	1,0	0,009		
Риддер	7,4	SO <sub>2</sub>	0,092	1,8	0,228		
		NO <sub>2</sub>	0,07	1,7	0,13	1,5	19
		Фенол	0,005	1,7	0,010	1,0	0
Семипалатинск	3,9	Пыль	0,12		1,3	2,6	0,4
		CO	2,7		8	1,6	10
		NO <sub>2</sub>	0,05	1,3	0,19	2,2	16
		Фенол	0,001		0,015	1,5	0,4
Тараз	8,6	Пыль	0,13		0,8	1,6	0,9
		CO	1,6		20	4,0	0,9
		NO <sub>2</sub>	0,05	1,3	0,14	1,6	8
		NH <sub>3</sub>	0,056	1,4	0,27	1,4	0,6
		Формальдегид	0,009	3,0	0,036	1,1	0,1



Пункт	ИЗА <sub>5</sub>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	
Темиртау	9,0	Пыль	0,20	1,4	1,1	2,2	6
		СО	1,0		10	2,0	0
		NO <sub>2</sub>	0,03		0,13	1,5	3
		H <sub>2</sub> S	0,002		0,014	1,8	0,6
		Фенол	0,009	3,0	0,040	4,0	33
		NH <sub>3</sub>	0,092	2,3	0,710	3,6	4
Уральск	0,8	NO <sub>2</sub>	0,02		0,04		
Усть-Каменогорск	5,2	Пыль	0,10		2,1	4,2	3,3
		SO <sub>2</sub>	0,041		1,193	2,4	0,3
		СО	0,8		8	1,6	0,2
		NO <sub>2</sub>	0,05	1,3	0,53	6,2	16
		Фенол	0,003	1,0	0,049	4,9	5
		Формальдегид	0,004	1,3	0,040	1,1	0,2
Шымкент	11,8	Пыль	0,35	2,3	5,9	11,8	5
		СО	1,9		14	2,8	1
		NO <sub>2</sub>	0,05	1,3	0,19	2,2	10
		NH <sub>3</sub>	0,05	1,3	0,40	2,0	0,6
		Формальдегид	0,012	4,0	0,037	1,1	0,1
Экибастуз	1,4	СО	0,9		7,0	1,4	3

Содержание вредных веществ **3 квартале** 2006 г. в атмосферном воздухе городов Казахстана остается высоким. Средние и максимальные значения вредных примесей в городах изменялись в больших пределах, в зависимости от величины выбросов промышленных предприятий, а также расположения городов в различных физико-географических районах (табл.1.2).

Средняя за квартал концентрация **взвешенных веществ** (пыли) по городам республики выше допустимой нормы (1,1 ПДК). Средняя концентрация взвешенных веществ в г. Астане составила 2,9 ПДК, в г. Шымкенте – 2,3 ПДК, в городах Актау, Алматы, Атырау, Балхаше, Жезказгане и Темиртау - 1,0...1,9 ПДК. В г. Шымкенте максимальная из разовых концентраций взвешенных веществ достигала 11,8 ПДК, в г. Астане - 9,2 ПДК, в г. Атырау – 5,0 ПДК, г. Усть-Каменогорске - 4,2 ПДК, в г. Балхаше, г. Жезказгане, г. Караганде, г. Павлодаре, г. Семипалатинске и г. Темиртау – 2,0...3,0 ПДК, в городах Алматы и Таразе – более 1 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **диоксида серы** по городам республики не превышала ПДК. Средняя концентрации диоксида серы в г. Рид-

дере составила 1,8 ПДК, в г. Балхаше – 1,4 ПДК. В г. Балхаше отмечена максимальная из разовых концентраций диоксида серы равная 9,6 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – 2,4 ПДК, в г. Жезказгане – 1,4 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **сульфатов** составила 0,005 мг/м<sup>3</sup> (ПДК нет). Сульфаты содержатся, как в выбросах промышленных производств, так и образуются вследствие трансформации SO<sub>2</sub> в атмосфере. Наибольшая разовая концентрация сульфатов отмечена в г. Таразе (0,12 мг/м<sup>3</sup>).

Средняя за квартал концентрация **оксида углерода** в городах республики не превышала допустимой нормы и в среднем составила 0,4 ПДК. Наибольший средний уровень загрязнения воздуха оксидом углерода – 0,9 ПДК - наблюдался в г. Семипалатинске. Максимальная из разовых концентраций оксида углерода в г. Таразе достигала 4,0 ПДК, в г. Павлодаре - 3,8 ПДК, в г. Шымкенте - 2,8 ПДК, в городах Алматы, Астане, Балхаше, Жезказгане, Караганде, Семипалатинске, Усть-Каменогорске, Темиртау и Экибастузе – находилась в пределах – 1...2 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **диоксида азота** по городам республики составила 1,0 ПДК. Средняя концентрация диоксида азота в городах Актау, Актобе, Алматы, Караганде, Костанай, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Усть-Каменогорске, Шымкенте и пос. Глубоком находилась в пределах 1,0...2,0 ПДК. В г. Усть-Каменогорске зарегистрирована максимальная из разовых концентраций диоксида азота равная 6,2 ПДК, г. Астане - 3,2 ПДК, в г. Алматы, г. Караганде, г. Костанай, г. Семипалатинске, г. Шымкенте и пос. Глубоком – более 2 ПДК, в городах Актау, Актобе, Балхаше, Жезказгане, Петропавловске, Риддере, Таразе и Темиртау - более 1 ПДК.

Средние за квартал и максимальные из разовых концентраций **оксида азота** не превышали ПДК. Наибольшая средняя (0,5 ПДК) концентрации оксида азота наблюдалась в г. Актобе.

Средняя за месяц концентрация **фенола** составила 1,2 ПДК. Средняя концентрация фенола в г. Темиртау достигала 3 ПДК, в г. Жезказгане, г. Караганде, г. Риддере, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубоком – находилась в пределах 1,0...1,7 ПДК. В г. Усть-Каменогорске наблюдалась максимальная концентрация фенола равная 4,9 ПДК, в г. Темиртау – 4,0 ПДК, в пос. Глу-

боком – 3,2 *ПДК*, в городах Жезказгане, Караганде, Павлодаре, Риддере и Семипалатинске – 1,0...1,7 *ПДК*.

Средняя за месяц концентрация **формальдегида** по городам республики составила 2,8 *ПДК*. Средняя концентрация формальдегида в г. Караганде равнялась 5,0 *ПДК*, в г. Актобе, г. Алматы и г. Шымкенте – 4,0...4,3 *ПДК*, в г. Таразе – 3,0 *ПДК*, в г. Петропавловске, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубоком - 1,0...1,3 *ПДК*. В г. Алматы, г. Караганде, г. Таразе, г. Усть-Каменогорске и г. Шымкенте зарегистрированы максимальные из разовых концентраций формальдегида выше 1 *ПДК*.

Средняя за месяц концентрация **сероводорода** составила 0,002 мг/м<sup>3</sup> (*ПДК* отсутствует). Максимальные концентрации сероводорода превышали 1 *ПДК* в г. Актобе, г. Павлодаре и г. Темиртау.

Средняя за месяц концентрация **аммиака** составила 1,2 *ПДК*. Средняя концентрация аммиака в г. Темиртау составила 2,3 *ПДК*, в г. Актау, г. Таразе и г. Шымкенте – 1,0...1,4 *ПДК*. Максимальная из разовых концентраций аммиака в г. Темиртау достигала 3,6 *ПДК*, в г. Шымкенте - 2 *ПДК*, в г. Таразе - 1,4 *ПДК*.

В г. Астане, г. Таразе и г. Усть-Каменогорске среднее содержание **фтористого водорода** находилось в пределах нормы. Максимальная из разовых концентраций фтористого водорода в г. Астане равнялась 3,8 *ПДК*, в г. Усть-Каменогорске – 2,2 *ПДК*.

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

В г. Павлодаре максимальная из разовых концентраций **хлористого водорода** составила 1,6 *ПДК*.

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

В сравнении со 2 кварталом 2006 г. в городах Актау, Актобе, Балхаше, Костанайе, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Темиртау, Уральске, Экибастузе и пос. Глубоком уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в г. Алматы, г. Атырау, г. Караганде, г. Таразе и г. Шымкенте - возрос, в городах Астане, Жезказгане и Усть-Каменогорске - снизился (табл.1.2, рис.1).

По сравнению с 3 кварталом 2005 г. состояние загрязнения атмосферного воздуха в городах Актобе, Актау, Атырау, Балхаше, Костанай, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Уральске, Экибастузе и пос. Глубоком существенно не изменилось. В г. Алматы, г. Жезказгане, г. Караганде, г. Семипалатинске и Усть-Каменогорске, отмечено снижение уровня загрязнения воздуха, в городах Астане, Таразе, Темиртау и Шымкенте - увеличение (табл.1.2., рис.1.1).

Таблица 1.2

Приоритетный список городов Казахстана по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Город	ИЗА <sub>5</sub>			Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха
	3 кв. 2005г.	2 кв. 2006 г.	3 кв. 2006 г.	
Алматы	14,0	10,1	11,3	автотранспорт, энергетика
Караганда	15,4	11,1	12,1	энергетика, угледобывающая, автотранспорт
Актобе	9,5	9,6	10,1	черная металлургия, химическая
Шымкент	10,7	10,6	11,8	цветная металлургия химическая. нефтеперерабатывающая
Усть-Каменогорск	8,3	6,1	5,2	цветная металлургия, энергетика
Темиртау	7,9	9,1	9,0	черная металлургия. химическая
Риддер	7,8	7,5	7,4	цветная металлургия, энергетика
Тараз	7,8	7,1	8,6	химическая
пос.Глубокое	4,1	4,8	4,2	цветная металлургия,
Жезказган	5,3	5,7	4,6	цветная металлургия, энергетика
Астана	3,7	6,0	4,5	энергетика, автотранспорт
Петропавловск	3,6	4,3	3,8	энергетика, приборостроение
Семипалатинск	5,6	4,1	3,9	энергетика, строительных материалов
Актау	4,3	3,7	3,9	химическая
Костанай	2,9	2,8	3,1	энергетика
Балхаш	3,0	2,4	2,9	цветная металлургия, энергетика
Атырау	2,7	2,4	3,2	нефтеперерабатывающая
Павлодар	1,3	1,8	1,7	нефтеперерабатывающая, энергетика
Экибастуз	1,4	1,2	1,4	энергетика, угледобывающая
Уральск	0,7	0,8	0,8	энергетика,
<b>Среднее</b>	<b>6,00</b>	<b>5,56</b>	<b>5,69</b>	

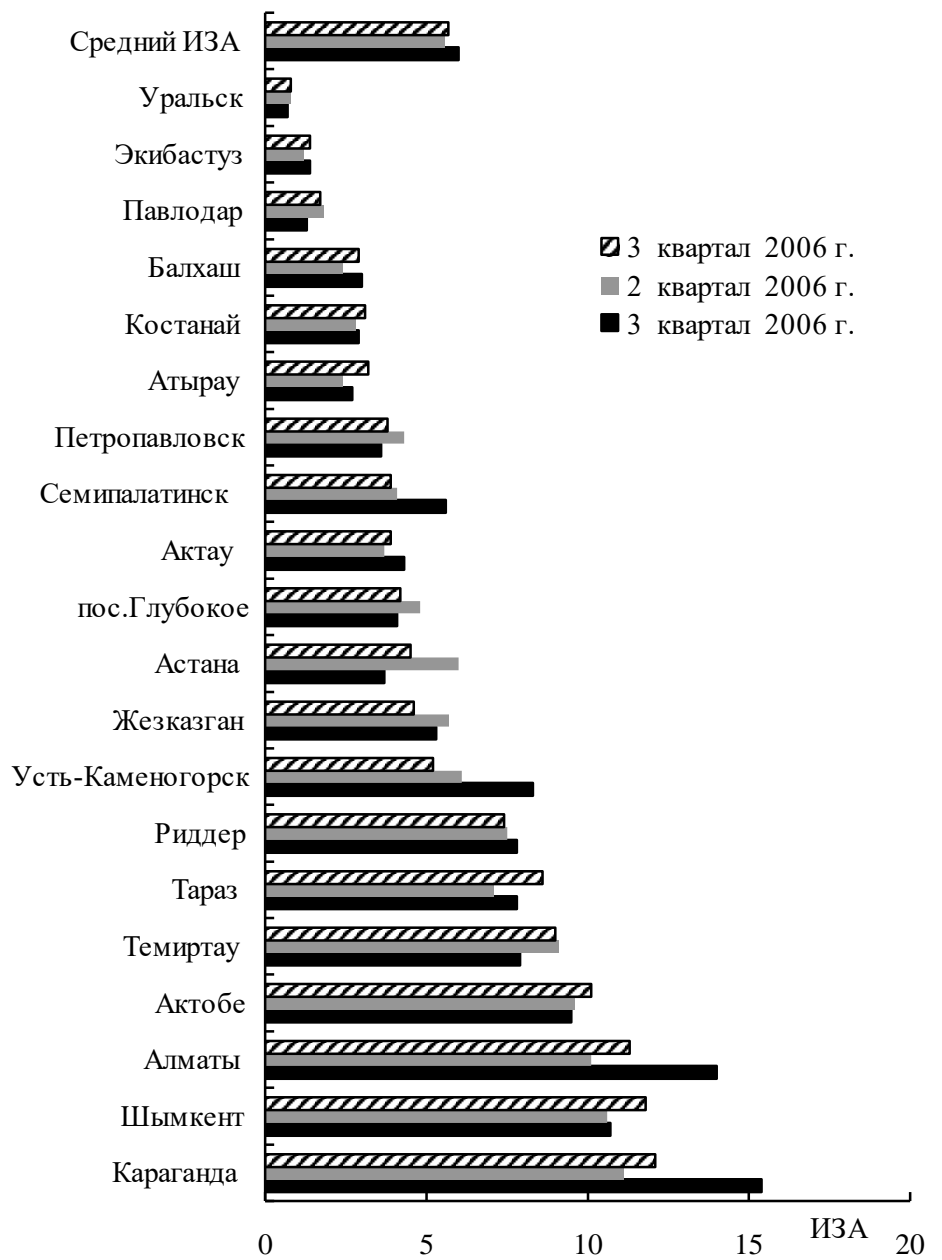


Рис. 1.1. Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) по городам Республики Казахстан

## 2 Качество поверхностных вод

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

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

По результатам наблюдений, выполненных подразделениями Казгидромета в **3 квартале** 2006 г., наиболее загрязненным является бассейн р. Иртыша.

В бассейне Иртыша в Восточно-Казахстанской области максимально загрязнены поверхностные воды рек **Брексы** и **Тихой**: *ИЗВ* – 4,87 (р. Брекса), 4,89 (р. Тихая), 5 класс - «грязные». Отмечались превышения *ПДК* по железу общему (до 2,9 *ПДК*), меди (до 12,9 *ПДК*), цинку (до 12,9 *ПДК*) и марганцу (до 5,2 *ПДК*).

Содержания загрязняющих веществ в р. **Красноярке** определялись по азоту аммонийному (1,6 *ПДК*), цинку (10,5 *ПДК*) и марганцу (6,6 *ПДК*). Индекс загрязненности воды этой реки равен 3,59 (4 класс - «загрязненная»).

В 3 квартале отмечено высокое загрязнение (*ВЗ*) поверхностных вод: в р. Брексе – 4 *ВЗ*; в р. Тихой – 3 *ВЗ*, в р. Ульбе – 3 *ВЗ*, в р. Красноярке – 4 *ВЗ*.

Качество воды в реках **Бухтарме**, **Ульбе** и **Глубочанке** относятся к 3 классу - «умеренно загрязненные», *ИЗВ* – 1,09...2,10. Наблюдались превышения *ПДК*: в р. Бухтарме по меди (2,6 *ПДК*); в р. Ульбе по меди (3,5 *ПДК*), цинку (4 *ПДК*) и марганцу (2,2 *ПДК*); в р. Глубочанке по азоту нитритному (3,7 *ПДК*), меди (3,7 *ПДК*), цинку (2,2 *ПДК*) и марганцу (2,2 *ПДК*).

На участке г. Усть-Каменогорск - г. Семипалатинск индекс загрязненности воды р. **Иртыша** составляет 1,03, что соответствует 3 классу - «умеренно загрязненная», а на участке г. Павлодара *ИЗВ* составляет 0,76 (2 класс – «чистая»). Повышенные содержания загрязняющих веществ наблюдались по меди (до 2,6 *ПДК*).

Качество поверхностных вод в р. **Убе** и вдхр. **Бухтарминском** и **Усть-Каменогорском** относится ко 2 классу - «чистые» (*ИЗВ* – 0,78...0,94). Превышения *ПДК* не наблюдались.

Реки **Урал** и **Чаган** (Западно-Казахстанская область) по качеству воды относятся ко 2 классу, «чистые», *ИЗВ* до 0,69. Превышения *ПДК* не наблюдались.

Река **Илек** в Актыубинской области относится к «грязным» водным источникам. Превышение концентрации бора составляет 25,3 *ПДК* и шестивалентного хрома – 4,8 *ПДК*. Среднее значение *ИЗВ* - 5,77, вода реки по качеству относится к 5 классу. По течению р. Илек в 3 квартале зарегистрированы 18 случаев *ВЗ* бором.

Река **Тобол** (Костанайская область) по качеству воды относится ко 2 классу «чистая», *ИЗВ*=0,43. Превышения *ПДК* не наблюдались.

Река **Ишим** и вдхр. **Сергеевское** (Северо-Казахстанская область) характеризуются по качеству воды как «умеренно загрязненные» - 3 класс, *ИЗВ* – 1,17 (р.Ишим) и 1,16(вдхр.Сергеевское). Отмечались превышения *ПДК* по железу общему (до 2,2 *ПДК*) и цинку (вдхр. Сергеевское – 1,8 *ПДК*).

Реки **Ишим**, **Ак-Булак** (г. Астана), **Жабай**, вдхр. **Вячеславское** и озёра **Боровое**, **Большое Чебачье** и **Щучье** (Акмолинская область) по качеству воды относятся ко 2 классу - «чистые», (*ИЗВ* – 0,59...0,90). Отмечены превышения *ПДК* по сульфатам (до 2,5 *ПДК*) и нефтепродуктам (1,6 *ПДК*). В вдхр. Вячеславском и озерах Боровом и Щучьем предельно-допустимых концентраций не наблюдалось.

Реки **Нура**, **Сары-Булак** (г. Астана) и оз. **Копя** (Акмолинская область) характеризуются по качеству воды как «умеренно загрязненные» (3 класс, *ИЗВ* – 1,10...1,44), при повышенном содержании сульфатов (до 3,1 *ПДК*) и нефтепродуктов (до 2,2 *ПДК*).

Река **Нура** и вдхр. **Самаркандское** (Карагандинская область) характеризуются как «умеренно загрязненные» (3 класс, *ИЗВ* - 1,74...2,17). Превышения *ПДК* наблюдались: в р. Нуре по БПК<sub>5</sub> (2,5 *ПДК*), меди (1,7 *ПДК*), нефтепродуктам (2 *ПДК*) и ртути (2,2 *ПДК*); в вдхр. Самаркандском по меди (2,6 *ПДК*) и нефтепродуктам (5,4 *ПДК*).

Содержания загрязняющих веществ в р.р. **Кара-Кенгире**, **Шерубай-Нуре** и вдхр. **Кенгирском** (Карагандинская область) определялись: в р. Кара-Кенгире по БПК<sub>5</sub> (2,5 *ПДК*), меди (4,5 *ПДК*) и нефтепродуктам (10,3

*ПДК*); в р. Шерубай-Нуре по азоту нитритному (6,6 *ПДК*), меди (3,5 *ПДК*), нефтепродуктам (2,4 *ПДК*) и ртути (2,4 *ПДК*); в вдхр. Кенгирском по меди (3,3 *ПДК*) и нефтепродуктам (8,8 *ПДК*). Индекс загрязненности воды составил 2,69...2,74, соответственно поверхностные воды реки относятся к 4 классу - «загрязненные».

Качество воды оз. **Балхаш** (Карагандинская обл.) относится к 3 классу «умеренно загрязненное», *ИЗВ* – 2,41. В поверхностных водах этого водного источника содержание загрязняющих веществ составило по меди (10 *ПДК*).

Качество воды р.р. **Шарына, Шилика, Текеса, Хоргоса, Каркары, Баянкола**, вдхр. **Куртинского** и **Бартогая** (Алматинская область) соответствует 3 классу, «умеренно загрязненные» (*ИЗВ*-1,21...2,10), при повышенном содержании загрязняющих концентраций по меди (до 3 *ПДК*) и хрому (2+) – до 8 *ПДК*.

Содержания загрязняющих веществ в р.р. **Или, Тургене**, вдхр. **Капшагайском** и оз. **Большом Алматинском** (Алматинская область) определялись только в р. Тургене по меди (2 *ПДК*). Индекс загрязненности воды составил 0,65...0,97, соответственно поверхностные воды этих водных источников относятся ко 2 классу - «чистые».

Содержания загрязняющих веществ в реках **Малая** и **Большая Алматинки** (г. Алматы) наблюдались по меди (до 2 *ПДК*). Индекс загрязненности воды составил до 0,90, соответственно *ИЗВ* - 2 класс – «чистые».

Река **Есентай** (г. Алматы) определялась по качеству воды как - «умеренно загрязненная» – 3 класс, *ИЗВ* - 1,09. Предельно-допустимые концентрации отмечались по меди - 2 *ПДК*.

В соответствии с *ИЗВ* реки **Талас, Шу, Асса, Аксу** и вдхр. **Ташиткуль** (Жамбылская область) определены как «умеренно загрязненные» (3 класс, *ИЗВ* - 1,50...2,25). Превышения *ПДК* отмечались по меди (до 7,4 *ПДК*) и фенолам (р. Асса - 2 *ПДК*).

Река **Келес** (Южно-Казахстанская область) определена по качеству воды как «загрязнённая» – 4 класс, *ИЗВ* - 2,90. Предельно-допустимые концентрации наблюдались по сульфатам (9,5 *ПДК*) и меди (3 *ПДК*). В 3 квартале отмечено высокое содержание сульфатов в р. Келес – 2 *ВЗ*.

Индекс загрязненности воды р.р. **Сырдарьи, Бадама** и вдхр. **Шардаринского** (Южно-Казахстанская область) составил 1,62...2,50 (3 класс -



«умеренно загрязненные»). Превышения *ПДК* наблюдались по сульфатам (до 7,1 *ПДК*) и меди (до 4 *ПДК*). В 3 квартале отмечено высокое содержание сульфатов в р. Сырдарья – 1 *ВЗ*.

Качество поверхностных вод в р.р. **Бугуни** и **Катта-Бугуни** (Южно-Казахстанская область) относится ко 2 классу – «чистые», *ИЗВ* до 0,56. Повышенные содержания *ПДК* не наблюдались.

Содержания загрязняющих веществ в р. **Сырдарье** (Жызылординская область) определялись по сульфатам (4,3 *ПДК*) и меди (4 *ПДК*). Индекс загрязненности воды составил 2,22, поверхностные воды реки относятся к 3 классу – «умеренно загрязненные».

По сравнению со 2 кварталом 2006 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (рис. 2.1, 2.2, табл.2.1).

В реках Восточного Казахстана качество воды не изменилось в Иртыше (ВКО), Бухтарме, Брексе и вдхр. Бухтарминском и Усть-Каменогорском. В реках Иртыше (Павлодарская), Ульбе, Глубочанке, Красноярке и Убе наблюдается улучшение качества воды. В реке Тихой, отмечается ухудшение качества воды на один класс.

В Западном Казахстане в реке Илеке отмечено ухудшение качества воды на один класс. В р. Чагане наблюдается улучшение состояния воды. В других водных объектах характеристика осталась прежней.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды улучшилось в рр. Жабасе и Кара-Кенгире и не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено улучшение качества воды в рр. Или, Тургене, Каркаре, вдхр. Капшагайском и Большой Алматинке. На остальных наблюдаемых водных объектов качество воды осталось на прежнем уровне.

В этот же период отмечается ухудшение качества воды в находящихся под влиянием населенных пунктов реках: Тихой (г. Риддер), Илеке (гг. Алга и Актобе). В других наблюдаемых водных объектах, находящихся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось: Иртыше (г.г. Семипалатинск и Павлодар), Ульбе (г. Усть-Каменогорск), Глубочанке (с. с. Белоусовка и Глубокое), Красноярке (с. Предгорное), Убе (г. Шемонаиха), Чагане (г. Уральск), Нуре (г. Темиртау), Малой и Большой Алматинках (г. Алматы) (табл. 2.2).

В сравнении с 3 кварталом 2005 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (рис. 2.1., 2.2., табл.2.2).

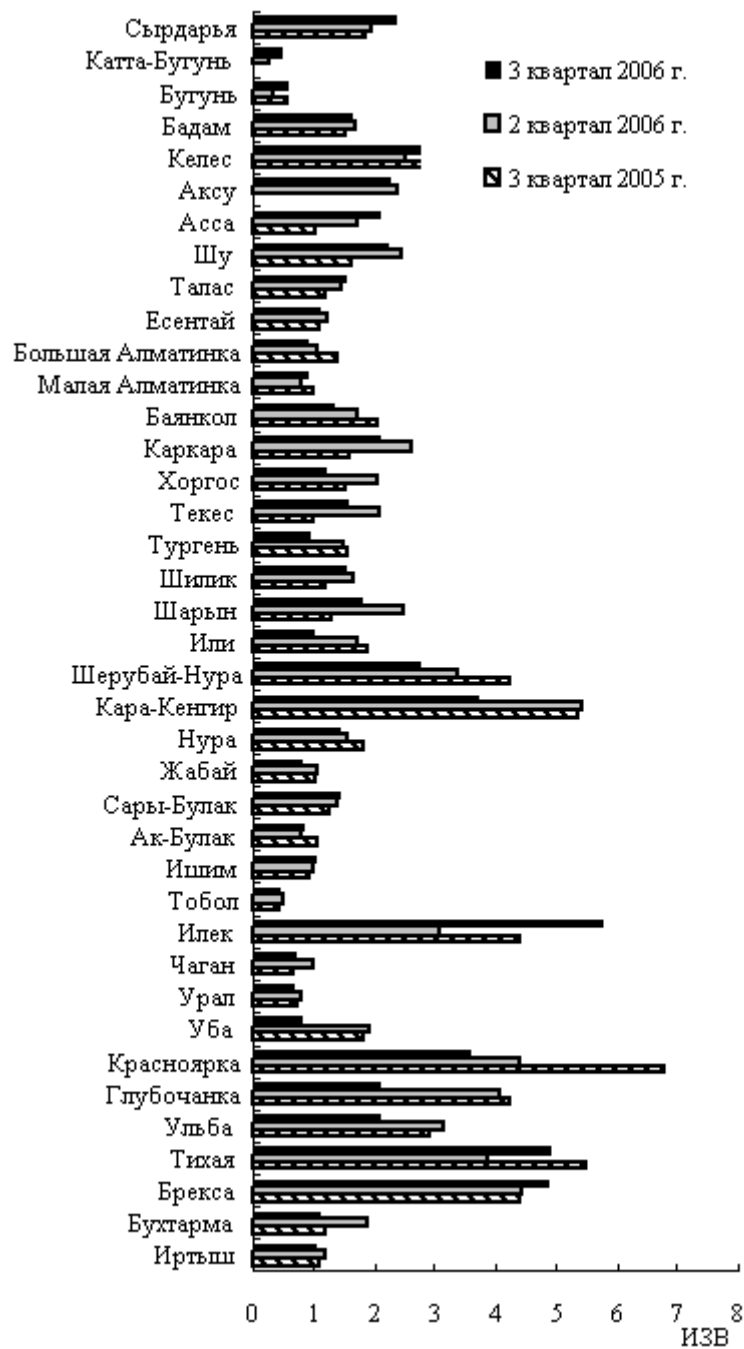


Рис. 2.1. Динамика индекса загрязненности воды рек Казахстана в 3 квартале 2006 г.

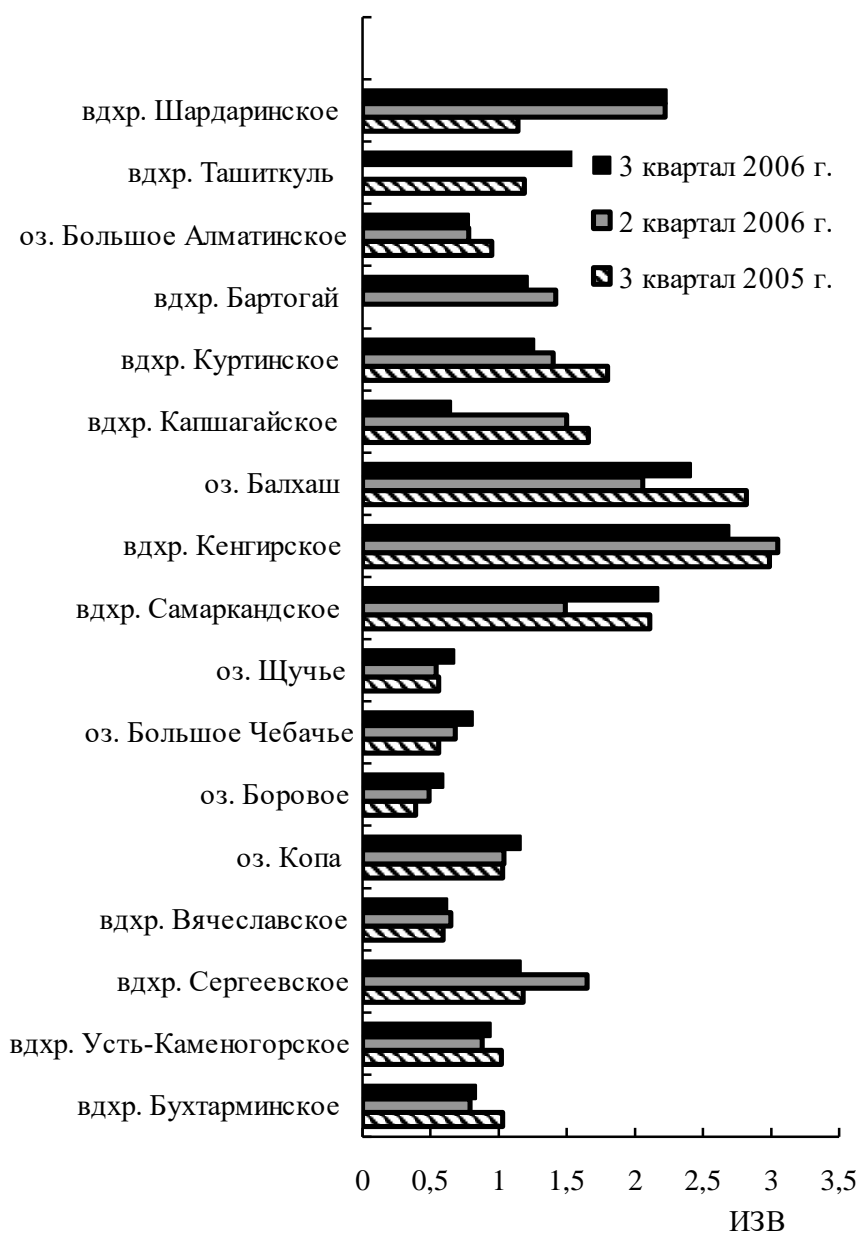


Рис. 2.2. Динамика индекса загрязненности воды озер и водохранилищ Казахстана в 3 квартале 2006 г.

В Восточном Казахстане качество воды не изменилось в р.р. Иртыше (ВКО), Бухтарме, Брексе, Тихой. В реках Иртыше (Павлодарская), Ульбе, Глубочанке, Красноярке, Убе, вдхр. Бухтарминском и Усть-Каменогорском наблюдается улучшение качества воды.

Таблица 2.1

Состояние качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям в 3 квартале 2006 г.

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	3 кв. 2006 г.				
р. Иртыш (Восточно-Казахстанская)	1,01	1,95	1,03	Медь	0,0016	1,6	3 класс, умеренно загрязненная
р. Иртыш (Павлодарская)	1,15	1,06	0,76				2 класс, чистая
Р. Бухтарма (Восточно-Казахстанская)	1,17	1,91	1,09	Медь	0,0026	2,6	3 класс, умеренно загрязненная
р. Брекса (Восточно-Казахстанская)	4,43	4,45	4,87	Железо общее Медь Цинк Марганец	0,29 0,0129 0,075 0,043	2,9 12,9 7,5 4,3	5 класс, грязная
р. Тихая (Восточно-Казахстанская)	5,50	3,85	4,89	Железо общее Медь Цинк Марганец	0,24 0,0059 0,129 0,052	2,4 5,9 12,9 5,2	5 класс, грязная
р. Ульба (Восточно-Казахстанская)	2,91	3,13	2,10	Медь Цинк Марганец	0,0035 0,040 0,022	3,5 4,0 2,2	3 класс, умеренно загрязненная
р. Глубочанка (Восточно-Казахстанская)	4,26	4,08	2,09	Азот нитриный Медь Цинк Марганец	0,074 0,0037 0,022 0,022	3,7 3,7 2,2 2,2	3 класс, умеренно загрязненная
р. Красноярка (Восточно-Казахстанская)	6,79	4,38	3,59	Азот аммонийный Цинк Марганец	0,62 0,105 0,066	1,6 10,5 6,6	4 класс, загрязненная
р. Уба (Восточно-Казахстанская)	1,83	1,93	0,78				2 класс, чистая
вдхр. Бухтарминское (Восточно-Казахстанская)	1,03	0,79	0,83				2 класс, чистая
вдхр. Усть-Каменогорское (Восточно-Казахстанская)	1,02	0,88	0,94				2 класс, чистая
р. Урал (Западно-Казахстанская)	0,72	0,79	0,66				2 класс, чистая

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	3 кв. 2006 г.				
р. Чаган (Западно-Казахстанская)	0,68	1,01	0,69				2 класс, чистая
р. Илек (Актюбинская)	4,41	3,09	5,77	Бор Хром (6+)	0,43 0,092	25,3 4,8	5 класс, грязная
р. Тобол (Костанайская)	0,41	0,51	0,43				2 класс, чистая
р. Ишим (Северо-Казахстанская)	1,28	1,16	1,17	Железо общее	0,18	1,8	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Сергеевское (Северо-Казахстанская)	1,18	1,65	1,16	Железо общее Цинк	0,22 0,018	2,2 1,8	3 класс, умеренно загрязненная
р. Ишим (Акмолинская)	0,53	0,83	0,90	Сульфаты	246	2,5	2 класс, чистая
вдхр. Вячеславское (р. Ишим)	0,59	0,65	0,62				2 класс, чистая
р. Ак-Булак (Акмолинская)	1,07	0,78	0,83	Нефтепродукты	0,075	1,5	2 класс, чистая
р. Сары-Булак (Акмолинская)	1,25	1,40	1,44	Сульфаты Нефтепродукты	220 0,09	2,2 1,8	3 класс, умеренно загрязненная
р. Жабай (Акмолинская)	1,03	1,06	0,79	Нефтепродукты	0,08	1,6	2 класс, чистая
р. Нура (Акмолинская)	0,89	1,23	1,10	Сульфаты	314	3,1	3 класс, умеренно загрязненная
оз. Копа (Акмолинская)	1,03	1,04	1,16	Сульфаты Нефтепродукты	292 0,11	2,9 2,2	3 класс, умеренно загрязненная
оз. Боровое (Акмолинская)	0,39	0,49	0,59				2 класс, чистая
оз. Большое Чебачье (Акмолинская)	0,56	0,68	0,81	Сульфаты	193	1,9	2 класс, чистая
оз. Щучье (Акмолинская)	0,56	0,54	0,67				2 класс, чистая
р. Нура (Карагандинская)	2,74	1,89	1,74	БПК <sub>5</sub> Медь Нефтепродукты Ртуть	39 0,0017 0,10 0,00022	1,9 1,7 2,0 2,2	3 класс, умеренно загрязненная
р. Кара-Кенгир (Карагандинская)	5,38	5,44	3,71	БПК <sub>5</sub> Медь Нефтепродукты	5,1 0,0045 0,51	2,5 4,5 10,3	4 класс, загрязненная
р. Шерубай-Нура (Карагандинская)	4,23	3,39	2,74	Азот нитритный Медь Нефтепродукты Ртуть	0,131 0,0035 0,12 0,00024	6,6 3,5 2,4 2,4	4 класс, загрязненная

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	3 кв. 2006 г.				
вдхр. Самаркандское (Карагандинская)	2,11	1,49	2,17	Медь Нефтепродукты	0,0026 0,27	2,6 5,4	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Кенгирское (Карагандинская)	2,99	3,05	2,69	Медь Нефтепродукты	0,0033 0,44	3,3 8,8	4 класс, загрязненная
оз. Балхаш (Карагандинская)	2,82	2,06	2,41	Медь	0,010	10,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Или (Алматинская)	1,91	1,72	0,97				3 класс, умеренно загрязненная
р. Шарын (Алматинская)	1,28	2,49	1,80	Медь	0,003	3,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шилик (Алматинская)	1,21	1,65	1,50	Хром (2+) Медь	0,006 0,003	6,0 3,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Тургень (Алматинская)	1,56	1,49	0,92	Хром (2+) Медь	0,003 0,002	3,0 2,0	<b>2 класс, чистая</b>
р. Текес (Алматинская)	1,02	2,11	1,57	Медь Хром (2+)	0,002 0,004	2,0 4,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Хоргос (Алматинская)	1,51	2,03	1,20	Медь Хром (2+)	0,002 0,002	2,0 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Каркара (Алматинская)	1,60	2,60	2,10	Медь Хром (2+)	0,002 0,008	2,0 8,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Баянкол (Алматинская)	2,05	1,70	1,31	Медь Хром (2+)	0,003 0,002	3,0 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр.Капшагайское (Алматинская)	1,66	1,50	0,65				<b>2 класс, чистая</b>
вдхр. Куртинское (Алматинская)	1,80	1,40	1,26	Медь	0,003	3,0	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Бартогай (Алматинская)		1,42	1,21	Медь Хром (2+)	0,002 0,002	2,0 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
оз. Большое Алматинское (Алматинская)	0,95	0,78	0,78				<b>2 класс, чистая</b>
р. Малая Алматинка (г. Алматы)	1,02	0,78	0,90	Медь	0,002	2,0	<b>2 класс, чистая</b>
р. Есентай (г. Алматы)	1,10	1,22	1,09	Медь	0,002	2,0	3 класс, умеренно загрязненная

Река, вдхр (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	3 кв. 2006 г.				
р. Большая Алматинка (г. Алматы)	1,41	1,07	0,89	Медь	0,002	2,0	<b>2 класс, чистая</b>
р. Талас (Жамбылская)	1,18	1,46	1,50	Медь	0,0048	4,8	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шу (Жамбылская)	1,62	2,44	2,20	Медь	0,0069	6,9	3 класс, умеренно загрязненная
р. Асса (Жамбылская)	1,04	1,73	2,10	Медь Фенолы	0,0062 0,002	6,2 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Аксу (Жамбылская)		2,38	2,25	Медь	0,0074	7,4	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Ташиткуль (Жамбылская)	1,19		1,57	Медь	0,0036	3,6	3 класс, умеренно загрязненная
р. Сырдарья (Южно-Казахстанская)	1,97	1,95	2,50	Сульфаты <b>Медь</b>	707 0,003	7,1 3,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Келес (Южно-Казахстанская)	3,40	2,53	2,90	Сульфаты <b>Медь</b>	951 0,003	9,5 3,0	4 класс, загрязненная
р. Бадам (Южно-Казахстанская)	1,53	1,69	1,62	Сульфаты <b>Медь</b>	200 0,004	2,0 4,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Бугунь (Южно-Казахстанская)	0,56	0,34	0,56				2 класс, чистая
р. Катта-Бугунь (Южно-Казахстанская)		0,29	0,48				2 класс, чистая
вдхр. Шарда-ринское (Южно-Казахстанская)	1,14	2,22	2,23	Сульфаты <b>Медь</b>	660 0,002	6,6 2,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Сырдарья (Кызыл-Ординская)	1,72	1,95	2,22	Сульфаты <b>Медь</b>	428 0,004	4,3 4,0	3 класс, умеренно загрязненная

В Западном Казахстане качество воды осталось на прежнем уровне.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды ухудшилось в р. Нуре (Акмолинская). Наблюдается улучшение в рр. Нуре (Карагандинская), Кара-Кенгире и оз. Балхаше, и не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено улучшение качества воды в рр. Или, Тургене, вдхр. Капшагайском, Малой и Большой Алматинках. На остальных наблюдаемых водных объектов качество воды осталось на прежнем уровне.

В этот же период отмечается ухудшение качества воды в находящихся под влиянием населенных пунктов реках Иртыше (г. Усть-Каменогорск) и Илеке (г. Актобе). В других наблюдаемых водных объектах, находящихся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось в реках: Иртыше (г. Павлодар), Бухтарме (г. Зыряновск), Ульбе (рудн. Тишинский), Глубочанке (с. с. Белоусовка и Глубокое), Красноярке (с. Предгорное), Убе (г. Шемонаиха), Ишиме (г. Петропавловск), Ак-Булаке (г. Астана), Жабаете (г. Атбасар), Нуре (г. Темиртау), Кара-Кенгире (г. Жезказган), Малой и Большой Алматинках (г. Алматы) (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Влияние населенных пунктов на уровень загрязненности поверхностных вод

Пункт контроля	ИЗВ			Характеристика качества воды
	3 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	3 кв. 2006 г.	
р. Иртыш, г. Усть-Каменогорск	0,97	1,62	1,19	3 кл., ум. загрязн.
р. Иртыш, г. Семипалатинск	0,95	1,71	0,87	2 кл., чистая
р. Иртыш, г. Павлодар	1,15	1,02	0,82	2 кл., чистая
р. Бухтарма, г. Зыряновск	1,17	1,91	1,09	3 кл., ум. загрязн.
р. Ульба, рудн. Тишинский	4,62	3,50	3,45	4 кл., загрязненная
р. Ульба, г. Усть-Каменогорск	1,77	2,88	1,29	3 кл., ум. загрязн.
р. Тихая, г. Риддер	5,50	3,85	4,85	5 кл., грязная
р. Брекса, г. Риддер	4,21	4,26	4,74	5 кл., грязная
р. Глубочанка, с. Белоусовка	4,94	3,71	2,28	3 кл., ум. загрязн.
р. Глубочанка, с. Глубокое	2,81	4,70	1,54	3 кл., ум. загрязн.
р. Красноярка, с. Предгорное	6,69	4,39	3,29	4 кл., загрязненная
р. Уба, г. Шемонаиха	1,77	1,86	0,81	2 кл., чистая
р. Урал, г. Уральск	0,63	0,75	0,62	2 кл., чистая
р. Чаган, г. Уральск	0,68	1,07	0,68	2 кл., чистая
р. Илек, г. Алга	6,18	3,77	8,47	6 кл., очень грязная



Пункт контроля	ИЗВ			Характеристика качества воды
	3 кв. 2005 г.	2 кв. 2006 г.	3 кв. 2006 г.	
р. Илек, г. Актюбинск	3,17	2,36	5,22	5 кл., грязная
р.Ишим, г. Петропавловск	1,02	0,94	0,93	2 кл. чистая
р. Ишим, с. Долматово	1,76	1,45	2,10	3 кл., ум. загрязн.
р. Ишим, г. Астана	0,65	0,89	0,94	2 кл., чистая
р. Ак-Булак, г. Астана	1,07	0,78	0,83	2 кл., чистая
р. Сары-Булак, г. Астана	1,25	1,40	1,44	3 кл., ум. загрязн.
р. Жабай, г. Атбасар	1,03	0,99	0,79	2 кл., чистая
р. Нура, г. Темиртау	4,28	2,70	2,40	3 кл., ум. загрязн.
р. Кара-Кенгир, г. Жезказган	6,51	5,90	4,54	5 кл., грязная
оз. Балхаш, бухта Бертыс	3,99	3,24	3,23	4 кл., загрязненная
оз. Балхаш, залив Тарангалык	2,79	2,46	2,31	3 кл., ум. загрязн.
оз. Балхаш, залив Малый Сары-Шаган	3,11	2,04	2,79	4 кл., загрязненная
р. Талас, г. Тараз	1,45	1,92	1,97	3 кл., ум. загрязн.
р. Тобол, г. Костанай	0,41	0,51	0,43	2 кл., чистая
р. Мал.Алматинка, г. Алматы	1,02	1,09	0,90	2 кл., чистая
р. Есентай, г. Алматы	1,10	1,22	1,09	3 кл., ум. загрязн.
р. Бол.Алматинка, г. Алматы	1,41	1,07	0,89	2 кл., чистая
р. Бадам, г. Шымкент	1,49	1,78	1,62	3 кл., ум. загрязн.
Шардаринское вдхр.	1,63	2,22	2,23	3 кл., ум. загрязн.
р. Сырдарья, г. Кызыл-Орда	1,72	1,95	2,22	3 кл., ум. загрязн.

### 3 Радиационный гамма-фон за 3 квартал 2006 г.

Наблюдения за мощностью дозы гамма-излучения на местности осуществлялись ежедневно на метеорологических станциях РГП «Казгидромет».

Среднеквартальные значения мощности дозы гамма-излучения, усредненные по областям, а также максимальные и минимальные значения представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Мощность дозы гамма-излучения за 3 квартал 2006 г.

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Акмолинская	0,14	0,22	0,09
Актюбинская	0,15	0,22	0,09
Алматинская	0,15	0,22	0,09
Атырауская	0,14	0,18	0,08
Восточно-Казахстанская	0,14	0,23	0,07

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Западно-Казахстанская	0,13	0,17	0,08
Жамбылская	0,16	0,26	0,11
Карагандинская	0,16	0,22	0,11
Костанайская	0,12	0,20	0,07
Павлодарская	0,13	0,23	0,07
Северо-Казахстанская	0,12	0,15	0,07
Южно-Казахстанская	0,15	0,20	0,11
Мангистауская	0,10	0,13	0,07

Средние значения мощности дозы гамма-излучения за 3 квартал 2006 года по областям находятся в пределах 0,10...0,16 мкЗв/ч. В среднем радиационный гамма-фон составлял 0,14 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах [7].

#### 4 Плотность радиоактивных выпадений за 3 квартал 2006 г.

Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы за 3 квартал 2006 г. осуществлялся в 14 областях Казахстана на метеорологических станциях путем отбора проб воздуха горизонтальными планшетами. На всех станциях проводился пятисуточный отбор проб. Эффективность отбора проб планшетом составляет 0,7. Суммарная бета-активность определялась на установках малого фона ПСО-2-4. Результаты лабораторных анализов приведены в табл. 4.1.

Среднесуточная плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан колебалась в пределах 0,9...1,6 Бк/м<sup>2</sup>. Средняя величина плотности выпадений за 3 квартал 2006 г. составила 1,1 Бк/м<sup>2</sup>.

Таблица 4.1

Плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан за 3 квартал 2006 г., Бк/м<sup>2</sup>

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений									среднее
	месяц									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>Акмолинская</b>										
Астана						1,1	1,2	1,2		1,2
Атбасар						1,2	1,1	1,1		1,1
Боровое						1,1	1,2	1,1		1,1
Кокшетау						1,1	1,1	1,1		1,1

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений									
	месяц									среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Степногорск							1,2	1,3	1,6	1,4
По области										1,2
	<b>Актюбинская</b>									
Актобе							1,1	1,2	1,2	1,2
Караул-Кельды							1,2	1,1	1,1	1,1
Шалкар							1,0	1,0	1,0	1,0
По области										1,1
	<b>Алматинская</b>									
Алматы							1,2	1,0	1,3	1,2
Жаркент							0,9	0,9	1,0	0,9
Лепсинск							1,2	1,3	1,2	1,2
Нарынкол							1,1	1,1	1,1	1,1
Талды-Корган							1,2	1,3	1,1	1,2
По области										1,1
	<b>Атырауская</b>									
Атырау							1,1	1,1	1,1	1,1
	<b>Восточно-Казахстанская</b>									
Аягуз							1,1	1,2	1,2	1,2
Баршатас							1,3	1,3	1,2	1,3
Бахты							1,0	1,1	1,1	1,1
Зайсан							1,2	1,1	1,0	1,1
Кокпекты							1,2	1,1	1,2	1,2
Семипалатинск							1,0	1,0	1,1	1,0
Усть-Каменогорск							1,3	1,2	1,2	1,2
По области										1,2
	<b>Жамбылская</b>									
Тараз							1,2	1,3	1,1	1,2
Толеби							1,1	1,1	1,1	1,1
Чиганак							1,2	1,1	1,0	1,1
По области										1,1
	<b>Кызылординская</b>									
Кызылорда							1,1	1,2	1,0	1,1
Аральск							1,1	1,0	1,1	1,1
По области										1,1
	<b>Карагандинская</b>									
Балхаш							1,2	1,1	1,0	1,1
Жезказган							1,2	1,2	1,0	1,2
Караганда							1,2	1,2	1,1	1,2
По области										1,2
	<b>Костанайская</b>									
Костанай							1,2	1,1	0,9	1,1
	<b>Мангистауская</b>									

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений									
	месяц									среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Актау							1,2	1,1	1,2	1,2
Форт Шевченко							1,1	1,1	1,1	1,1
По области										1,2
<b>Павлодарская</b>										
Иртышск							1,0	1,1	1,0	1,0
Павлодар							1,1	1,0	1,1	1,1
Экибастуз							1,1	1,2	1,1	1,1
По области										1,1
<b>Северо-Казахстанская</b>										
Петропавловск							1,2	1,1	1,1	1,1
<b>Южно-Казахстанская</b>										
Шымкент							1,2	1,1	1,1	1,1
Туркестан							1,1	1,0	1,1	1,1
По области										1,1
<b>Западно-Казахстанская</b>										
Тайпак							1,0	1,1	1,1	1,1
Уральск							1,2	1,2	1,0	1,1
По области										1,1

### 5 Химический состав атмосферных осадков за 3 квартал 2006 г.

Данные мониторинга химического состава атмосферных осадков приведены за 3 квартал 2006 г., по метеостанциям РГП «Казгидромет» (табл.5.1).

Наблюдения за химическим составом атмосферных осадков заключались в отборе проб дождевой воды на 40 метеостанциях (МС).

По программе Всемирной метеорологической организации в пробах осадков определялись анионы - сульфаты, хлориды, нитраты; катионы - аммоний, натрий, калий, кальций, магний; микроэлементы - свинец, медь, кадмий, мышьяк, кислотность и удельная электропроводность.

#### Сумма ионов

Наибольшая общая минерализация отмечена на МС Атырау (Атырауская область) – 847,26 мг/л. Самая низкая величина минерализации – 8,61 мг/л - отмечена на метеостанции Боровое (Акмолинская область).

По всей территории Республики Казахстан в осадках преобладали сульфаты 28 %, гидрокарбонаты 25 %, хлориды 17 %, ионы кальция 11 % и ионы натрия до 10 %.

#### Анионы

Наибольшее содержание сульфатов (314,51 мг/л) и хлоридов наблюдалось на МС Атырау (175,58 мг/л). На остальных метеостанциях содержание сульфатов находилось в пределах 1,46...167,6 мг/л, хлоридов - в пределах 1,35...105,24 мг/л. Наибольшие выпадения нитратов (3,38 мг/л) отмечены на МС Аяккум (Актюбинской области) и гидрокарбонатов (97,48 мг/л) на метеостанции Джусалы (Кызылординская область). В атмосферных осадках на территории Казахстана содержание нитратов составило 3,21 мг/л на МС Актау (Мангистауская область) и 3,12 мг/л на МС Каменка (Западно-Казахстанская область), гидрокарбонатов – 79,85 мг/л на МС Атырау и 77,04 мг/л на Пешной (Атырауская область). На остальных метеостанциях содержание нитратов находилось в пределах 0,40...3,10 мг/л, гидрокарбонатов - в пределах 2,08...69,83 мг/л.

### **Катионы**

Наибольшие концентрации аммония наблюдались на МС Атырау – 3,41 мг/л и Пешной - 3,38 мг/л. На остальных метеостанциях содержание аммония находилось в пределах 0,12...3,20 мг/л.

Наибольшие концентрации натрия наблюдались на МС Атырау - 105,78 мг/л, максимальные концентрации калия в атмосферных осадках зафиксированы на МС Аяккум – 15,11 мг/л, на МС Атырау выявлены максимальные концентрации кальция – 128,01 мг/л. На остальных метеостанциях содержание натрия составило 0,72...47,98 мг/л, калия 0,34...14,87 мг/л, кальция 0,39...38,21 мг/л.

Максимальные концентрации магния зафиксированы на МС Атырау – 22,15 мг/л и Джусалы – 15,04 мг/л. На остальных метеостанциях содержание магния находится в пределах 0,31...14,96 мг/л.

### **Тяжелые металлы**

Наибольшие концентрации свинца наблюдаются на метеостанциях: Алматы – 25,07 мкг/л, Павлодар (Павлодарская область) – 6,16 мкг/л, Уральск (Западно-Казахстанская область) – 5,1 мкг/л, Бурно-Октябрьское (Жамбылская область) – 4,5 мкг/л.

Наибольшее содержание меди отмечено на метеостанциях: Пешной (Атырауская область) – 30,2 мкг/л, Аксай (Западно-Казахстанская область) - 29,60 мкг/л, Мугоджарская (Актюбинская область) - 19,70 мкг/л, Костанай - 15,32 мкг/л, Павлодар (Павлодарская область) – 13,33 мкг/л.

Высокие концентрации мышьяка наблюдались на МС Уральск (Западно-Казахстанская область) – 2,5 мкг/л, Бурно-Октябрьское - 2,3 мкг/л, и Шымкент – 2,02 мкг/л.

Таблица 5.1

Химический состав атмосферных осадков (по данным наблюдений за 3 квартал 2006 г.)

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Концентрация ионов, мг/дм <sup>3</sup>										Концентрация микроэлементов, мкг/дм <sup>3</sup>				Электропроводность, мкСм/см <sup>3</sup>
				Анионы					Катионы					Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	
				SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>						
<b>Акмолинская область</b>																		
Астана	69,1	64,94	6,54	16,66	11,37	2,74	18,07	0,73	3,01	1,42	4,20	6,74	0,46	0,27	0,0	0,0	132	
Боровое	84,5	8,61	5,75	1,46	1,35	1,14	2,08	0,55	0,78	0,47	0,39	0,39	1,43	2,08	0,00	0,04	16	
Щучинск	100,3	49,20	5,79	10,92	5,12	0,40	17,97	1,84	3,80	2,65	2,25	4,24	1,56	2,08	0,14	0,01	87	
<b>Актюбинская область</b>																		
Актобе	51,1	48,73	6,52	12,34	7,25	0,90	16,35	0,39	2,78	1,68	3,11	3,92	0,6	1,38	0,0	0,25	102	
Аяккум	10,8	413,51	7,21	167,6	105,24	3,38	73,02	0,12	21,75	15,11	5,23	22,07					1111	
Мугоджарская	11,9	167,13	6,62	53,24	20,48	2,82	40,09	1,10	10,07	9,91	11,37	18,02	3,10	19,70	0,0	1,2	295	
Новороссийск	56,6	50,96	6,54	9,56	5,57	2,49	19,49	0,53	4,41	1,96	2,86	4,07	2,5	8,1	0,1	0,2	83	
Шалкар	22,3	59,99	6,43	20,06	9,11	1,18	11,31	2,26	5,86	1,51	2,79	5,91	5,9	4,99	0,1	0,05	116	
<b>Алматинская область</b>																		
Алматы	114	38,56	6,51	8,24	5,04	2,27	11,78	1,06	2,50	1,74	2,36	3,54	25,1	12,2	0,38	0,2	71	
Аул-4	28,9	118,95	6,46	27,45	14,93	3,06	37,42	1,92	12,10	6,22	5,40	10,44	1,53	4,71	0,0	1,33	205	
Есик	91,2	16,94	6,16	6,31	2,35	1,19	2,52	1,03	1,17	0,55	0,69	1,11	4,07	11,2	0,3	0,2	36	
Капчагай	31,3	17,27	6,34	3,35	3,56	0,94	3,97	0,27	1,43	0,51	0,78	2,46					33	
Мынжилки	188	12,79	5,97	2,24	1,49	1,51	3,87	0,54	0,94	0,59	0,48	1,13	2,15	1,62	0,0	0,0	22	
Текели	87,2	42,06	6,24	7,27	3,81	1,66	18,03	0,75	2,61	1,76	2,95	3,21	2,45	4,02	0,0	0,21	71	
<b>Атырауская область</b>																		
Атырау	9,9	847,26	7,98	314,51	175,58	3,10	79,85	3,41	105,8	14,87	22,15	128					1598	
Пешной	5,2	334,39	7,29	95,86	54,01	2,76	77,04	3,38	36,29	8,72	14,96	41,34	3,4	30,2	0,0	0,6	578	
<b>Восточно-Казахстанская область</b>																		
Большенарымское	109,7	9,16	5,80	2,26	1,60	0,81	1,81	0,74	0,72	0,43	0,33	0,45	7,9	7,6	1,7	0,1	18	
Лениногорск	224,5	27,40	5,77	5,29	3,94	0,79	10,23	0,80	0,98	0,52	2,99	1,85	2,3	2,2	0,0	0,3	53	
Семипалатинск	103,7	25,01	6,22	4,64	4,00	1,49	7,09	0,46	3,02	1,00	0,99	2,32	1,4	2,4	0,1	0,0	45	
Усть-Каменогорск	134	55,63	5,79	15,66	5,99	2,09	17,26	1,03	3,48	0,74	4,98	4,37	2,6	2,0	0,3	1,1	102	
<b>Жамбылская область</b>																		

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Концентрация ионов, мг/дм <sup>3</sup>										Концентрация микроэлементов, мкг/дм <sup>3</sup>				Электропроводность, мкСм/см <sup>3</sup>
				Анионы					Катионы					Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	
				SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>						
Бурно-Октябрьское	76,2	103,13	6,47	11,87	10,36	2,80	52,03	1,38	2,66	1,88	7,00	13,15	4,5	2,2	2,3	0,1	169	
Жамбыл	59,8	12,19	6,01	2,04	2,01	1,00	3,74	0,38	0,78	0,34	0,78	1,12	2,2	2,06	0,0	0,0	22	
Толеби	48,0	167,79	6,88	30,74	14,80	2,08	69,83	7,59	15,37	5,64	3,97	17,76	3,7	2,69	0,0	1,13	285	
<b>Западно-Казахстанская область</b>																		
Ақсай	44,1	140,84	6,85	37,40	18,35	2,92	41,01	3,20	11,99	4,78	7,95	13,22	3,40	29,60	0,00	4,10	263	
Каменка	43,2	87,34	6,54	22,41	9,72	3,12	26,87	1,22	7,91	1,96	5,27	8,85	3,70	2,8	0,00	0,87	158	
Уральск	22,2	67,94	6,76	13,03	7,13	2,80	23,93	1,23	4,36	2,04	5,17	8,24	5,1	5,13	2,5	0,0	119	
<b>Карагандинская область</b>																		
Балхаш	8,4	81,22	6,73	29,28	12,42	0,98	13,05	0,71	7,83	2,84	4,69	9,42					157	
Жезказган	10,4	23,49	6,62	6,49	4,39	1,05	2,32	0,12	3,69	1,40	0,31	3,70	3,70	10,90	1,50	1,20	39	
Караганда	110,7	22,20	5,98	8,95	3,19	0,78	2,87	0,53	2,34	0,67	0,91	1,95	2,80	15,07	0,0	0,23	46	
Караг. СХОЗ	59,7	42,62	6,04	7,91	5,27	0,83	16,04	1,98	2,61	2,17	2,49	3,32	0,28	2,50	0,0	0,00	76	
<b>Кызылординская область</b>																		
Аральское море	4,9																	
Жусалы	5,1	345,41	7,58	89,56	48,31	2,46	97,48	0,22	47,98	6,15	15,04	38,21					575	
<b>Костанайская область</b>																		
Костанай	68,2	70,21	6,19	15,85	10,21	2,36	20,84	2,56	5,58	2,89	4,03	5,87	2,27	15,32	0,51	0,5	129	
<b>Мангистауская область</b>																		
Ақтау	1,8	121,29	6,47	13,96	12,04	3,21	57,89	2,73	9,63	1,92	5,71	14,19	3,46	2,64	0,1	0,1	199	
Форт-Шевченко	13,1	182,63	6,5	27,69	44,38	0,22	54,05	1,31	23,65	1,38	10,72	19,23	3,49	1,93	0,2	0,00	349	
<b>Павлодарская область</b>																		
Иртышск	32,2	12,61	5,63	2,07	2,80	1,62	2,19	0,13	1,45	0,63	0,81	0,89	3,10	9,3	0,2	0,30	25	
Павлодар	60,9	51,29	6,14	15,74	5,43	2,06	13,68	1,20	4,90	1,31	2,68	4,27	6,16	13,33	0,45	1,71	93	
Экибастуз	85,2	41,60	6,60	14,36	3,75	2,05	11,53	1,27	1,86	1,05	3,87	1,85	3,03	12,90	0,0	0,84	65	
<b>Северо-Казахстанская область</b>																		
Петропавловск	111,5	24,38	6,03	3,99	3,55	1,50	8,07	1,08	1,94	1,52	1,02	1,69	2,73	12,35	0,0	0,57	43	
<b>Южно-Казахстанская область</b>																		
Казыгурт	13,7	72,29	6,27	19,33	15,82	1,47	12,59	1,51	7,47	2,76	4,20	7,11	3,2	12,1	0,1	0,3	147	
Шымкент	38,9	40,90	6,64	6,31	1,66	1,59	21,38	1,01	1,10	0,94	3,15	3,75	4,32	7,78	2,02	0,17	63	

Наибольшие концентрации кадмия наблюдались на метеостанциях Аксай (Западно-Казахстанская обл.) - 4,10 мкг/л, Павлодар - 1,71 мкг/л, Аул-4 (Алматинская область) - 1,33 мкг/л, Жезказган (Карагандинская область) – 1,20 мкг/л.

#### **Удельная электропроводность**

Удельная электропроводность атмосферных осадков на территории РК колеблется от 16 до 1598 мкСим/см. Максимальные значения электропроводности наблюдаются на МС Атырау – 1598 мкСим/см.

#### **Кислотность**

Средние значения величины *pH* осадков на территории Казахстана стабильны. Диапазон изменения величины *pH* составил: МС Иртышск (Павлодарская область) - 5,63, МС Атырау – 7,98.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.6.695-98. РК 3.02.036.99. Гигиенические нормативы. Предельно - допустимые концентрации ( *ПДК* ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: Минздрав России, 1998. – С. 2-69.
2. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: Минздрав России, 1998. – С. 70-201.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. – М., 1991. – С.383-425.
4. Перечень предельно-допустимых концентраций ( *ПДК* ) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – Роскомрыболовство, 1993.
5. РК 3.01.067.97. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996. – 111 с.
6. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. – М., 1988. – 10 с.
7. СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). – Алматы: Агентство по делам здравоохранения РК, 2000. – 80 с.

Центр экологического мониторинга окружающей среды Республики Казахстан



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНЫҢ 2006  
ЖЫЛДЫҢ ҮШІНШІ ТОҚСАНЫНДАҒЫ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ**

П.К. Шингисова

Т.Г. Царева

З.С. Абдиева

*Қоршаған ортаның ластануы туралы ақпарат «Қазгидромет» РМК ұлттық гидрометеорологиялық қызметтің бақылау орындарында қоршаған ортаның экологиялық мониторингін жүргізу жөніндегі арнаулы бөлімшелерінің негізінде дайындалды.*

**К 70-ЛЕТИЮ  
МАЗУР ЛИДИИ ПАВЛОВНЫ**



18 февраля 2007 г. отмечался юбилей одного из наиболее опытных преподавателей географического факультета, известного казахстанского гидролога, кандидата географических наук Мазур Лидии Павловны.

В 1959 г. она закончила с отличием Воронежский государственный университет, кафедру гидрологии суши, получив квалификацию «инженер-гидролог». Первые самостоятельные шаги в исследованиях гидрологических проблем она сделала будучи студенткой с изучения казахстанских водных объектов. Кафедрой гидрологии суши Воронежского университета руководил известный казахстанский ученый-педагог Гани Рахимович Юнусов, который в читаемых им курсах уделял много внимания водным объектам Казахстана. И неспроста в числе 7 лучших выпускников кафедры Лидия Павловна была направлена в Алма-Ату, в КазНИГМИ для выполнения дипломной работы. 6 из этих студентов остались работать по специальности в Казахстане.

Дружелюбие людей, природа, горы Алматы покорили молодую девушку, и она осталась после учебы в Алматы. Боевой характер и упорство позволили ей, не считаясь с бытовыми и физическими трудностями, с 1959

по 1968 гг. работать старшим инженером-гидрологом на высокогорной Алматинской селестоковой станции. Посты селестоковой станции находились в пределах высот от 1200 м (моренные озера) до 3400 м (р. М. Алматинка – г. Алматы). Здесь она прошла школу экспериментально-производственной деятельности. Объем работ станции соответствовал горной обсерватории. Кроме сетевых наблюдений проводилась обширная научная работа, испытания новых приборов, редакция и подготовка материалов к печати, научных отчетов, статей, интересные экспедиционные исследования. Работая на селестоковой станции, Лидия Павловна контактировала с известными учеными республики: Литовченко А.Ф., Соседовым И.С. Виноградовым Ю.Б., Голубцовым В.В., Северским И.В., Макаревичем К.Г., Вилесовым Е.Н., Семеновым В.А., Охинченко А.Н., Лаврентьевым П.Ф, Хониным Р.В. и другими.

Под редакцией Лидии Павловны вышли материалы наблюдений Алма-Атинской селестоковой станции за 1960...1963 гг., которыми уже в течение многих лет пользуются специалисты и студенты.

С 1968 по 1972 гг. Лидия Павловна работала в институте «Казгипроводхоз», в отделе гидрологии и водохозяйственных расчетов, в должности старшего, а затем группового инженера-гидролога. Гидрологами обеспечивалась работа таких отделов института как отдел сооружений, мелиорации, гидрогеологии, сточных вод, перспективного проектирования, водоснабжения. Лидия Павловна участвовала в гидрологическом обосновании порядка 10 крупных и ряда небольших проектов. Вот некоторые из них: «Защита Кызылординского рисового массива», «Осушение левобережной поймы р. Тургай», «Проект благоустройства русла М. Алматинки», «Большая Хобдинская система лиманного орошения», «Освоение и орошение земель на базе Кировского водохранилища» и др. Значительная часть времени уделялась обоснованию вододеления ресурсов рек Чу и Талас между Казахстаном и Киргизией. Здесь, в «Казгипроводхозе», она встретила очень много интересных людей, высококвалифицированных гидротехников и гидрологов. К этому времени были уже творческие контакты со многими ведущими гидрологами Алматы.

Учитывая большой гидрологический опыт в проектной работе и научных исследованиях, Лидию Павловну пригласили в 1971 г. в КазГУ. на преподавательскую работу. И вот уже более 35 лет она трудится на кафедре гидрологии суши географического факультета. За этот период она читала лекции и проводила лабораторные занятия по «Гидрометрии»,

«Общей гидрологии», «Гидрологическим расчетам», «Воднобалансовым исследованиям», «Селеведению», «Математическому моделированию гидрологических процессов», «Горной гидрологии», «Методике преподавания», «Организации и планированию научных исследований» и др., руководила летними и зимними учебными практиками, производственными практиками, выпускными и дипломными работами, магистерскими диссертациями.

Большое внимание Лидия Павловна уделяет методической работе. Она является одним из основных разработчиков государственных обязательных стандартов образования по специальностям «Гидрология» и «Гидрометеорология», типовых и рабочих учебных планов. Ею составлены и опубликованы учебно-методические пособия по «Гидрометрии», «Гидрологии», «Гидрофизике», а также подготовлены пособия по «Селеведению», «Горной гидрологии». Лидия Павловна одна из первых в университете подготовила и опубликовала тестовые задания по предмету «Гидрометрия» для оценки знаний студентов по кредитной технологии обучения. Она является активным участником ежегодных научно-методических конференций университета и факультета.

Мазур Лидия Павловна занимает достойное место среди ученых-гидрологов Казахстана. За период работы в КазГУ она участвовала в выполнении многих научных исследований, в частности ею проведены работы по Каратальской рисовой системе, Балхашской проблеме, Акдалинской рисовой системе, исследованию дельты р. Или, сохранению биоразнообразия Западного Тянь-Шаня (международная тема с Узбекистаном и Киргизией), усовершенствованию методов расчета характеристик состояния водных объектов Казахстана и многие другие. Научная деятельность Мазур Л.П. многогранна, но основные её интересы сохранились с начала ее трудовой и научной деятельности – «Горная гидрология», «Воднобалансовые исследования в горных районах», «Селевые потоки». Она постоянно привлекает студентов к научной работе, многие из которых под ее руководством завоевывали призовые места на студенческих конференциях и были неоднократно лауреатами республиканских конкурсов. Лидия Павловна является рецензентом многочисленных научных работ, авторефератов докторских и кандидатских диссертаций. Ею опубликовано более 80 научных работ.

За 35 лет работы на кафедре она подготовила большое количество специалистов и была куратором многих студенческих групп. В течение 17

лет (1985...2002 гг.) была бессменным ученым секретарем факультета на общественных началах. За добросовестный труд Лидия Павловна неоднократно награждена почетными грамотами МинВУЗа РК и университета, медалью «Ветеран труда».

Поздравляем Лидию Павловну с юбилеем. Желаем крепкого здоровья, долгих лет жизни, творческих успехов, семейного благополучия!

*Коллектив РГП «Казгидромет»,  
ученики доцента и редколлегия журнала*