

*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

**№ 2**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2011

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.М. Зейнуллин, канд. эконом. наук

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

П.Ж. Кожаметов, канд. техн. наук; Н.И. Ивкина, канд. геогр. наук

### *Ответственный секретарь*

О.С. Галаева

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Р.Г. Абдрахимов, канд. техн. наук; М.Ж. Бурлибаев, доктор техн. наук;  
С.С. Байшоланов, канд. геогр. 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; В.И. Ли, канд. техн. наук; Е.Ж. Муртазин,  
канд. геолого-мин. 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;  
Э.А. Турсунов, канд. геогр. наук, В.С. Чередниченко, доктор геогр. наук;  
С.П. Шиварева, канд. техн. наук; Р.К. Яфязова, доктор техн. наук;  
О.С. Галаева (компьютерная сборка, техническая редакция).

Перевод на казахский язык:

А.М. Бажиева

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

### № 2 (61)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

---

*Адрес редакции:* 050022, Алматы,  
пр. Абая, д. 32, к. 415, 420  
*Телефон:* (7272) 55-84-06  
*E-mail:* caspian\_almaty@mail.ru  
<http://www.kazhydromet.kz>

---

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

---

Отпечатано в типографии ИП «Престиж Центр».

г. Астана, ул. Байтурсынова, 72. Тел.: (7172) 566-226; 566-541

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

<b>Э.П. Кожаметова, П.Ж. Кожаметов</b> О климате и его изменении в городе Астане . . . . .	7
<b>Н.У. Бултеков, Е.Ж. Муртазин, А.П. Шапов, Д.В. Малахов</b> Исследование пыльных бурь на западе Казахстана по данным космической съемки . . . . .	15
<b>Л.А. Ерисковская</b> Солнечная активность и климатические изменения на леднике Туйыксу в течении года . . . . .	22
<b>В.В. Жданов</b> Эмпирический метод прогноза лавин, связанных с осадками в бассейне реки Котырбулак . . . . .	30
<b>В.И. Ли, А.О. Домран, А.В. Линейцева</b> Оценка уязвимости водных ресурсов Казахстана при антропогенном изменении климата на перспективу до 2035 года . . . . .	37
<b>Н.И. Ивкина</b> Сгонно-нагонные колебания уровня воды на Бухтарминском водохранилище . . . . .	56
<b>А.В. Линейцева</b> Поступление стока в Республику Казахстан по реке Урал на перспективу до 2035 года . . . . .	64
<b>Г.Е. Глазырин, Н.Ю. Страхова</b> Зональные модули стока и водные ресурсы бассейна реки Кашкадарьи . . . . .	69
<b>А.А. Турсунова, С.М. Акимбаева, Э.К. Талипова</b> Оценка деформации берегов рек Балхаш-Алакольского, Нура-Сарысуйского, Жайык-Жемского водохозяйственных бассейнов . . . . .	77
<b>К.Т. Нарбаева</b> Совершенствование метода сложения кривых обеспеченности при расчете многолетней составляющей емкости водохранилища . . . . .	83
<b>Г.Н. Трофимов, А.Я. Исакова</b> Опыт оценки селевых рисков для мостовых переходов . . . . .	88

**Ж.С. Мустофаев, С.Р. Ибатуллин, А.Т. Казыкеева,  
К.Б. Койбагарова, К.Ж. Мустофаев**

Методологические основы предельно-допустимого использования  
водных ресурсов трансграничных рек ..... 94

**С.М. Романова**

Характеристика гидрохимического режима рек северного склона  
Иле Алатау в 2010 году. Сообщение 1. Минерализация, ионный  
состав, растворенные газы, значения рН ..... 120

**Э.А. Турсунов**

Возможные изменения качества поверхностных вод на трансгра-  
ничном посту р. Или – пр. Дубунь ..... 126

**Б.В. Шкуринский**

Пространственные различия в рейтинге здоровья населения За-  
падно-Казахстанской области ..... 131

**Т.Д. Агаев**

Возможность организации централизованной системы контроля  
наблюдений за загрязнением атмосферы в городах ..... 139

**С.Н. Досбергенов**

Геохимическая трансформация серо-бурых почв Озенского место-  
рождения под влиянием высокоминерализованных сточных вод ... 148

**Қ.Т. Сапаров**

Табиғат пайдалану және қорғау мәселелерінің географиялық  
атауларда бейнелену заңдылықтары (ШҚО мысалында) ..... 162

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

<b>J.A.P. Kozhakhmetova, P.ZH. Kozhakhmetov</b> About a climate and its change at the Astana City .....	7
<b>N.U. Bultekov, E.Zh. Murtazin, A.P. Shapov, D.V. Malakhov</b> Research of the dust storms at the Western Kazakhstan with satellite data using .....	15
<b>L.A. Eriskovskaya</b> Solar activity and climatic changes on the Tuyuksu Glacier during one year .....	22
<b>V.V. ZHdanov</b> Empirical method of the avalanches forecast connected with precipitation in the Kotiyrbulak River Basin .....	30
<b>V.I. Lee, A.O. Domran, A.V. Lineytseva</b> Estimation of a vulnerability of the Kazakhstan's water resources from anthropogenous climate change to prospect till 2035 .....	37
<b>N.I. Ivkina</b> Storm surges water level fluctuation on the Bukhtarma Reservoir ....	56
<b>A.V. Lineytseva</b> Receipt of the river's runoff to the Republic of Kazakhstan by Ural River on prospect till 2035 .....	64
<b>G.E. Glazyrin, N.Ju. Strahova</b> Zone runoff modules and water resources of the Kashkadarya River Basin .....	69
<b>A.A. Tursunova, S.M. Akimbayeva, E.K. Talipova</b> Estimation of a coast deformation of the Balkhash-Alacolsky, Nura- Sariysuysky, ZHaiyk-ZHemsky water economic river's basins .....	77
<b>K.T. Narbayeva</b> Improvement of a method of a curves probability addition at account of long-term capacity reservoir .....	83
<b>G.N. Trofimov, A.YA. Isakova</b> The experience of an estimation mudflow risks for the bridge transitions .....	88

<b>ZH.S. Mustafayev, S.R. Ibatullin, A.T. Kazykееva, K.B. Koybagarova, K.ZH. Mustafayev</b>	
Methodological bases is limiting - admitted uses of a transboundary rivers water resources .....	94
<b>S.M. Romanova</b>	
The characteristic of a hydrochemical regime of the Northern Slope Ile- Alatau Rivers in 2010. Message 1. Mineralization, ion structure, dissolved gases, pH meaning .....	120
<b>JA.A. Tursunov</b>	
Possible changes of a superficial waters quality on the Ili – Dubun’ – transboundary river station .....	126
<b>B.V. Shkurinskiy</b>	
Spatial distinctions in the health rating at the Western Kazakhstan Region population .....	131
<b>T.D. Agayev</b>	
Opportunity of a organization of the centralized monitoring system of the supervision an atmosphere pollution at the cities .....	139
<b>S.N. Dosbergenov</b>	
Geochemical transformation grey-brown soils of the Ozen Deposit under influence high mineralization waste water .....	148
<b>K.T. Saparov</b>	
Laws of a managment and protection an environment in the geographical names (on an example Eastern Kazakhstan Region) .....	162

УДК 551.582.1

## О КЛИМАТЕ И ЕГО ИЗМЕНЕНИИ В ГОРОДЕ АСТАНЕ

Канд. геогр. наук  
Канд. техн. наукЭ.П. Кожаметова  
П.Ж. Кожаметов

*В статье на основе обработки и анализа многолетних метеорологических данных рассматривается климат г. Астаны. Выявлено, что общее повышение температуры воздуха за последние 50 лет в основном связано с глобальным потеплением. Однако, в связи с ростом города с каждым годом увеличивается влияние на температуру воздуха «городского эффекта». Отмечено, что после 2000 года абсолютные максимальные температуры воздуха по месяцам года были обновлены в 5 месяцах из 12, тогда как абсолютные минимумы температуры воздуха остались прежними. Обнаружено, что за последние 50 лет: размах средних годовых температур воздуха увеличивается, годовое количество осадков без заметных изменений, существенно уменьшилось число дней с метелью и туманом, наблюдается общее снижение средних годовых скоростей ветра.*

В связи с передислокацией столицы Республики Казахстан в г. Астану представляет определенный интерес климат столицы и его изменение за последние годы на фоне глобального потепления. Для изучения климата нами были обработаны и проанализированы многолетние данные метеорологических станций, расположенных не только в Астане, но и в близлежащих районах. Как известно, названия города и метеорологических станций были изменены неоднократно, поэтому в статье для удобства приведены лишь их последние названия.

Город Астана находится в зоне континентального климата с характерной резкой изменчивостью погодных условий, хорошо выраженными сезонами года [5]. Открытость города во всех направлениях позволяет беспрепятственно поступать, как холодному арктическому воздуху, так и тёплым воздушным массам из Прикаспия и пустынь Средней Азии. Поэтому для Астаны характерны резкие колебания температуры и формирование погодных аномалий: зимой – от суровых морозов до оттепелей и дождей, летом — от жары выше +35 °С до заморозков.

Рассмотрим краткую характеристику климата г. Астаны на основе данных метеостанции (М) Астана за многолетний период.

Как видно из данных табл. 1 температура воздуха в течение года колеблется в широких пределах. Самый холодный месяц – январь: средняя температура равна  $-16,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , чаще ночью температура опускается до  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а днем повышается до  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум в г. Астане отмечен в январе 1893 г. и составляет  $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В весенние месяцы температура воздуха в среднем повышается от  $-7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  в марте до  $+13,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  в мае. Март характеризуется наибольшей амплитудой температуры воздуха. В этом месяце разница между абсолютным максимумом ( $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и абсолютным минимумом ( $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) составляет  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Погода с устойчивой положительной температурой устанавливается, в среднем, в конце марта – начале апреля, а с устойчивой средней температурой ниже нуля — в ноябре. В летние месяцы средняя температура воздуха колеблется в пределах  $+17,8\dots+20,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В июле 1936 г. был зарегистрирован абсолютный максимум температуры воздуха, который составил  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Изменчивость температуры воздуха во времени летом по сравнению с другими сезонами года минимальна. С августа по декабрь включительно температура воздуха понижается в среднем от  $+17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (август) до  $-13,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (декабрь). В ноябре, в связи с частыми сменами погоды отмечается большая изменчивость температуры воздуха: разность между абсолютными значениями температуры воздуха составляет  $58\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Среднее годовое количество осадков в г. Астане составляет  $342\text{ мм}$ . В годовом ходе осадков наблюдается один минимум (в феврале –  $19\text{ мм}$ ) и один максимум (в июле –  $50\text{ мм}$ ). В июле осадки по сравнению с другими месяцами могут выпадать реже, но если выпадают, то часто бывают интенсивными: максимальное суточное количество осадков составляет в среднем  $13\text{ мм}$ , а в 1972 году было отмечено абсолютное значение суточного количества осадков –  $85,8\text{ мм}$ , что превысило месячную норму более, чем в 1,5 раза.

Средние скорости ветра по месяцам колеблются в пределах  $3\dots4\text{ м/с}$ , причем в холодное полугодие они выше, чем в теплое. В отдельные дни года скорость ветра может достигать  $25$ , а порывы  $34\text{ м/с}$  (зарегистрированные значения).

Давление воздуха имеет четко выраженный годовой ход, с максимумом в зимние месяцы и минимумом – в летние. Это связано с сезонными барическими образованиями (сибирским антициклоном зимой и термической депрессией летом). В холодное полугодие на климат г. Астаны существенное влияние оказывают часто проходящие циклоны, в результате чего изменчивость давления воздуха выше почти в 2 раза, чем в теплое полугодие.



Таблица 1

## Климатические характеристики г. Астаны

Показатель	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Температура воздуха, °С</b>													
Абсолютный минимум	-52	-49	-38	-28	-11	-2	2	-2	-8	-25	-41	-46	-52
Год наблюдения	1893	1895	1930	1913	1969	1971	1936	1929	1933	1914	1875	1877	1893
Средний минимум	-21,6	-21,4	-15,1	-2,0	6,0	11,4	13,7	11,0	5,3	-1,9	-11,2	-18,4	-3,7
Средняя	-16,2	-15,8	-7,6	3,6	13,1	18,2	20,2	17,8	11,7	3,0	-6,5	-13,2	2,4
Средний максимум	-11,8	-11,1	-4,7	9,6	19,7	25,3	27,0	24,5	18,5	8,8	-2,9	-9,6	7,8
Абсолютный максимум	3	5	22	30	36	40	42	39	35	27	17	4	42
Год наблюдения	1936	2007	1944	2006	1961	1936	1936	2002	2007	2004	1955	1940	1936
<b>Количество осадков, мм</b>													
Среднее	23,0	19,0	20,0	21,0	30	40,0	50,0	38,0	27,0	27	24,0	23,0	342,0
Ср. макс. за сутки	4	4	5	7	9	13	17	14	10	8	5	4	26
Абсолютный макс. за сутки	16,6	23,0	32,4	25,8	42,7	37,2	85,8	76,6	49,6	37,1	31,0	15,3	85,8
Год наблюдения	1928	1903	1912	1919	1968	1916	1972	1962	1952	1873	1915	1957	1972
<b>Скорость ветра, м/с</b>													
Средняя	3,9	4,1	3,9	3,9	3,7	3,2	3	3	3,1	3,8	3,8	3,7	3,6
Максимальная (порыв)	22 (26)	18 (26)	18 (28)	17 (32)	20 (28)	25 (30)	16 (27)	15 (25)	16 (29)	18 (34)	18 (28)	24 (34)	25 (34)

<b>Солнечное сияние, ч</b>													
Ср. продолжительность	108	141	192	245	310	332	330	300	231	152	99	92	2531
Число дней без солнца	8	5	4	2	1	0,3	0,3	0,7	1	5	9	10	47
<b>Атмосферное давление на уровне станции, гПа</b>													
Абсолютный минимум	941	948,3	945,6	943,2	946,9	949,8	950,8	948,9	953,2	945,3	946,5	949,4	941
Среднее	982,4	982,7	982,6	978,3	974,4	969,6	967,7	971,1	976,2	979,4	983,1	983	977,5
Абсолютный максимум	1008,8	1017,5	1015,1	1009,4	995,4	987,4	983,8	991,5	998,5	1002,1	1020,3	1014,9	1020,3
<b>Температура почвы, °С</b>													
Средний минимум	-21	-22	-15	-2	5	11	13	10	4	-3	-11	-18	-4
Средняя	-15	-15	-8	7	18	25	26	23	14	4	-6	-13	5
Средний максимум	-9	-6	1	22	38	47	48	44	32	15	0	-7	19

В табл. 1 можно заметить, что в холодное полугодие средние температуры воздуха и поверхности почвы примерно равны, так как в это время преобладает облачная погода, и небольшая продолжительность солнечного сияния, тогда как в летние месяцы, за счет увеличения дней с солнцем, эта разность доходит до 7 °С.

В результате проведенных нами исследований были выявлены следующие особенности изменения климатических характеристик:

1. Температура воздуха за период 1934...2010 гг. в г. Астане в целом имеет тенденцию к повышению. Причем, существенное повышение температуры воздуха и её изменчивости по годам началось после 1961 года. Скорость повышения в среднем составляет 0,3 °С за каждые 10 лет, что превышает в 2 раза среднее глобальное значение [1]. Общее повышение температуры воздуха можно заметить и по данным табл. 1. Так, например, если все абсолютные минимумы температуры были зарегистрированы в прошлом веке (до 1971 года), то на 21 столетие приходится уже 5 абсолютных месячных максимумов. Потепление климата в г. Астане подтверждается данными других метеорологических станций, расположенные вокруг города (рис. 1).

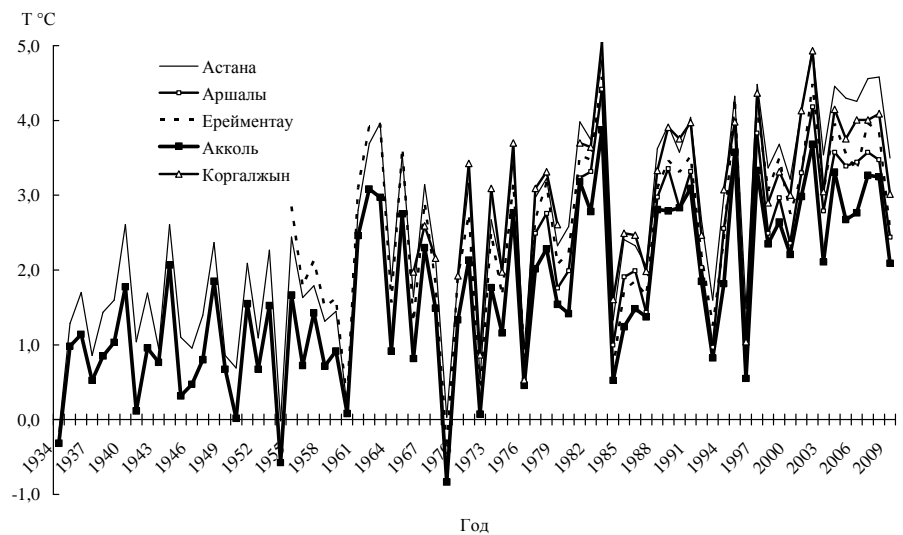


Рис. 1. Динамика температуры воздуха.

2. В повышении температуры воздуха в г. Астане в последние годы есть доля «городского» эффекта. Это можно увидеть на рис. 2, где разность температур воздуха между метеостанциями город (Астана) – пригород (Акколь) имеет тенденцию к повышению из года в год, особенно в 21 веке, когда наблюдалось ускоренное развитие города. Так, до 60-х годов прошлого века разность температуры воздуха между городом и приго-

родом составляла в среднем 0,5 °С, то после резкого развития Астаны эта разность достигла значений 1,0...1,5 °С.

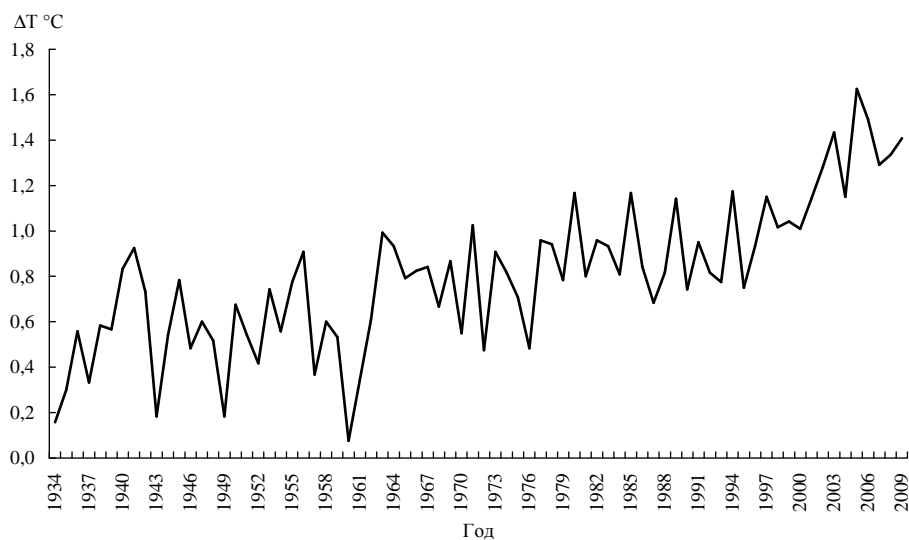


Рис. 2. Разность температуры между М Астана и М Акколь.

3. Количество годовых сумм осадков в отличие от температуры воздуха не имеет тенденции к повышению или уменьшению (рис. 3). Это подтверждается и результатами других исследований [1].

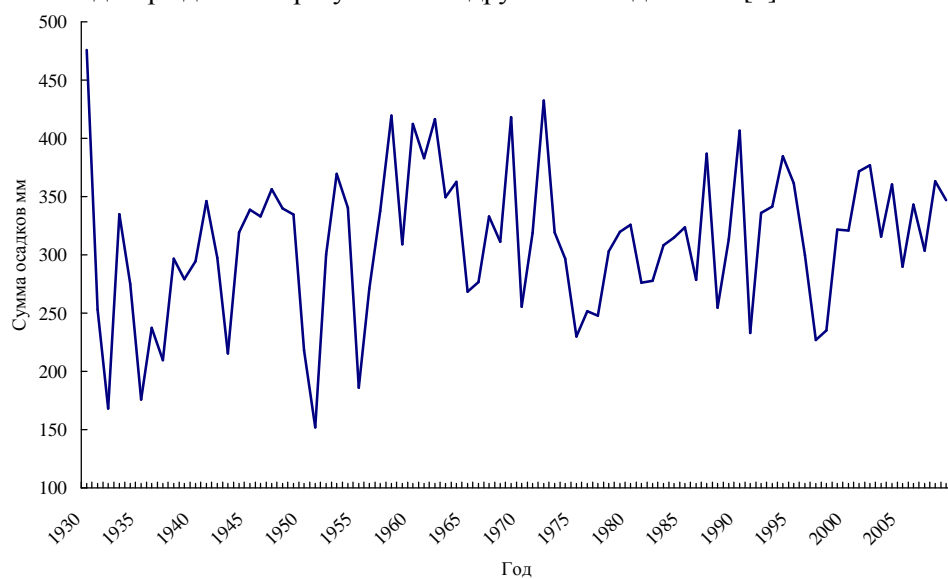


Рис. 3. Динамика годовых сумм осадков, М Астана.

4. Отмечено общее снижение уровня средней годовой скорости ветра.

5. В результате глобального потепления климата изменилась и повторяемость атмосферных явлений. В табл. 2 видно, что в г. Астане среднее число дней с метелью, туманом и пыльной бурей за различные периоды осреднения существенно различаются. За последние 40 лет, по сравнению с предыдущим периодом [6], среднее годовое число дней с туманом сократилось с 35 до 21, пыльной бурей с 15 до 5, метелью с 38 до 22.

Таблица 2

Среднее число дней с атмосферными явлениями, М Астана

Период осреднения	Явление			
	гроза	туман	пыльная буря	метель
1936...2010 гг.	23	28	11	30
1936...1980 гг. [2-4]	23	35	15	38
1970...2010 гг.	24	21	5	22

Как показывают результаты исследования, почти все климатические характеристики (за последние 40...50 лет) по г. Астане претерпели существенные изменения, что указывает на необходимость пересмотра климатических норм. Эти результаты особенно важны при разработке проектных документов, связанных со строительной климатологией (СНИПы). В процессе развития и роста города актуальность обеспечения населения и отраслей экономики объективной климатической и метеорологической информацией будет возрастать из года в год.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Второе Национальное сообщение Республики Казахстан Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана, 2009. – 192 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 18. Казахская ССР, книга 1. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 515 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 18. Казахская ССР, книга 2. Л.: Гидрометеоздат. 1989 - 608с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 18. Казахская ССР, книга 3. – Л.: Гидрометеоздат, 1990 – 440 с.
5. Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 368 с.

6. Кожихметова Э.П. Влияние глобального потепления климата на повторяемость опасных атмосферных явлений в Казахстане // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №1. – С. 42-49.

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Казгидромет, г. Алматы

## **АСТАНА ҚАЛАСЫНЫҢ КЛИМАТ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӨЗГЕРУІ ТУРАЛЫ**

Геогр. ғылымд. канд. Э.П. Кожихметова

Геогр. ғылымд. канд. П.Ж. Кожихметов

*Мақалада көпжылдық метеорологиялық мәліметтерді талдау және сараптау негізінде Астана қаласының климаты қарастырылады. Соңғы 50 жылдағы ауа температурасының жалпы жоғарылауы ғаламдық жылынумен байланысты екені анықталды. Дегенмен, қаланың жыл сайын өсуі ауа температурасының жоғарылауына «қалалық әсер» тигізуде. 2000 жылдан кейін ауа температурасының абсолютті максималды мәні 12 айдың 5-де жаңартылды, ал абсолютті минималды мәні өзгеріссіз қалғаны анықталды. Соңғы 50 жылда орташа жылдық ауа температурасының құбылмалылығы артқаны, жауын-шашынның жылдық мөлшері өзгеріссіз болуы, боранды және тұманды күндер саны азайғаны, желдің орташа жылдық жылдамдығы кемігені анықталған.*

УДК 551.515.8+378.14

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ НА ЗАПАДЕ КАЗАХСТАНА  
ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

Канд. геогр. наук

Н.У. Бултеков

Канд. геол-мин. наук

Е.Ж. Муртазин

А.П. Шапов

Д.В. Малахов

*С помощью космических снимков определены геометрические размеры облака пыли для наиболее интенсивных песчаных бурь на Западе Казахстана. Например, 10 октября 2004 г. площадь выноса составила 18800 км<sup>2</sup>, длина шлейфа выноса достигала 370 км. В результате предполагаемого потепления климата можно ожидать, что в Казахстане дефляционные процессы будут возрастать не только по массе переносимого твердого материала, но и по площади распределения, что существенно осложнит геоэкологические проблемы региона.*

Информация из космоса позволяет обнаружить наличие мощных потоков аэрозоля на исследуемой территории [1,2,4,5,6].

На рис. 1...4 приведены снимки шлейфов сильных пыльных бурь со спутников серии NOAA, AQUA и TERRA со сканирующим радиометром MODIS, обнаруженных нами по данным метеорологических наблюдений в районах развития дефляции. Снимки AQUA и TERRA получены с сайтов <http://nasa.earthobservatory.gov>, <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov> и <http://visibleearth.nasa.gov/naturalhasards>, снимки со спутников серии NOAA – <http://smis.iki.rssi.ru>. Первичная обработка снимков проводилась при помощи программного комплекса (ПК) ENVI 4.5. Обработка включала географическую привязку снимков, выбор нужных спектральных каналов, создание на их основе композитного цветного изображения и экспорт данного изображения в формат, пригодный для дальнейшей обработки (tiff, img). Дальнейшая обработка снимков проводилась с помощью ПК ArcGIS 9.3. Площади, охваченные процессами дефляции, были оцифрованы. Созданные векторные слои (шейп-файлы) содержали необходимую пространственную информацию. Площадь выносов определялась автоматически с помощью опции Calcuate Geometry.

По данным космической съемки 9 апреля 2003 г. в 15 час 30 мин местного времени со спутника AQUA в бассейне р. Сагыз Актюбинской области на обширных песчаных и солончаковых поверхностях был зафиксирован вынос аэрозоля в северо-западном направлении. Источником выноса стали песчаные массивы Баршакум, Аккумсагыз, Кумтукаласай в районе поселков Ебейты, Баршакум, Шукыршы, Караший, Караулкельды и другие более мелкие массивы, а так же солончаковые поверхности, приуроченные к долинам рек Жем, Темир и Сагыз (рис. 1а – 1в).

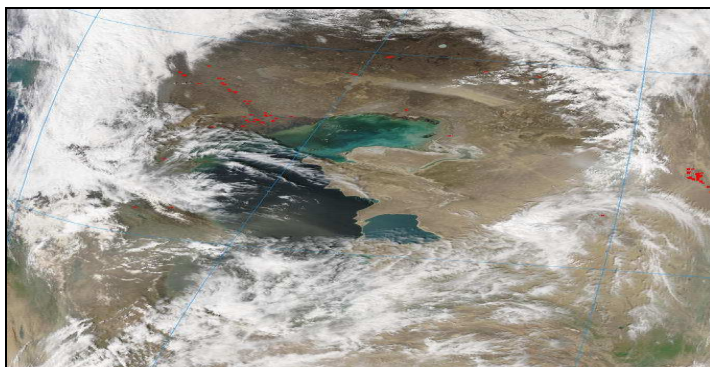


Рис. 1а. Космический снимок пыльных бурь 9 апреля 2003 г.

Общая площадь выноса составила 18200 км<sup>2</sup>, а длина шлейфа выноса достигла 370 км, охватив север Атырауской области и часть юго-востока Западно-Казахстанской области.

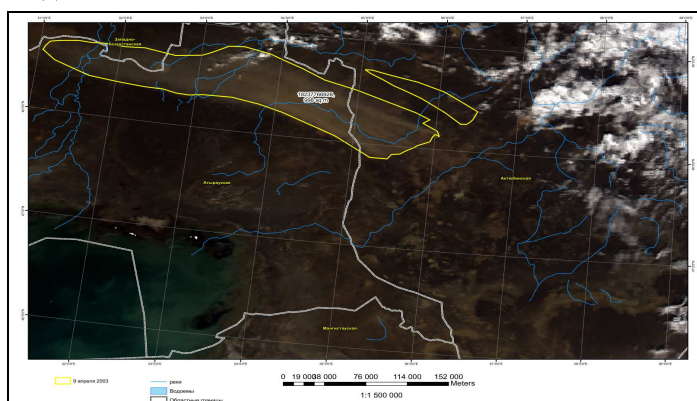


Рис. 1б. Результат программной обработки снимка пыльных бурь 9 апреля 2003 г. со спутника AQUA.

В дальнейшем, по данным наземных наблюдений и съемки со спутников NOAA, потоки запыленного атмосферного воздуха повернули на запад, о чем свидетельствует рис. 1в. На снимке появились многочис-



ленные струи пыли от новых, небольших по площади, источников эмиссии аэрозолей.

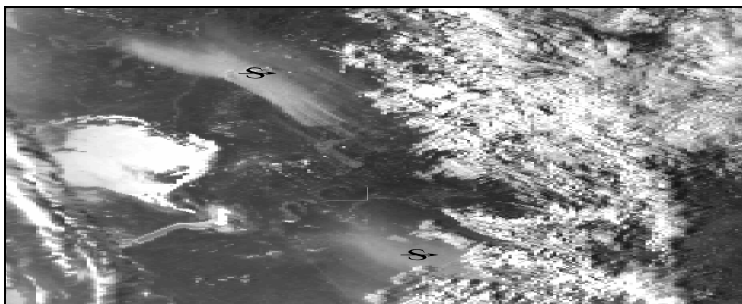


Рис. 1в. Шлейфы выноса аэрозолей 9 апреля 2003 г. по снимкам со спутника NOAA.

Самая южная из них достигала берегов Каспийского моря. Источником выноса аэрозоля стали песчаные массивы в долине р. Жем район пос. Кемерши, Каражар, Жаркамыс и пески Большие Барсуки. По данным наземных наблюдений, продолжительность пыльной бури составила 20 часов.

Начало дефляционных процессов 14 апреля 2003 г., по данным метеостанций, зафиксировано в районе пос. Баскудук – 2 час 10 мин, в Караулкельды – 2 час 19 мин и, спустя 3 час 25 мин, – северо-западнее Арала на засоленных почвогрунтах в районе песков Большие Барсуки (пос. Аякум) (рис. 2а).

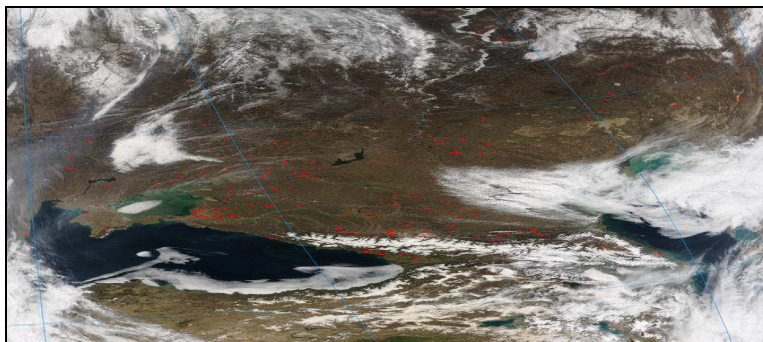


Рис 2а. Пыльные бури 14 апреля 2003 г., снимок со спутника AQVA.

Шлейф выноса из песков Большие Барсуки, по данным съемки со спутника NOAA, протянулся на расстояние около 220 км (рис. 2б).

За пыльную бурю 14 апреля 2003 г. был получен снимок и со спутника TERRA, сделанный в 14 час 10 мин (рис. 2в). Приведенные снимки хорошо иллюстрируют динамику развития этих бурь в Актюбинской и Атырауской областях. Площади территорий охваченных дефляционными процессами, в этот день достигали 14070 км<sup>2</sup>. Максимальная длина выноса

в Атырауской области достигла 210 км. Максимальная продолжительность пыльных бурь составила 9 час 30 мин.

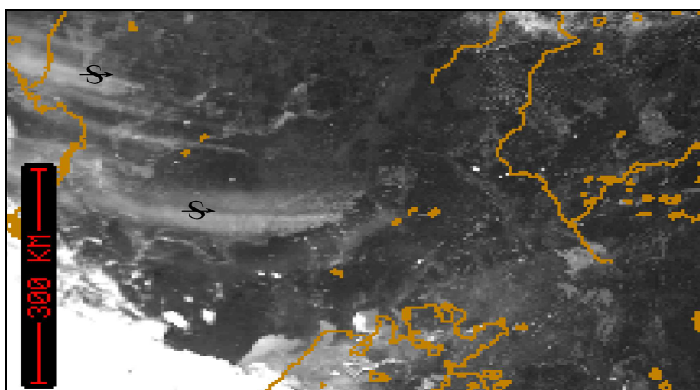


Рис. 2б. Шлейфы выноса аэрозолей 14 апреля 2003 г., снимок со спутника NOAA

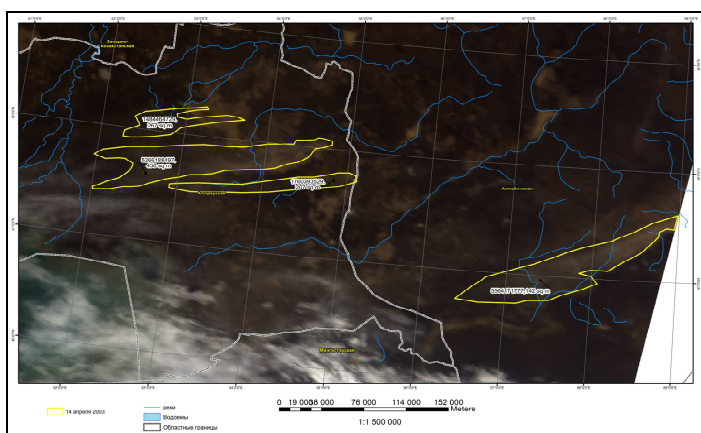


Рис. 2в. Шлейфы выноса аэрозолей 14 апреля 2003 г. по снимкам со спутника TERRA.

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

На представленном снимке пыльных бурь на юге Актюбинской области 10 октября 2004 г. со спутника AQUA, сделанного в 14 час

15 мин, видно много источников пыления поверхности (рис. 3а – 3б). Шлейфы состоят из параллельных несмешивающихся полос. Начало дефляционных процессов, по данным метеостанций, зарегистрировано в 3 час 35 мин в районе пос. Караулкельды, затем через три часа зафиксировано севернее – в районе пос. Новоалексеевка, далее, в течение полутора часов начались бури в районах пос. Темир, Мартук и Карабутак. Таким образом, процесс выветривания поверхности развивался с запада на восток. Шлейфы выноса достигли в длину 75...260 км и направлены от источника выноса на северо-запад.

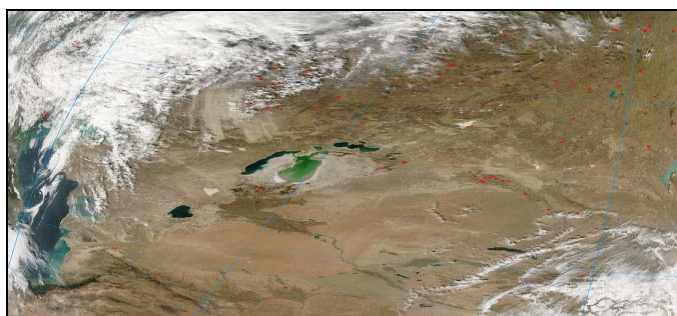


Рис. 3а. Космический снимок пыльных бурь 10 октября 2004 г. (спутник AQUA).

Такое интенсивное одновременное проявление дефляционных процессов на столь больших площадях является довольно редким событием в нашей республике. Интенсивность на востоке оказалась меньше, чем на западе, где максимальная продолжительность дефляционных процессов составила около 18 часов. Площадь, охваченная пыльными бурями, составила 18800 км<sup>2</sup>.

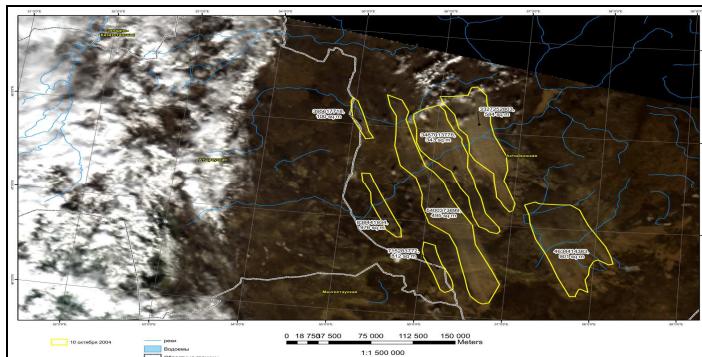


Рис. 3б. Результат программной обработки снимка пыльных бурь 10 октября 2004 г.

На рис. 4 представлен снимок со спутника AQUA, сделанный 18 октября 2005 г. в 15 час 10 мин. По данным наземных наблюдений в этот день почти по

всей территории Актюбинской области зафиксированы пыльные бури, но, к сожалению, точную границу шлейфа выноса и площадь охваченными дефляционными процессами по снимку определить трудно из-за развития кучевой облачности в этом районе. Начало явления зарегистрировано в 4 час 15 мин на севере, в районе пос. Новоалексеевка, продолжалось оно 9 час 10 мин, полное прекращение дефляционных процессов зафиксировано в 13 час 45 мин на востоке области в районе пос. Аяккум и Баскудук.

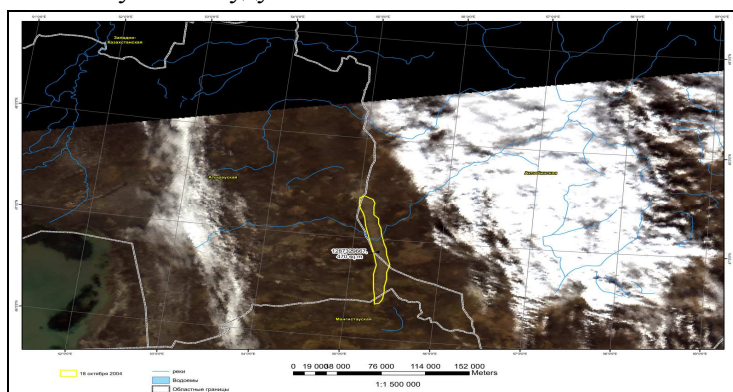


Рис. 4. Шлейфы выноса аэрозолей 18 октября 2005 г. по снимкам со спутника AQUA.

Развитие дефляционных процессов приурочено к аридным и субаридным районам, где сеть метеорологических станции очень редка. Кроме того, на метеостанциях наблюдатели в основном фиксируют локальные пыльные бури, охватывающие территорию, примыкающую к метеостанциям. Дефляционные процессы на громадной территории между метеостанциями часто не фиксируются совсем. Необходимо также отметить, что и спутниковые снимки часто не фиксируют площади, охваченные пыльными и песчаными бурями, из-за развития облачности в том или ином районе. При исследовании пыльных бурь космическая многозональная съемка представляет значительный интерес, так как позволяет полнее и достовернее установить геометрические размеры распространения процесса в пределах изучаемого региона. Значительный практический интерес представляет определение геометрических параметров источников по данным космических снимков, представленное в работе [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дедова Т.В., Семенов О.Е., Тусеева Н.Б., Худякова Т.В. О масштабах пыльных бурь в апреле 2003 года на западе Казахстана по снимкам с

- искусственных спутников Земли серии NOAA // Гидрометеорология и экология – 2004. – № 3. – С. 59-67.
2. Закарин Э.А., Бекмухамедов Б.Э., Дедова Т.В. Определение зон возникновения пыльных бурь в Приаралье методами спутникового зондирования // Гидрометеорология и экология – 1999. – № 4. – С. 189-196.
  3. Закарин Э.А., Дедова Т.В., Семенов О.Е., Шапов А.П., Тусеева Н.Б. ГИС-технология мониторинга и моделирования пыльных бурь // Гидрометеорология и экология – 2010. – № 3. – С. 8-20.
  4. Липатов В.Б. Обнаружение и эволюция пылепесчаной бури над севером Африки по снимкам метеорологических спутников Земли // Метеорология и гидрология. – 1974. – № 4. – С. 78-80.
  5. Метеорологическое зондирование подстилающей поверхности из космоса / Под. ред. К.Я. Кондратьева. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 246 с.
  6. Скаков А.А., Туреханова М.А., Чернова Л.И. Циркуляционные условия формирования пыльных бурь в Казахстане // Тр. КазНИИ Госкомгидромета СССР. – 1987. – Вып. 96. – С. 23-30.

КазНИИЭЖ. г. Алматы,  
Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы  
ИКИ, г. Алматы

#### **ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕРДІҢ ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША ҚАЗАҚСТАННЫҢ БАТЫСЫНДАҒЫ ШАҢДЫ ДАУЫЛДАРДЫ ЗЕРТТЕУ**

Геогр. ғылымд. канд.	Н.У. Бултеков
Геол.-мин. ғылымд. канд.	Е.Ж. Муртазин
	А.П. Шапов
	Д.В. Малахов

*Ғарыштық суреттер арқылы Қазақстанның Батысындағы ең қарқынды құмды дауылдар үшін шаңды бұлттың геометриялық көлемі анықталды. Мысалы, 2004 ж. 10 қазанында ұшырып әкету аумағы 18800 шаршы км. құрады, ал ұшырып әкету шлефінің ұзындығы 370 км дейін жеткен. Климаттың болжалды жылуы нәтижесінде Қазақстанда дефляциялық процесстер тасылатын қатты материалдардың массасы жағынан гана емес, сонымен қатар таралау ауданы жағынан да ұлғаятынын күтуге болады, ал бұл өңірдің геоэкологиялық мәселелерін елеулі қиындата түспек.*

УДК 551.524.34(574)

**СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА  
ЛЕДНИКЕ ТУЙЫКСУ В ТЕЧЕНИИ ГОДА**

Л.А. Ерисковская

*Рассматривается изменение солнечной активности, продолжительности солнечного сияния, скорости ветра, относительной влажности, средней месячной температуры воздуха и синоптические процессы по типизации Б.Л. Дзердзеевского на леднике Туйыксу в течении балансового года в благоприятные и неблагоприятные для оледенения годы за период 1972...2009 гг.*

Задача перспективного планирования с учетом максимального использования природных ресурсов в нашей стране ставит важнейшие вопросы изучения колебания климата. Необходимо знать масштабы и последовательность колебаний климата, как в прошлом, так и в будущем, а также какие изменения происходили ежемесячно, по сезонам, в течение года. Изменение климата в целом на Земном шаре приводит и к изменению горного климата и это может оказывать воздействие на экономику многих стран мира. В настоящее время внимание ученых все более и более сосредоточивается на высокогорных районах, где формируется подавляющая часть стока, используемого в различных отраслях экономики. Но еще больший научно-практический интерес проявляется к ледникам – важнейшим составляющим водного баланса, особенно во время засушливых периодов, когда ледники представляют по существу единственный источник питания рек в летние месяцы. Ледники – аккумуляторы влаги. Вода в ледниках консервируется на многие сотни и тысячи лет. Ледники можно назвать гигантскими естественными резервуарами пресной воды. Для рассмотрения этого вопроса взят репрезентативный ледник Туйыксу, который располагается на морене на высоте 3450 м, где лабораторией гляциологии Института географии с 1972 года ведутся круглогодичные наблюдения. Проанализированная информация высылается во Всемирную службу мониторинга ледников.

Большой научно-практический интерес представляют метеопроцессы при экстремальных значениях годового баланса массы ледников. Положительный баланс массы ледника за период 1972...2009 гг.

был в 1980/81, 1992/93, 2002/03, 2003/04, 2008/09 годы. Это благоприятные для оледенения годы (бл/г), когда снеговая линия (граница питания) ледника была ниже средней многолетней, и на долю области питания приходилась большая часть площади ледника. Во все остальные годы указанного периода преобладал отрицательный баланс, особенно резко выраженный в 1977/78, 1983/84, 1990/91, 1996/97, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 гг. неблагоприятные для оледенения годы (нбл/г) с максимально высоким положением границы питания ледника. Данные по балансу массы ледника были любезно предоставлены автору К.Г. Макаревичем.

При анализе метеорологических данных, определяемых сотрудниками стационара, использовались: среднемесячная температура воздуха, продолжительность солнечного сияния, относительная влажность, скорость ветра, сумма осадков за месяц.

Большое влияние на климатические изменения оказывает солнечная активность. Значения по солнечной активности взяты с сайта [www.ngdc.noaa.gov/stp](http://www.ngdc.noaa.gov/stp).

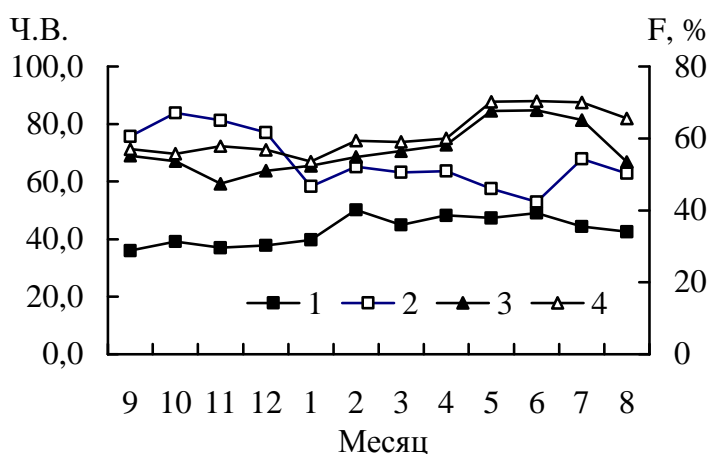


Рис. 1. Ход метеозлементов на леднике Туйыксу. 1 – солнечная активность (числа Вольфа) в неблагоприятные годы; 2 – солнечная активность в благоприятные годы; 3 – относительная влажность (F, %) в неблагоприятные годы; 4 – относительная влажность в благоприятные годы.

Во все месяцы балансового года относительная влажность больше в бл/г, чем в нбл/г, но разница по относительной влажности между бл/г и нбл/г не такая большая, как по солнечной активности (рис. 1). При увеличении солнечной активности обостряется циклоническая

деятельность. Это сказывается на выпадении осадков. В бл/г их выпадало больше, чем в нбл/г, особенно в летний период, как рассматривалось в [7].

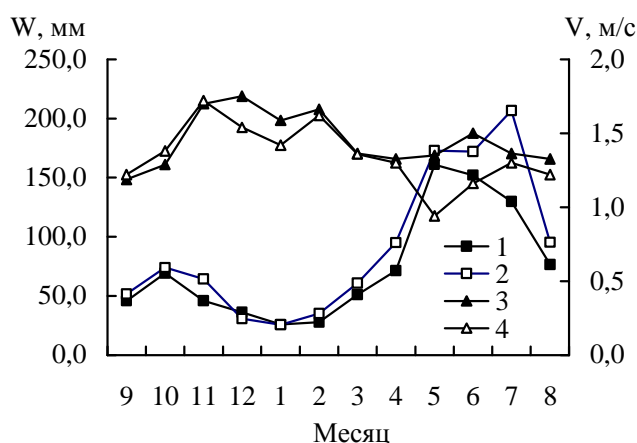


Рис. 2. Ход метеозлементов на леднике Туйыксу. 1 – суммы осадков (W, мм) в неблагоприятные годы; 2 – суммы осадков в благоприятные годы; 3 – скорость ветра (V, м/с) в неблагоприятные годы; 4 – скорость ветра в благоприятные годы.

Скорость ветра в бл/г меньше, чем в нбл/г в основном в летний период (рис. 2). В связи с уменьшением скорости ветра турбулентное перемешивание приземных слоев воздуха и испарение с ледника уменьшается. Это способствует увеличению влажности воздуха. Продолжительность солнечного сияния меньше почти во все месяцы балансового года, правда разница между бл/г и нбл/г незначительная. Температура воздуха в апреле-мае ниже в бл/г, чем в нбл/г (рис. 3). Понижение температуры воздуха в весенние месяцы, (как рассматривалось в [6]), способствует накоплению осадков в твердом виде. В летние месяцы температура воздуха резко начинает возрастать, но в бл/г она остается ниже, чем в нбл/г, хотя разница между ними небольшая (рис. 3).

Большое влияние на климатические изменения оказывают синоптические процессы. Для такого анализа использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б.Л. Дзердзеевским для Северного полушария [4, 5]. В отдельную группу им выделена меридиональная южная циркуляция (тип 13) – необычное состояние атмосферы с циклонической циркуляцией на полюсе, отсутствием блокирующих процессов на полушарии и тремя-четырьмя одновременными выходами южных циклонов в разных секторах полушария. Именно с этой группой с начала 1980-х годов (максимум приходится на 1989 г.) и в настоящее время связано большинст-



во метеорологических экстремумов, в том числе и в Арктическом бассейне, и в горных районах. Рост повторяемости прохождения южных циклонов, имеющих малые радиусы действия, большие скорости перемещения и резкие контрасты температур на фронтах вызвали увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков в разных регионах, в частности, в горных районах в тёплое время года [12].

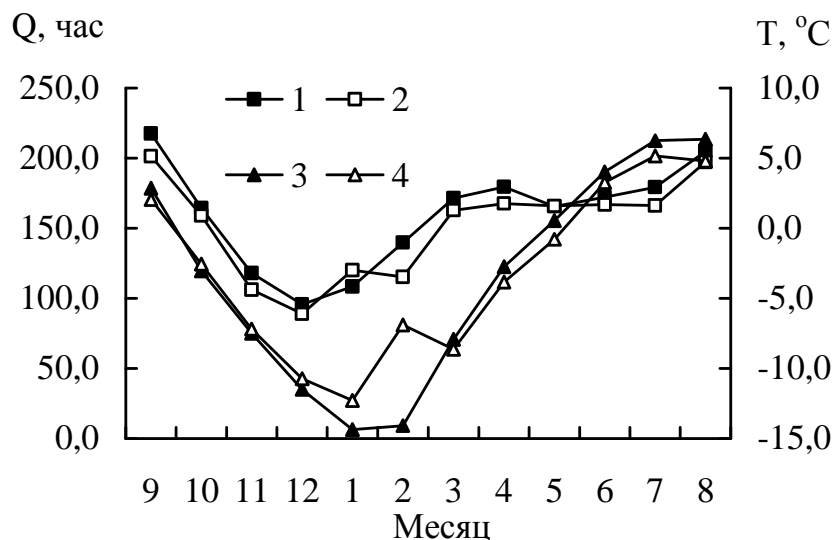


Рис. 3. Ход метеоэлементов на леднике Туйыксу. 1 – продолжительности солнечного сияния (Q, час) в неблагоприятные годы; 2 – продолжительности солнечного сияния в благоприятные годы; 3 – среднемесячная температура воздуха (T, °C) в неблагоприятные годы; 4 – среднемесячная температура воздуха в благоприятные годы.

При исследовании синоптических процессов использовался материал с сайта <http://www.atmospheric-circulation.ru>. На его основе определялось число случаев элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) за месяц затем подсчитывались их средние значения отдельно за бл/г и нбл/г (табл. 1). Наибольшее количество осадков на леднике Туйыксу, как отмечалось в работе [7], выпадало при ЭЦМ 13л в основном в летний период. В случае ЭЦМ 13л полярное вторжение отсутствует, отмечается обширная депрессия над Арктическим бассейном и циклоническая деятельность на континентах [5, 11]. В 20 веке продолжительность ЭЦМ 13л росла. Правда, в конце столетия число суток с выпадением осадков на леднике Туйыксу стало уменьшаться, но влияние данного типа циркуляции еще велико. В связи с уменьшением ЭЦМ 13л стала увеличиваться продолжительность других ЭЦМ, в частности типа 12 [8]. Температура воздуха при

выпадении осадков, в основном при ЭЦМ 13л и 12, понижалась, что благоприятно для оледенения. Рост суммарной продолжительности ЭЦМ 12-го типа и чередование их с ЭЦМ 13-го типа создали наилучшие условия для обострения атмосферных фронтов, формирования обильных осадков и резких контрастов температуры воздуха. Как отмечено в работе [9], наиболее благоприятные условия в отношении осадков для Казахстана складываются при меридиональном типе Е, сочетающимся с максимумом солнечной активности. Осадки при этом типе выпадают в основном в твёрдом виде и температура воздуха обычно понижается. В нбл/г в основном преобладает тип С, сочетающийся с минимумом солнечной активности. При меридиональном типе циркуляции (Е) высотный гребень локализован таким образом, что его ось располагается между 30...60° в.д. К востоку и западу от этого гребня обычно имеются глубокие холодные ложбины, которым соответствуют на приземных картах циклоны, обуславливающие в своем тылу вторжения холодных воздушных масс. При меридиональном типе циркуляции (С) в пределах атлантико-европейского сектора планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ) характеризуется двумя высотными гребнями, расположенными над Западной Европой и Западной Сибирью. Между этими гребнями ПВФЗ имеет сильный изгиб к югу. В отдельных случаях тот или иной высотный гребень может быть развит слабо или усиливаться лишь эпизодически [1]. Исследования показали, что в годы максимума солнечной активности увеличивается глубина циклонов и они становятся более обширными, нежели в годы минимума. Количество осадков в годы максимума солнечной активности в Казахстане увеличивается на 20...30 % от многолетней нормы, а в годы минимума – уменьшается на 30...40 % от нормы. Максимум солнечной активности способствует увлажнению, а минимум – засушливости в Казахстане [3]. Солнечная активность является одним из главных факторов, влияющих на изменение ледникового климата, так как ледники – это чувствительный индикатор. В эпохи циркуляции типа (Е) создаются условия для стационарирования или слабого наступания ледников на Алтае и Юго-восточном Казахстане [2]. Наибольшее количество осадков выпадало в летнее время (рис. 2). В это время преобладал тип циркуляции 13л, 12а (табл. 1а, 1б). Разница по солнечной активности между бл/г и нбл/г в холодный период была намного больше, чем в летний период (рис. 1), а осадков выпадало меньше (рис. 2).

Таблица 1а

Средние значения (число случаев) ЭЦМ в неблагоприятные для оледенения годы на леднике Туйыксу за период 1972...2009 гг.

ЭЦМ	Месяц											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,0	1,8	1,2	0,0	1,6	1,0	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1,2	1,6	0,6	1,4	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	1,8	0,2	0,0
3	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1,4	0,2	2,0	1,2
4	1,0	0,8	0,4	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	1,2	1,0	3,2	1,4
5	0,0	0,0	3,4	0,8	0,0	1,8	1,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	2,4	0,4	0,6
7л	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,8
7з	0,6	1,0	1,8	0,0	0,6	1,6	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
8а	0,0	4,2	0,4	1,8	1,0	0,4	0,0	1,4	1,2	0,0	1,0	0,6
8б	0,0	0,8	2,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	1,4	0,4
8в	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,4	0,0	1,0
8г	0,6	0,6	1,8	0,0	0,8	0,4	2,0	1,4	1,4	1,0	0,6	2,0
9	2,8	1,6	0,0	0,6	0,0	0,4	2,2	1,8	4,4	4,4	<b>5,8</b>	4,2
10	2,8	0,4	1,0	1,6	0,4	0,0	2,4	2,6	1,0	3,2	3,8	1,0
11	1,8	3,2	<b>4,4</b>	<b>7,6</b>	<b>10,0</b>	<b>5,2</b>	<b>6,4</b>	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2
12а	1,0	4,2	2,2	1,0	0,6	1,6	4,0	<b>4,8</b>	<b>6,0</b>	<b>5,0</b>	0,8	1,6
12г	1,2	1,8	0,0	2,2	2,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12л	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	<b>5,2</b>	<b>8,6</b>	<b>5,2</b>	1,0	3,0
12з	0,0	<b>6,2</b>	<b>5,6</b>	3,6	<b>6,0</b>	<b>6,2</b>	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13з	1,6	2,4	<b>4,8</b>	<b>8,2</b>	<b>7,8</b>	<b>7,2</b>	<b>7,0</b>	2,0	0,2	0,0	0,0	0,6
13л	<b>11,2</b>	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	3,6	4,0	<b>4,6</b>	<b>10,8</b>	<b>12,4</b>

Таблица 1б

Средние значения (число случаев) ЭЦМ за благоприятные для оледенения годы на леднике Туйыксу за период 1972...2009 гг.

ЭЦМ	Месяц											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0	1,0	1,8	0,3	0,5	0,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,1	2,8	2,0	2,1
3	0,3	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,3	0,5	2,6	2,1	3,0	1,3
4	0,8	0,6	0,0	0,0	0,8	0,9	0,0	0,5	0,6	2,5	2,4	1,6
5	0,5	1,4	0,5	1,5	2,5	2,6	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,5	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,6	2,0	0,8	0,9
7л	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	1,0	2,3	1,0	0,5
7з	0,4	1,0	1,1	1,5	1,9	1,5	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
8а	0,9	2,3	2,5	1,3	0,0	0,4	0,3	0,9	1,5	0,5	0,5	0,0
8б	1,5	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,6	1,1	0,6	0,8
8в	1,0	1,1	0,0	0,3	0,5	0,3	0,0	0,5	0,1	0,3	0,9	0,0
8г	0,4	2,0	0,3	0,4	0,0	0,6	3,4	0,6	0,3	0,0	0,9	0,9

ЭЦМ	Месяц											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
9	2,4	1,6	3,5	1,5	1,5	0,5	1,6	3,1	<b>4,8</b>	<b>5,0</b>	<b>4,5</b>	2,8
10	1,4	0,0	2,0	1,0	0,5	0,9	1,1	1,6	1,0	3,0	3,4	1,8
11	1,9	1,1	3,9	<b>8,0</b>	<b>9,0</b>	<b>6,8</b>	3,8	1,0	0,4	0,0	0,0	0,4
12а	3,0	2,8	3,1	3,6	0,4	1,6	<b>5,1</b>	<b>4,8</b>	<b>4,6</b>	0,6	1,0	2,0
12г	0,8	1,6	1,3	2,3	2,0	2,4	1,9	0,6	1,1	0,0	0,0	0,0
12л	3,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	2,8	4,0	0,3	0,9	2,4
12з	0,0	3,5	2,1	3,4	2,6	3,1	2,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
13з	1,9	<b>8,1</b>	<b>6,1</b>	<b>5,5</b>	<b>8,9</b>	<b>6,4</b>	4,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
13л	<b>5,6</b>	0,9	0,3	0,6	0,0	0,0	0,9	<b>6,0</b>	<b>6,6</b>	<b>7,6</b>	<b>9,3</b>	<b>13,8</b>

Но если посмотреть на табл. 1 (а, б), то в холодный период за исследуемый период в основном преобладал тип 13з (полярные вторжения отсутствуют, циклоническая деятельность над Арктическим бассейном, наличие мощных континентальных антициклонов), 12з (три полярных вторжения: на Северную Америку, Азию, атлантическое побережье Европы), 11 (два полярных вторжения на Северную Америку и Восточную Азию, соединяющие зимние континентальные антициклоны) [11]. При этих ЭЦМ преобладает антициклоническая деятельность. При антициклонической деятельности осадков выпадает меньше.

**Заключение.** При анализе метеорологических условий и синоптических процессов при увеличении солнечной активности за исследуемый период в летние месяцы выпадают обильные осадки в основном при ЭЦМ 13л. В холодный период преобладает антициклоническая деятельность при ЭЦМ 13з, 12з, 11, осадков выпадает меньше. Относительная влажность во все месяцы в бл/г больше, чем в нбл/г. Скорость ветра меньше в основном в летние месяцы в бл/г, чем в нбл/г, в осенние – больше. Продолжительность солнечного сияния с марта по август меньше, средняя месячная температура воздуха ниже в бл/г, чем в нбл/г. Все эти условия способствуют оледенению, но ледник продолжает отступать в последние годы, хотя и более замедлено [10], (так как температура воздуха продолжает возрастать).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Комплексный макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометиздат, 1961. – 211 с.
2. Байдал М.Х. Колебания режима ледников в связи с макроциркуляционными эпохами. // МГИ. – 1964. – Вып. 10. – С. 112-120.
3. Байдал М.Х. Структурный анализ и прогноз колебания климата. / Вопросы прикладной климатологии. // Труды КазНИГМИ. – 1970. – Вып. 35. – С. 3-9.

4. Дзердзеевский Б.Л. Проблемы колебаний общей циркуляции атмосферы и климата. / Воейков и современные проблемы климатологии. – Л.: 1956. – С. 109-122.
5. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. – М.: 1975. – 285 с.
6. Ерисковская Л.А. Климатические изменения в высокогорной зоне Заилийского Алатау на примере ледника Туйыксу. // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 3. – С. 33-38.
7. Ерисковская Л.А. Метеорологическая обусловленность колебаний границы питания на леднике Туюксу. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №2. – С. 79-88.
8. Ерисковская Л.А. Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туйыксу. // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 4. – С. 108-117.
9. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туюксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
10. Ерисковская Л.А., Пиманкина Н.В. Колебания климата и баланс массы ледника Туйыксу (Иле-Алатау). // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 3. – С. 78-84.
11. Савина С.С. Обобщенные схемы элементарных циркуляционных механизмов. // МГИ. – 1987. – №13. – С. 18-29.
12. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии. // МГИ. – 2003. – Вып. 95. – С. 45-65.

Институт географии, г. Алматы

### **ЖЫЛ ІШІНДЕГІ ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ КҮН БЕЛСЕНДІЛІГІ ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ**

Л.А. Ерисковская

*Тұйықсу мұздығындағы 1972...2009 жж. аралығында мұздауға қолайлы және қолайсыз жылдардағы күн белсенділігінің өзгерістері, күннің жарқырау ұзақтылығы, жел жылдамдығы, салыстырмалы ылғалдылығы, орташа айлық ауа температурасы және Б.Л. Дзердзеевский типі бойынша синоптикалық процесстері қарастырылады.*

УДК 551.578.483

**ЭМПИРИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗА ЛАВИН, СВЯЗАННЫХ С  
ОСАДКАМИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КОТЫРБУЛАК**

Канд. техн. наук В.В. Жданов

*Разработан эмпирический метод прогноза лавин для нового снеголавинного поста «турбаза Алма-Тау». Из-за недостатка статистического материала применены методы прогноза, рекомендованные для малоизученных горных районов. После прохождения производственных испытаний, данный метод можно рекомендовать для прогноза лавин в верховьях реки Котырбулак.*

Осенью 2008 г. в районе турбазы «Алма-Тау» (хребет Иле-Алатау, Котырбулакское лесничество, высота 1840 м над уровнем моря) был открыт снеголавинный пост. Открытие этого поста обусловлено следующими причинами:

- в этом районе расположены многочисленные лавиносборы, характерные (индикаторные) для среднегорного пояса Илейского Алатау;
- верховья реки Котырбулак интенсивно осваиваются туристами и лыжниками. Здесь расположено несколько частных горнолыжных и туристических баз;
- во время многоснежных лавиноактивных зим наблюдался сход лавин, объемом более 100 тыс. м<sup>3</sup>;
- за последние годы в районе турбазы «Алма-Тау» из-за лавин произошло несколько несчастных случаев со смертельным исходом.

На посту проводятся стандартные метеорологические и снеголавинные наблюдения, в соответствии с руководящими документами и годовыми планами работ [1]. Информация передается в отдел снеголавинных наблюдений и прогнозов. Пост является прогностическим подразделением, но, в отличие от снеголавинных станций, локального метода прогноза для бассейна реки Котырбулак не существует. Для прогноза лавинной опасности в районе снеголавинного поста используются фактические данные наблюдений за погодой и состоянием снежного покрова, а так же фоновый прогноз лавин для всего Илейского Алатау. Однако фоновый прогноз – это предупреждение общего пользования, носящее рекомендательный характер и предназначенное для больших территорий (область, горный хребет). Для локального прогноза лавин в пределах бассейна реки

такие предупреждения, как правило, не используются. Общая оправдываемость фоновое предупреждения, применительно к бассейну реки Котырбулак, составила 57 % (зимний сезон 2010...2011 гг.).

В практике работы снеголавинных станций «Шымбулак» и «озеро Улкен Алматы» применяются эмпирические методы прогноза, основанные на статистической обработке материала за период наблюдения более 15 лет [2]. Поскольку в среднегорной зоне Илейского Алатау преобладают лавины, связанные с осадками (80 % случаев), прогноз лавин этого типа наиболее актуален. Различные авторы рекомендуют применять для прогноза следующие параметры: высота снега на метеоплощадке, на шурфе (стационарной площадке для наблюдений за снежным покровом) или в лавиносборах, и количество осадков или прирост снега на метеоплощадке.

Линии зависимости схода лавин от упомянутых выше факторов на прогностических графиках и формулы, их описывающие, получают эмпирическим путем. Корректировка прогностических графиков осуществляется после оценки оправдываемости по результатам авторских и производственных испытаний. Предлагаемые методы применимы только для прогноза лавин на ограниченной территории. Их общая оправдываемость составляет 80...90 %.

Для качественного обеспечения потребителей снеголавинной информацией необходим локальный прогноз лавин в районе турбазы «Алма-Тау». Поэтому остро встал вопрос разработки методов прогноза лавинной опасности для этого района.

В период 2008...2011 гг. проводились наблюдения за погодой и лавинами, в конце зимнего лавинного сезона составлялись технические отчеты. Эта информация необходима для сравнения с другими данными метеостанций и для анализа лавинной опасности в районе. Данные наблюдений обрабатывались с помощью компьютера [3]. Коэффициенты корреляции между соседними снеголавинными станциями приведены в табл. 1. При количестве синхронных сроков наблюдений за три зимних периода, равном 488, все коэффициенты корреляции оказались значимыми при 5 % уровне значимости. Наиболее тесная связь метеохарактеристик снеголавинного поста «турбаза Алма-Тау» наблюдается со снеголавинной станцией (СЛС) «Шымбулак».

Это объясняется тем, что оба пункта наблюдения расположены в среднегорной лесной зоне северного склона хребта Иле Алатау на близкой к абсолютной высоте над уровнем моря. Здесь наблюдаются идентичные условия лавинообразования и параметры лавиносборов (площадь, крутизна склона, подстилающая поверхность).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции метеопараметров на соседних снеголавинных станциях (период 2008...2011 гг.)

Метеохарактеристика	Пункт наблюдения		
	пост «Турбаза Ал-ма-Тау» – СЛС «Шымбулак»	пост «Турбаза Ал-ма-Тау» – СЛС «озеро Улкен Алматы»	СЛС «озеро Улкен Алматы» – СЛС «Шымбулак»
Высота снега в 9:00 ч на метеоплощадке	0,90	0,85	0,94
Высота снега в 9:00 ч на шурфе	0,72	0,52	0,85
Сумма осадков за сутки	0,49	0,34	0,76
Температура воздуха в 9:00 ч на метеоплощадке	0,96	0,90	0,93

С учетом схожести факторов лавинообразования, представлялось целесообразным применить прогностические графики, разработанные для СЛС «Шымбулак», при прогнозе лавин в районе турбазы «Алма-Тау». Е.И. Колесниковым предложен прогностический график зависимости схода лавин от высоты старого снега на метеоплощадке и количества выпавших осадков, а И.В. Кондрашовым – графики зависимости высоты снега в индикаторных лавиносборах от прироста снега на метеоплощадке [4].

Для того, чтобы оценить эти методы были проанализированы случаи выпадения осадков и случаи схода лавин. Осадки были разделены на «лавинноопасные» и «нелавинноопасные» по методу, предложенному упомянутыми авторами. Всего за исследуемый период времени наблюдалось 45 случаев выпадения осадков. Осадки менее 5 мм не учитывались. Количество осадков суммировалось за весь период выпадения осадков. Наблюдения за сходом лавин проводились визуально. Отсутствие регистратора схода лавин не позволяет определить время схода лавин и оценить время от начала выпадения осадков до момента схода лавин.

Для оценки качества прогноза лавин для турбазы «Алма-Тау» по прогностическому графику СЛС «Шымбулак», была проведена проверка на независимом материале. Использовались данные наблюдений за лавинами и осадками на снеголавинном посту «турбаза Алма-Тау» за период 2008...2011 гг. Общая оправдываемость прогноза составила 67 %. Характеристики осадков приведены в табл. 2. По данным табл. 2 видно, что осадки, сопровождавшиеся сходом лавин, были более интенсивные при примерно одинаковой продолжительности.



Характеристика осадков, разделенная на 2 класса лавиноопасности, за период 2008...2011 гг.

Класс лавиноопасности	Характеристика осадков					
	Количество случаев	Продолжительность, час	Количество осадков, мм	Прирост снега, см	Интенсивность, мм/час	Интенсивность прироста, см/час
Осадки со сходом лавин	20	67	28	21	0,5	0,4
Осадки без схода лавин	25	60	21	11	0,3	0,2

Учитывая невысокую оправдываемость данного метода и недостаток статистического материала, было принято решение: рассчитать критическое количество осадков, необходимое для схода лавин по универсальному методу, для малоизученных горных районов [5]. Е.И. Колесниковым была построена прогностическая кривая зависимости схода лавин от высоты старого снега и количества осадков. Затем была получена формула, описывающая эту кривую, получены коэффициенты для известных пунктов наблюдений и предложены способы расчета коэффициентов для малоизученных районов. Коэффициенты корреляции между расчетными и фактическими значениями коэффициентов составляют 0,94.

Основой метода прогноза является определение критических значений количества осадков ( $X_{кр}$ ), необходимого для схода лавин в зависимости от высоты старого снега на метеоплощадке перед снегопадом  $h_{см}$ . Критическое значение осадков определяется по графику или с помощью формулы. Если количество выпавших осадков достигает или превышает критическое значение, то наступает лавинная опасность. Формула для прогноза начальных условий лавинообразования имеет вид:

$$X_{кр(h)} = 50 - K_p \sqrt{h_{см}}, \quad (1)$$

где  $X_{кр}$  – критическое количество осадков, необходимое для схода лавин (мм),  $h_{см}$  – высота старого снега на метеоплощадке (см),  $K_p$  – расчетный коэффициент.

Для прогноза массового схода лавин используется формула:

$$X_{кр(м)} = 60 - K_p \sqrt{h_{см}} . \quad (2)$$

Для известных метеорологических и снеголавинных станций коэффициент  $K_\phi$  определен по фактическим значениям. Для малоизученных районов предложены различные формулы и графики по определению  $K_p$  [5]. Одна из формул имеет вид:

$$K_p = \frac{396}{h_{\max}} + 0,11, \quad (3)$$

где  $\bar{h}_{\max}$  – средняя максимальная высота снежного покрова в данном районе по наблюдениям за несколько лет или по климатическому справочнику по ближайшей метеостанции, (см). Кроме того, для северного склона Илейского Алатау рекомендуется брать эталонное значение коэффициента, равное 4,8. Эталонным считается значение  $K_\phi$  для СЛС «озеро Улькен Алматы».

Линия зависимости для прогноза начальных условий лавинообразования в бассейне реки Котырбулак была построена по формуле (1). Коэффициент  $K_p$  рассчитан по формуле (3). Средняя максимальная высота снежного покрова  $\bar{h}_{\max}$ , по данным наблюдений по дистанционным снегомерным рейкам за период 2008...2011 гг., равна 90 см. Таким образом формула для расчета  $X_{кр(н)}$  (начальные условия лавинообразования) будет иметь следующий вид:

$$X_{кр(н)} = 50 - 4,5\sqrt{h_{см}} . \quad (4)$$

При испытании метода на независимом материале (данные наблюдений за осадками и сходом лавин), при использовании коэффициента  $K_p = 4,5$  общая оправдываемость метода составила 73 %, а при использовании коэффициента  $K_p = 4,8$  – 71 %. Для сравнения: оправдываемость этого метода для СЛС «Шымбулак» с коэффициентом 5,4 равна 79 %.

Для прогноза массового лавинообразования использована формула (2), с эталонным коэффициентом:

$$X_{кр(м)} = 60 - 4,8\sqrt{h_{см}} . \quad (5)$$

Для удобства работы дежурного сотрудника поста «Турбаза Алма-Тау» составлена инструкция по составлению прогноза лавин. Формулы (4) и (5) внесены в программу «Excel». При внесении в компьютер оператив-

ной информации в срок 9:00 ч местного времени критические величины считаются автоматически. Кроме того, критическое количество осадков можно рассчитать по прогностическому графику, изображенному на рис.

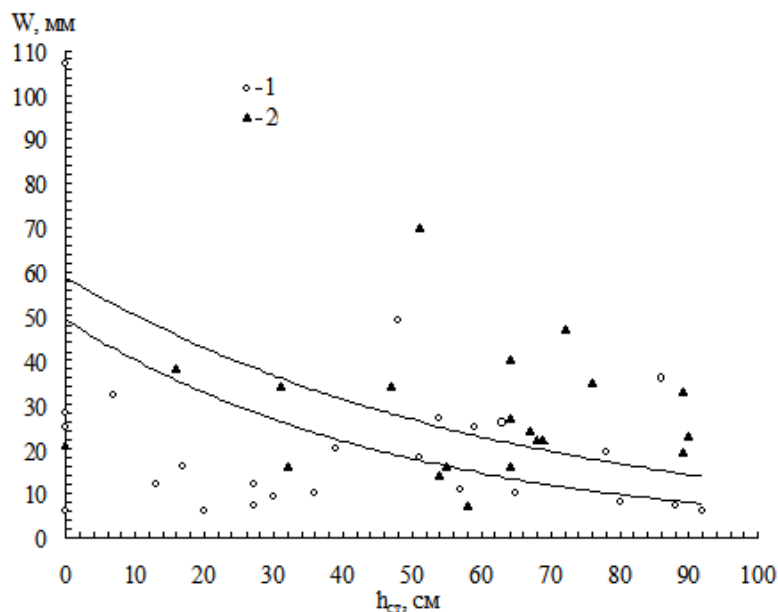


Рис. Зависимость высоты старого снега на метеоплощадке и количества осадков за снегопад. 1 – случаи выпадения осадков без схода лавин, 2 – случаи со сходом лавин. Нижняя линия соответствует критериям начального лавинообразования, верхняя – массовому сходу лавин.

Из-за недостатка информации трудно оценить качество прогноза с использованием верхней линии на графике.

При выпадении осадков дежурный сотрудник обязан наблюдать за ними. Во время интенсивных осадков проводятся учащенные наблюдения. Если количество выпавших осадков приближается к критическому значению и осадки не прекращаются, то наступает период лавинной опасности. Заблаговременность прогноза 1...3 часа. Большинство существующих методов прогноза лавин имеют аналогичную заблаговременность. Этого времени должно хватить для оповещения заинтересованных организаций, и принятия необходимых мер.

#### ВЫВОДЫ:

1. Для разработки самостоятельного метода прогноза лавин в бассейне реки Котырбулак необходим сбор данных за период 15 лет и более.

Использование универсального метода прогноза для малоизученных горных районов является временной мерой.

2. Общая оправдываемость метода прогноза составила 73 %. Это выше, чем при использовании методов, разработанных для соседних снеголавинных станций и намного выше, чем для фоновых прогнозов лавин.
3. Если производственные испытания метода прогноза в оперативной работе снеголавинного поста «турбаза Алма-Тау» покажут хорошую оправдываемость, его можно рекомендовать для дальнейшего использования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по снеголавинным работам. – РГП «Казгидромет». – 2006. – 262 с.
2. Кондрашов И.В. Прогноз лавин и некоторых характеристик снежности в горах Казахстана. – Л.: Гидрометеоздат. – 1991. – 72 с.
3. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. – М.: Инфра-М, 1998. – 528 с.
4. Практическое пособие по прогнозированию лавинной опасности в Казахстане. – РГП «Казгидромет». – 2005. – 262 с.
5. Колесников Е.И. Способ расчета эмпирических формул для прогноза лавин свежевыпавшего снега в малоизученных горных районах // Ледники, снежный покров и лавины горных районов Казахстана. – Алма-Ата. – 1983. – С. 149-162.

ЦГМ, г. Алматы

#### **ҚОТЫРБҰЛАҚ ӨЗЕНІ АЛАБЫНДАҒЫ ЖАУЫН-ШАШЫНМЕН БАЙЛАНЫСТЫ КӨШКІНДІ БОЛЖАУДЫҢ ЭМПИРИКАЛЫҚ ӘДІСІ**

Техн. ғылымд. канд. В.В. Жданов

*«Алма-Тау турбаза» жаңа қарқөшкін бекеті үшін көшкінді болжау эмпирикалық әдісі өңделген. Статистикалық мәліметтердің жеткіліксіздігінен аз зерттелген таулы аудандарға арналған болжаудың әдісі ұсынылған. Берілген әдісті өндірістік тәжірибеден өткеннен кейін Қотырбұлақ өзенінің жоғарғы ағысындағы көшкінді болжау үшін ұсынуға болады.*

УДК 556.18.004.14

**ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА  
ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА НА  
ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2035 ГОДА**

Канд. техн. наук В.И. Ли  
А.О. Домран  
А.В. Линейцева

*Приведены результаты исследований уязвимости водных ресурсов Казахстана при антропогенном изменении климата. По результатам моделирования выявлено, что в начале 21 века водные ресурсы в целом по Казахстану увеличатся. Исключение составляют равнинные реки Западного Казахстана, Казахского мелкосопочника, где увеличение стока более значительно, а также реки горно-ледниковых бассейнов, сток которых за рассматриваемый период несколько выше, в основном за счет дополнительного поступления талых вод, образовавшихся в результате деградации горного оледенения.*

Для исследования возможной уязвимости водных ресурсов Казахстана вследствие антропогенных изменений климата в качестве методической основы использована усовершенствованная концептуальная математическая модель формирования стока, разработанная в Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте (КазНИГМИ) под руководством В.В. Голубцова [1, 2, 3 и др.] для горных рек. В ее основу положены принципы, изложенные в работах [4, 5, 6, 7, 8].

Основными входными данными для моделирования гидрографа стока являются суточные суммы осадков и средние суточные температуры воздуха на метеорологических станциях, расположенных в пределах бассейна или вблизи от него. Блок-схема модели приведена на рисунке.

В настоящем проекте были продолжены исследования, проведенные в рамках второго национального сообщения [9].

В проекте были использованы другие модели глобального климата с более высоким разрешением и проведена адаптация модели формирования гидрографа стока для оценки уязвимости водных ресурсов с использованием новых сценариев потенциального антропогенного изменения климата.

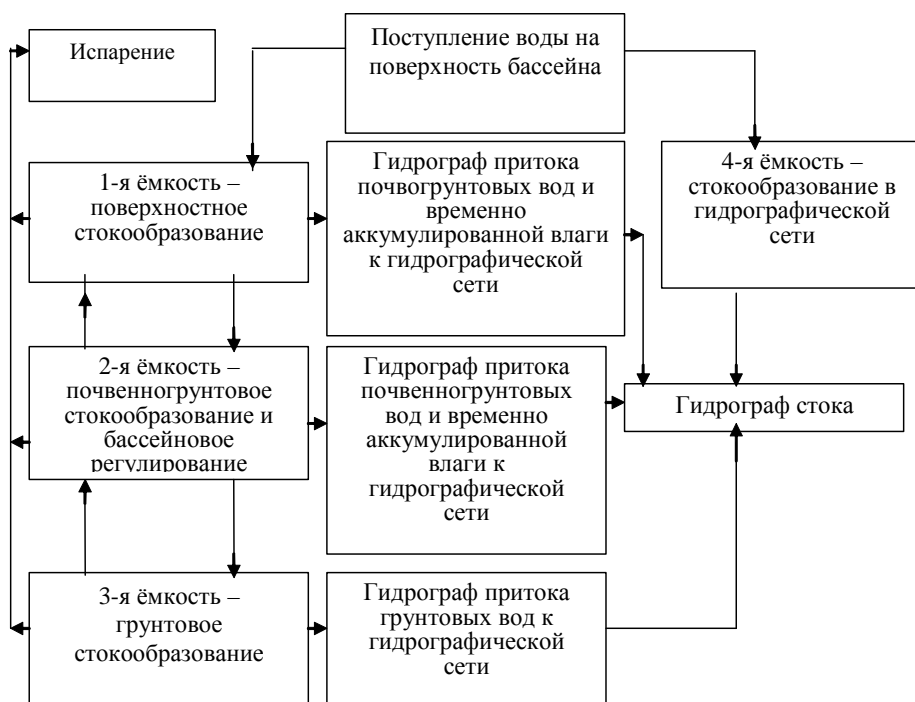


Рис. – Общая структура модели формирования стока.

Антропогенные изменения климата были приняты по сценариям А2 и В1. В качестве исходных данных для оценки будущих изменений в количестве осадков использованы выходные данные глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) нового поколения (CMIP3 – Coupled model intercomparison project – Проект сравнения объединенных моделей (общей циркуляции атмосферы и океана)).

Расчёты были проведены с использованием программного комплекса MAGICC/SCENGEN (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/SCENario GENERator, version 5.3.v2) по данным ансамбля из 9 моделей. Это модели, разработанные в Канаде (CGCM3.1(T47)), Австралии (CSIRO-Mk3.0), Германии (ECHAM5 /MPI-OM), США (GFDL-CM2.0 и GFDL-CM2.1), Японии (MIROC3.2med и MRI-CGCM2.3.2), Великобритании (UKMO-HadCM3) и совместная модель Германия/Северная Корея (ECHO-G).

Будущие изменения в количестве осадков и температуры воздуха рассматриваются для двух сценариев SRES («Special report on emission scenarios» – Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов): А2 и В1 (Nakicenovic et al., 2000) и для трёх временных периодов: 2006...2035 гг.,

2016...2045 гг., 2036...2065 гг. 21 века, осредненных за 30 лет по отношению к базовому климатическому периоду 1980...1999 гг.

Выходные данные моделей приведены к единой широтно-долготной сетке, пространственное разрешение которой составляет  $2,5 \times 2,5^\circ$ .

Выбор моделей осуществлен по значению коэффициента пространственной корреляции между наблюдаемыми и смоделированными значениями температуры приземного воздуха и количества осадков.

Просчитано изменение приземной температуры воздуха и осадков к 2035 году при двух сценариях изменения концентрации парниковых газов A2 и B1.

Оценка уязвимости водных ресурсов вследствие антропогенного изменения климата была проведена для четырнадцати бассейнов рек, относящихся к восьми водохозяйственным бассейнам. Пять из них равнинные – бассейны рек Тобол, Ишим, Нура, Сарысу и Урал. Бассейны рек Уба, Ульба, Или, Каратал, Коксу, Арысь, Шаян, Нура, Сарысу, Шу и Талас – горные. Реки Или, Каратал, Коксу, Шу и Талас относятся к рекам с ледниковым питанием [10...16].

Следует отметить моделирование стока рек Урал, Шу, Талас, Нура, Сарысу осуществлялось другим способом. В основе расчета по этому способу лежит использование среднемноголетнего коэффициента стока и среднемноголетних сумм осадков по метеостанциям, расположенным в бассейнах этих рек.

**Бассейн рек Уба и Ульба** (Иртышский водохозяйственный бассейн) расположен в Рудном Алтае. Суммарная площадь водосбора рек Уба и Ульба составляет  $14840 \text{ км}^2$ . Высотные отметки изменяются в пределах 200...2600 м. Около 90 % площади водосбора располагается ниже высоты 1600 м. Общий уклон равен 220 ‰. Более 50 % площади занимают лесные массивы, состоящие в основном из хвойных пород деревьев. До 82 % леса сосредоточено в высотной зоне от 400 до 1600 м. Климат резко континентальный. Зимой температура воздуха может опускаться до  $-48^\circ\text{C}$ . Среднемесячная температура июля в предгорьях равна  $20,2^\circ\text{C}$ . Количество атмосферных осадков изменяется с высотой местности. На высоте 200 м оно составляет 410 мм, на высоте 1600 м – 1220 мм. Преобладающая часть осадков, до 70 % от годовой суммы, выпадает в теплое время года. Около 60 % жидких осадков наряду с талыми водами участвует в формировании весеннего половодья, продолжаю-

щегося 3...4 месяца. В весеннее половодье проходит обычно 60...70 % годового стока. Речной сток используется в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве. Однако доля используемых вод, как правило, не превышает 10 %.

**Бассейн реки Тобол** (Тобол-Тургайский водохозяйственный бассейн) расположен в Северном Казахстане. Площадь водосбора равна 13400 км<sup>2</sup>. Высота местности изменяется в пределах 220...420 м. Средний уклон составляет 8,7 ‰. Около половины площади водосбора распаханно и используется в основном для выращивания зерновых культур. Климат в бассейне резко континентальный: лето жаркое и сухое, зима холодная и малоснежная. Размах колебаний температуры воздуха иногда превышает 80 °С. Среднемесячная температура воздуха в январе в среднем равна -16,5...-17,0 °С. Максимальные температуры воздуха достигают 40 °С, минимальные – -40 °С. Средняя годовая температура воздуха 2,2...2,8 °С. Годовая сумма атмосферных осадков колеблется по территории в среднем от 250 до 400 мм. До 70...85 % осадков выпадает в теплый период года – с апреля по октябрь.

В водном режиме реки Тобол обычно резко выделяется волна весеннего половодья, с средней продолжительностью около месяца, однако в некоторые годы половодье бывает низким, сглаженным по форме. Доля его стока в годовом объеме достигает 80 % и более. В бассейне Тобола имеется множество прудов, малых водохранилищ, копаней, прудокопаней. Наибольшими искусственными водоемами являются Брединское и Желкуарское водохранилища. Речные воды используются для водоснабжения, орошения, водопоя скота. Водозаборы из реки и ее притоков в последнее десятилетие находятся на уровне 10...15 млн. м<sup>3</sup> в год.

**Бассейн р. Ишим** (Ишимский водохозяйственный бассейн), в основном, приходится на Акмолинскую, Кокшетаускую, Северо-Казахстанскую, а на юго-востоке – вклинивается в Карагандинскую область. По устройству поверхности он представляет увалистую равнину с приречными мелкосопочниками, высота которых достигает 350 м. Отдельные сопки и увалы образующие небольшие горные кряжи, сложены массивно-кристаллическими породами возвышаются до 700...800 м над уровнем моря.

На распаханых землях, кроме яровой пшеницы, выращивается озимая рожь, овес, ячмень просо. Среди технических культур наибольшее распространение имеет подсолнечник. Орошаемые земли в Акмолинской



области составляют около 30,5 тыс. га. Главной чертой климата рассматриваемого бассейна является его резкая континентальность, проявляющаяся в большой амплитуде колебаний температуры воздуха, сухости воздуха и незначительном количестве атмосферных осадков. Средняя многолетняя годовая температура воздуха в районе г. Астаны равна 1,6 °С. Наиболее холодный месяц – январь. Средняя температура воздуха в январе составляет минус 16...17 °С. Абсолютные минимумы в отдельные годы достигают минус 50...51°С (январь – февраль). Наиболее теплый месяц – июль, средняя температура которого колеблется от 19 до 21 °С. Абсолютные максимумы температуры достигают 40...43°С. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°С весной наблюдается обычно во второй декаде апреля, осенью – в третьей декаде октября. Первые заморозки отмечаются в конце первой или во второй декаде сентября. Самые ранние из них приходится на вторую – третью декаду августа, а наиболее поздние – на первую, реже на начало второй декады октября. Последние заморозки наблюдаются в промежуток времени со второй декады апреля до конца июля. В основном они наступают в конце второй – третьей декады мая. Продолжительность безморозного периода колеблется, в среднем, от 105 до 124 суток. Зимние оттепели бывают редко.

Бассейн р. Ишим располагается в зоне недостаточного увлажнения, годовая сумма осадков составляет около 350 мм. В течение года осадки распределяются очень неравномерно. На долю теплого периода года (апрель – октябрь) приходится 70...82 % от всех атмосферных осадков. Максимум обычно наблюдается в июле, минимум – в феврале-марте, но нередко бывает и в первые зимние месяцы (декабрь). Количество осадков сильно изменяется год от года. В самые влажные годы годовая сумма достигает 300 мм, а в засушливые – 130 мм.

Основное накопление снега происходит до января – начала февраля. Перед началом весеннего снеготаяния максимальные снеготаяния составляют 60...80 мм, а в многоснежные зимы более 100 мм.

Таяние снежного покрова обычно начинается при отрицательных дневных температурах воздуха под воздействием прямой солнечной радиации. Сход устойчивого снежного покрова в среднем заканчивается во второй декаде апреля, сдвигаясь в ранние весны на конец марта, а затяжные – на май.

Основная фаза водного режима р. Ишим и ее притоков – весеннее половодье. Его продолжительность на р. Ишим составляет 75...100 суток, наибольшая – 130 суток, наименьшая – около 30 суток. Обычно весеннее половодье начинается в конце первой – начале второй декады апреля и заканчивается во второй – третьей декадах мая.

Во время половодья уровень воды на р. Ишим поднимается на 2...3 м. В многоводные годы превышение максимальных весенних уровней над меженными в верховьях Ишима достигает 3 м, ниже г. Астаны – от 5 до 9 м.

**Бассейн р. Или** (Балхаш-Алакольский водохозяйственный бассейн) расположен на юго-востоке Республики Казахстан и в Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китайской Народной Республики (КНР). Площадь водосбора р. Или до створа плотины Капшагайского водохранилища 113 тыс. км<sup>2</sup>. Около 76 % ее находится в пределах высот 1000...4000 м.

Площадь современного оледенения 1814 км<sup>2</sup>. Более 90 % ее приходится на высоты до 4600 м. Область наибольшего распространения оледенения (1261 км<sup>2</sup>) – верховья бассейна р. Текес, левой составляющей р. Или.

Климат Илийской впадины и низкогорных районов бассейна континентальный. Для него характерны большие суточные и годовые колебания температуры воздуха, холодная и малоснежная зима, жаркое и сухое лето.

Самым теплым месяцем является июль. В Илийской впадине и предгорьях средняя многолетняя температура июля составляет 23,5...25,5 °С. На высотах 2500...3000 м она равна 7...10 °С. Абсолютный максимум температуры воздуха также изменяется с высотой – от 42 °С в предгорьях до 20 °С в зоне ледников.

Осадки неравномерно распределяются внутри года. Большая их часть, особенно в среднегорной зоне (70...75 %) и межгорных котловинах (80...85 %), приходится на теплый период года (апрель-октябрь). Максимальное количество осадков выпадает в мае или июне, реже – в апреле или июле, а минимальное – в сентябре, в низкогорных районах – в августе.

Наибольшая годовая сумма осадков наблюдается в высокогорных частях бассейнов рек Малой и Большой Алматинок, а также в районе горного узла Хан-Тенгри. Здесь она достигает 1000...1300 мм. В то же время в Илийской впадине, вблизи от границы Казахстана с КНР, эта сумма составляет только около 150 мм.

Горные районы являются зоной формирования речного стока, ресурсы которого составляют 29,09 км<sup>3</sup>/год, из них 12,95 км<sup>3</sup>/год приходится на казахстанскую часть бассейна р. Или и 16,14 км<sup>3</sup>/год на сопредельную территорию КНР. Густота речной сети в большинстве высотных зон 0,2...0,3 км/км<sup>2</sup>. Особенно хорошо она развита на склонах гор, обрамляющих бассейн с юга.

Река Или образуется от слияния рек Текес и Кунгес, берущих начало с ледников Центрального Тянь-Шаня. Ее основными притоками в пределах Казахстана являются Шарын, Шилик, Хоргос и Усек, на китайской территории – р. Каш.

В высокогорной зоне, у языков ледников и в приморенных понижениях, много озер. Размеры их небольшие. Некоторые озера (например, Большое Алматинское) образовались в результате тектонических провалов и естественного подпруживания водотоков.

В предгорной зоне имеются пруды. Самым крупным искусственным водоемом является Капшагайское водохранилище.

**Бассейн реки Каратал** (Балхаш-Алакольский водохозяйственный бассейн) расположен на территории Алмаатинской области и состоит из ряда горных массивов и разделяющих их впадин. Наиболее глубокая из межгорных впадин, по которой протекает река Коксу, разделяет Джунгарский Алатау на Северный и Южный центральные хребты. В верховьях реки Коксу, в районе 80° в.д., обе части массива соединяются в единый горный узел – горы Конгоробо, образуя главный водораздел рек Джунгарского Алатау.

Характерной чертой рельефа является наличие плато – выровненных полого-волнистых форм. В высокогорных районах плато по долинам рек широкими лопастями вдаются в пределы скалистого альпийского рельефа. Периферийные части выровненных поверхностей часто расчленены глубокими эрозионными врезами.

Большинство ледников сосредоточено в бассейнах рек Коксу (136,5 км<sup>2</sup>) и Карой (71 км<sup>2</sup>). В верховьях Чиже имеются снежно-ледниковые образования (около 10 км<sup>2</sup>). Площадь активной зоны ледников связана с положением снеговой и фирновой линии. Снеговая линия (климатическая) изменяется в зависимости от экспозиции склонов, увлажненности и термического режима. В связи с этим, ее высота непостоянна как по территории, так и во времени. В наиболее теплые годы снеговая линия может быть намного выше фирновой.

Река Каратал образуется в результате слияния рек Кара, Чиже и Текели, берущих начало в центральных массивах Джунгарского Алатау на высоте 3500...4000 м. Бассейн реки Каратал до с. Каратальское расположен в диапазоне высоты 1000...3800 м. Площадь бассейна составляет 1160 км<sup>2</sup>, причем 216,4 км<sup>2</sup> занято ледниками, средняя высота бассейна равна 2400 м. Около 90 % площади расположено в диапазоне высот 1400...3400 м.

Уклоны и густота речной сети в бассейне реки Каратал до с. Каратальское изменяется от 0,28 до 0,59 км/км<sup>2</sup>. Уклоны склонов варьируют в пределах 111...296 ‰. Наибольшие уклоны в основном имеют склоны северной и восточной экспозиций. Средние значения уклонов для этих экспозиций соответственно равны 205 и 201 ‰. В то же время средний уклон склонов южной экспозиции – 179 ‰, а в западной – 143 ‰.

Около 83 % годового стока формируется в вегетационный период. Половодье на р. Каратал обычно начинается в первой декаде апреля. Максимум приходится на май-июль, когда происходит таяние сезонных запасов снега. Ход половодья связан с продвижением фронта снеготаяния по высотным зонам. В низкогорной и среднегорной зонах он определяется таянием сезонных снегов, в результате которого формируется первая волна половодья (апрель-июнь). В июле в процесс снеготаяния включается высокогорная зона. В это время основное питание река получает за счет таяния ледников и вечных снегов. При этом образуется вторая волна половодья (июль-август).

В середине сентября начинается меженный период. Минимум стока наблюдается в феврале.

Река Коксу является основным левым притоком реки Каратал. Свое название она получает после слияния двух примерно равных по водности рек Каракасык и Казан. Истоки ее находятся среди ледников.

Площадь водосбора реки Коксу до с. Коксу составляет 1590 км<sup>2</sup>, средняя высота бассейна – 2760 м. Пост расположен в 500 м к северо-востоку от селения. Почти вся площадь водосбора р. Коксу до с. Коксу расположена выше 1200 м. Около 70 % площади приходится на высоты более 2500 м.

Средняя густота речной сети равна 0,94 км/км<sup>2</sup>, наиболее развита речная сеть (более 1,0 км/км<sup>2</sup>) в диапазоне высот 1600...2600 м. Уклоны склонов по высотным зонам изменяются в широких пределах.

Ледники в бассейне реки Коксу встречаются на высотах более 3000 м, общая площадь оледенения составляет 140,3 км<sup>2</sup>. По водному режиму р. Коксу сходна с р. Каратау.

**Бассейн реки Арыс** (Арало-Сырдарьинский водохозяйственный бассейн) расположен, в основном, на территории Южно-Казахстанской и Кызылординской областей. Река Арыс берет начало в уроч. Шокпак, представляющем собой седловину между хребтами Таласский Алатау и Каратау. Исток реки образуется от слияния родников в 7 км выше с. Веселое. Площадь водосбора реки (14900 км<sup>2</sup>), длина (378 км). Для р. Арыс характерно общее западное направление течения, которое не изменяется на всем ее протяжении. Ее бассейн имеет языкообразную форму, уменьшаясь по ширине к устью реки. Южный водораздел проходит по Таласскому и Угамскому хребтам и горам Казыкурт. На севере линия водораздела пересекает в широтном направлении пустынно-степную зону, отделяя бассейн р. Боген. На северо-востоке и востоке бассейн р. Арыс граничит с бассейном р. Асса. Водоразделом служит хр. Каратау. На юго-западе и западе граница водораздела пролегает в начале по отрогам гор, а затем по полупустынной зоне правобережья р. Сырдарья.

Река Арыс протекает в трех основных ландшафтных зонах: горной – от истоков до устья р. Кок-Булак; предгорной – между устьями рек Кок-Булак и Бадам; равнинной – ниже устья р. Бадам. В горной зоне р. Арыс принимает значительное количество притоков. Это, главным образом, небольшие реки и ручьи родникового питания, стекающие с северных склонов Таласского хребта и гор Казыкурт. Наиболее крупный правый приток – р. Кок-Булак. В горных районах бассейна р. Арыс значительные площади искусственно орошаются водами реки и ее притоков.

Площадь водосбора реки Арыс до ж.-д. ст. Арыс составляет 13000 км<sup>2</sup>, бассейн расположен в диапазоне высот 200...4200 м. Средняя высота бассейна равна 900 м. Около 85 % площади водосбора находится в диапазоне высот 200...1500 м.

Река Шаян впадает в р. Боген с правого берега на 117-ом км от устья. Основные ее правобережные притоки – Майбулак и Шаян-Курусай. Слева река принимает приток Акбет. Долина реки трапециевидная. Ширина поймы изменяется от 300 до 500 м. Пойма заливается только в многоводные годы. Русло реки умеренно извилистое. Площадь водосбора до уроч. Майбулак составляет 485 км<sup>2</sup>. Средняя высота 770 м. Бассейн расположен ниже 1200 м.

Основным водотоком Урало-Каспийского водохозяйственного бассейна является *р. Урал*, своей средней и нижней частью, располагающийся на территории бассейна. Длина ее составляет 2428 км, а площадь водосбора – 231000 км<sup>2</sup>.

В среднем течении река принимает множество левобережных притоков, основными из которых являются реки Илек и Орь. Русла рек хорошо разработаны, ширина их до 40...60 м. Низовья рек Илека и Утвы изобилуют песчано-гравелистыми осередками, отмелями и косами. Через Прикаспийскую низменность р. Урал течет, не получая дополнительного питания и теряя на пути к морю часть своих вод на испарение. Пойма р. Урал в нижнем течении переходит в морскую террасу.

Гидрографическая сеть наиболее развита в пределах бассейна в районе Общего Сырта. С западной части Общего Сырта на юг стекают реки Чижа-1, Чижа-2, Большой и Малый Узень и другие. Все они слепо заканчиваются в Прикаспийской низменности, образуя внизу разливы, системы озер и соров. Наиболее крупные из этих рек Большой Узень и Малый Узень – стекают в Камыш-Самарские озера.

Реки Подуральского плато, впадающие в р. Урал ниже г. Уральска, представлены двумя маловодными притоками Барбастау и Солянка. Реки имеют слабо развитые долины.

Основными реками Шу-Таласского водохозяйственного бассейна являются *реки Шу и Талас*. Общая протяженность рек Шуйского и Таласского бассейнов составляет 38 500 км, густота речной сети – в среднем 0,45 км/км<sup>2</sup>, уклоны колеблются в широких пределах (2...200 ‰). Главной рекой является р. Шу с площадью бассейна (включая бессточные области в низовьях) 67 500 км<sup>2</sup>.

Река Шу берет начало из снежников и ледников высокогорных хребтов Тянь-Шаня на территории Киргизии. Она образуется от слияния двух ветвей: правой – Караходжура, левой – Качкор. Выйдя из Оротокойского ущелья, где воды собираются в водохранилище, Шу вступает в котловину озера Иссык-Куль. Далее река прорезает хребет Кунгей-Алатау в узком Боамском ущелье и течет по равнине, являясь границей Казахстана и Киргизии. Ниже с. Благовещенского она уже целиком протекает по территории Казахстана, принимая, справа ряд небольших притоков (Каракуруз, Кокпатас, Черная речка и др.), стекающих с юго-западных склонов Шу-Илийских гор. На границе с Моин-

кумами в р. Шу впадает последний приток – р. Курагаты, который доходит до нее только в период половодья. Ниже впадения Курагаты река поворачивает на северо-запад, течение ее замедляется, она разделяется на протоки, рукава и образует обширные разливы (Гуляевские, Камкалинские) с многочисленными старицами, озерами, заболоченными участками, покрытыми густыми зарослями тростника. В годы с высоким паводком р. Шу, наполняя водой Камкалинскую группу озер, протекает дальше; в годы с небольшим паводком длина реки сокращается на сто и более километров, в низовьях русло ее остается сухим – оно обрывается среди песчаных барханов недалеко от солончака Ащиккуль (в пределах Кзыл-Ординской области).

Общая длина р. Шу (вместе с. Караходжуром) около 1100 км; площадь бассейна – 148 тыс. км<sup>2</sup>. По территории Джамбульской области она течет на протяжении почти 500 км; ширина ее от 40 до 100 м, в низовьях – 10...50 м. Шу относится к рекам со смешанным типом питания. Но поскольку главную роль в образовании стока играют горные снега и ледники, паводок ее приходится на весенне-летние месяцы.

Река Талас берет начало на седловине между Таласским Алатау и Киргизским хребтом; исток ее называется Ушкаррой. На территорию Казахстана р. Талас прорывается через ущелье Капка, между горами Ичкелетау и Актау, на предгорной равнине он образует мощный конус выноса, сложенный галечниковыми, песчаными и суглинистыми отложениями. В районе г. Тараз из него веерообразно выведены оросительные каналы. Далее к северу основное русло Таласа приближается к долине реки Ассы. У нижнего края конуса выноса он подпитывается грунтовыми (карасучными водами). По мере продвижения на север водность реки уменьшается вследствие интенсивного использования воды для орошения. В 30...35 км севернее г. Тараз Талас поворачивает на северо-запад и течет в этом направлении до Учаральских разливов, где разветвляется на многочисленные рукава, образуя озера и заболоченные участки, заросшие тростником. Нижнее течение его проходит по пескам Моинкум, где он, теряя много воды на фильтрацию и испарение, исчезает в песках – примерно в 220 км от г. Тараза. Дальше прослеживается лишь сухое русло, покрытое мелкой галькой. Только в многоводные годы река заполняет русло, дотекая до озера Казоты в

группе Каракульских озер. Длина реки 661 км, по территории Казахстана 453 км, площадь водосбора 52,7 тыс. км<sup>2</sup>.

Основное питание р. Талас получает от таяния высокогорных снежников и ледников. Кроме того, в ее питании участвуют талые воды равнинных снегов, дожди, а в низовьях – грунтовые воды.

**Нура-Сарысуйский водохозяйственный бассейн** расположен большей своей частью на Центрально-Казахстанском мелкосопочнике (Сары-Арка). Южная часть бассейна располагается на пустынном плато Бетпак-Дала. В западной части водоразделом являются горы Улутау, высотой до 1135 м, а на востоке – низкогорный массив Каркаралы-Актау и Бугылы.

Современный рельеф Центрально-Казахстанского мелкосопочника представляет собой равнину с останцевыми горами и сопками. Наличие низкогорного рельефа в восточной и западной частях территории, понижение местности в целом на запад и юг определяют основное направление стока рек от центра к окраинным частям.

На юго-востоке склоны горного массива Каркаралы-Актау круто обрываются, переходя в плато Северного Прибалхашья. Рельеф здесь преимущественно ровный, с редко встречающимися небольшими возвышенностями и обособленными холмами.

Преобладающим рельефом на плато Бетпак-Дала, является плоская равнина, над поверхностью которой поднимаются невысокие глинистые увалы.

Бассейн не отличается большим разнообразием природных ландшафтов. С севера на юг здесь последовательно сменяются три зоны: засушливая (степь), полусухая (полупустыня) и сухая (северная пустыня).

Территория Нура-Сарысуйского бассейна включает бассейны рек Нура и Сарысу, озер Тенгиз и Карасор. Водные ресурсы бассейна не велики и составляют 4,59 км<sup>3</sup>. Для увеличения водных ресурсов был построен канал Иртыш – Караганда (ныне канал им. Сатпаева), доля которого при проектной загрузке может составить около 18 % общих ресурсов. На долю подземных вод приходится около 25 %, остальные водные ресурсы состоят из запасов воды в озерах (20 %), в водохранилищах (4 %) и на долю русловых запасов воды приходится 33 %.

Самая крупная река бассейна – Нура, берет свое начало с западных отрогов гор Кызылтас и впадает в озеро Тенгиз. Длина реки состав-



ляет 978 км, площадь водосбора – 58,1 км<sup>2</sup>. Основными притоками р. Нуры являются реки Шерубайнура, Улькенкундызды и Акбастау.

Река Сарысу берет начало двумя ветвями Жаксы-Сарысу и Жаман-Сарысу со склонов гор Бугылы и Актау на высоте 700...900 м. Устье реки – оз. Телеколь. Название составляющих отражают качество их вод, воды Жаман-Сарысу соленые, а Жаксы-Сарысу менее минерализованные. Общая длина реки 761 км, площадь водосбора 81600 км<sup>2</sup>. Средняя высота водосбора 490 м. Основной приток – р. Кара-Кенгир.

В бассейне р. Сарысу на 1 км<sup>2</sup> в среднем приходится 0,1 км речной сети, а в верхней части водосбора густота увеличивается в 2...3 раза. Средняя густота гидрографической сети составляет приблизительно 0,08 км/км<sup>2</sup>. В южных районах постоянно действующих водотоков нет.

Для бассейна характерно наличие обширных приводораздельных плато. Весенний сток на приводораздельных пространствах рек Сарысу и Кара-Кенгир аккумулируется в озерах и небольших микропонижениях.

Озерность речных бассейнов незначительна, в бассейне р. Сарысу – около 0,5 % территории. Регулирующего влияния на сток озера не оказывают. Залесенность бассейнов настолько мала, что не оказывает существенного влияния на их сток.

Река Сарысу и ее притоки являются типично равнинными водотоками. Форма речных долин и морфометрические характеристики русел рек изменяются по их длине. Ширина долин в верховьях рек и временных водотоков изменяется от нескольких десятков или сотен метров, а в низовьях рек – до нескольких километров. Ширина долины р. Сарысу достигает 5...10 км.

Значительная часть рек имеет хорошо выраженную надпойменную террасу. Пойма развита преимущественно в нижних течениях. Поймы рек в основном двухсторонние. У р. Сарысу и р. Кара-Кенгир поверхность поймы изобилует промоинами и задернованными западинами, часто затопляемыми водой. Растительность пойм преимущественно луговая. В среднем и нижнем течении р. Сарысу затопляемое дно долины сложено песчаными грунтами с разреженной растительностью.

Русла рек умеренно извилистые. Характерной чертой строения русел является хорошо выраженное чередование плесов и перекаатов в среднем и нижнем течении. Для р. Сарысу от истока к устью характерно увеличение мощности песчано-галечного материала, слагающего русло. Нижний участок реки представляет собой конус выноса аллювиальных отложений, аккумулирующий весь сток.

Естественный режим рек бассейна нарушен действием временных земляных плотин, периодически сооружаемых на реках.

В бассейне р. Сарысу насчитывается 20 озер и водохранилищ суммарной площадью 231 км<sup>2</sup>. Озера мелководные, соленые и большей частью, пересыхающие к концу лета. Озерные котловины в большинстве случаев круглые или вытянутые по направлению русла основного питающего их водотока.

Территория бассейна относится к зоне недостаточного увлажнения. Реки бассейна относятся к Казахстанскому типу. Этот тип характеризуется однопиковым гидрографом малой продолжительности (1...1,5 месяца). В период весеннего половодья по рекам проходит до 90 % годового стока, остальные 10 % стока приходятся на период летне-осенне-зимней межени. Следует отметить, что по некоторым рекам в меженный период наблюдается полное отсутствие стока.

На территории Нура-Сарысуйского бассейна расположены около 2000 озер и более 400 искусственных водоемов, большая часть которых находится в бассейнах рек Нура и Каркаралинка.

Характерной особенностью гидрографии является редкая речная сеть и относительно большое количество временных водотоков, имеющих сток только в период весеннего снеготаяния. Многие небольшие озерные чаши бывают заполнены только в короткий период после весеннего половодья.

#### **Оценка уязвимости водных ресурсов**

Для оценки влияния потенциального антропогенного изменения климата на водные ресурсы Казахстана выполнены следующие виды работ:

- 1) проведена подготовка исходных данных, необходимых для использования модели формирования стока, разработанной в КазНИГМИ;
- 2) определены параметры модели;
- 3) произведены численные эксперименты на модели для исследуемых бассейнов;
- 4) получена оценка уязвимости водных ресурсов в бассейнах рек Убы, Ульбы, Тобола, Ишима, Или, Каратала, Коксу, Арыси, Шаяна, Урала, Нуры, Сарысу, Шу и Таласа по заданным сценариям изменения климата.

Подготовка исходных данных включала сбор, анализ и занесение на носители информации о среднесуточных температурах воздуха, суточных суммах осадков, влажности, промерзания и оттаивания почвогрунтов

на метеорологических станциях, расположенных в пределах и вблизи исследуемых бассейнов, а также о стоке в замыкающих створах рек.

Определение параметров модели производилось на основе упомянутых выше гидрометеорологических данных. Привлекались также материалы наблюдений Лениногорской воднобалансовой станции. По крупномасштабным картам получены гидрографические и гипсометрические характеристики бассейнов рек.

В табл. 1 приведен перечень метеостанций по данным, которых проводилось моделирование стока.

Таблица 1

Перечень метеорологических станций, используемых при расчетах по модели формирования стока рек

Река	Метеостанция	Высота, м
<b>Иртышский водохозяйственный бассейн</b>		
	Лениногорск	809
Уба+Ульба	Усть-Каменогорск	285
	Шемонаиха	329
<b>Тобол-Тургайский водохозяйственный бассейн</b>		
Тобол	Бреды	310
	Джетыгора	279
<b>Ишимский водохозяйственный бассейн</b>		
	Астана	349
Ишим	Аршалы (Вишневка)	426
	Акколь (Алексеевка)	383
	Жалтыр	304
<b>Балхаш-Алакольский водохозяйственный бассейн</b>		
Или	Мынжилки	3017
	Ассы	2216
	Кегень	1845
	Нарынкол	1806
	Подгорное	1273
Каратал	Текели	1722
	Талды-Корган	601
	Кугалы	1410
Коксу	Текели	1722
	Талды-Корган	601
	Кугалы	1410
<b>Арало-Сырдарьинский водохозяйственный бассейн</b>		
Арысь	Тасарык (Блинково)	1122
	Т. Рыскулова (Ванновка)	899
	Шымкент	543
Шаян	Шаян	366

Река	Метеостанция	Высота, м
<b>Урало-Каспийский водохозяйственный бассейн</b>		
Урал	Уральск	35
<b>Шу-Таласский водохозяйственный бассейн</b>		
Шу	Бишкек	756
Талас	Талас	1217
<b>Нура-Сарысуыйский водохозяйственный бассейн</b>		
Нура	Караганда	554
Сарысу	Кызылжар	361

В табл. 2 приведены отклонения ресурсов при антропогенном изменении климата и значений естественных ресурсов в бассейнах рек и на перспективу до 2035.

Таблица 2

Сопоставление отклонений годового моделированного стока (сценарии А2 и В1) от его измеренных значений ( $\Delta W$ , %) и отклонений осадков ( $\Delta X$ , %) и температуры воздуха ( $\Delta T$ , °С)

Река	$\Delta W$ , %		$\Delta X$ , %		$\Delta T$ °С	
	А2	В1	А2	В1	А2	В1
Период до 2035 года						
Уба+Ульба	2,0	5,2	2,26	5,31	1,22	1,37
Тобол	7,1	5,4	3,35	4,74	1,31	1,64
Ишим	0,3	2,6	1,68	4,25	1,29	1,49
Или	9,0	15,2	2,55	2,78	1,18	1,55
Каратал	10,9	11,3	1,9	2,36	1,17	1,55
Коксу	10,5	11,2	1,9	2,36	1,17	1,55
Арысь	6,2	-7,3	5,41	3,77	1,29	1,65
Шаян	12,5	4,2	5,65	4,77	1,23	1,55
Урал	15,0	10,0	6,0	2,0	0,98	0,86
Шу	14,9	14,5	7,14	6,74	2,6	2,0
Талас	10,1	9,8	6,59	6,2	2,5	2,0
Нура	13,6	13,0	7,44	6,88	2,9	2,1
Сарысу	8,81	6,59	9,58	7,35	2,8	2,1

Данные табл. 2 показывают, что если изменения климата на перспективу до 2035 лет будут происходить в соответствии со **сценарием А2**, то водные ресурсы в целом по Казахстану увеличатся. На востоке РК это увеличение не значительно и составит около 2 % (горные бассейны рек Уба и Ульба). На севере республики в бассейне р. Ишим увеличения практически не будет, а в бассейне р. Тобол оно составит – 7,1 % (бассейны рек Ишим и Тобол равнинные). На юго-востоке Казахстана изменения водных ресурсов будут колебаться в пределах 9,0...10,9 % для бассейнов

рек Или, Коксу и Каратал (бассейны горные с ледниковым питанием). На юге республики изменения будут происходить в основном в пределах 6,2...12,5 % для бассейнов рек Арысь и Шаян (горные бассейны) и 14,9...10,1 % для бассейнов рек Шу и Талас (горные бассейны с ледниковым питанием). В бассейнах рек Нура и Сарысу (Казахский мелкосопочник) это увеличение составит соответственно – 13,6 % и 8,81 %. На западе Казахстана увеличение может достичь 15 % (бассейн р. Урал).

Если изменения климата на перспективу до 2035 лет будут происходить в соответствии со **сценарием В1**, то водные ресурсы в целом по Казахстану также увеличатся. На востоке РК это увеличение составит около 5,2 % (горные бассейны рек Уба и Ульба). На севере республики в бассейне р. Ишим увеличение будет порядка 2,6 %, а бассейне р. Тобол оно составит – 5,4 %. На юго-востоке Казахстана изменения водных ресурсов будут колебаться в пределах 15,2...11,3 % для бассейнов рек Или, Коксу и Каратал (бассейны горные с ледниковым питанием). На юге республики изменения будут происходить в основном в пределах 4,2 % в бассейне Шаян и только в бассейне р. Арысь ресурсы могут уменьшиться на 7 %. В бассейнах рек Шу и Талас они могут увеличиться до 14,5...9,8 %. В бассейнах рек Нура и Сарысу увеличение может быть соответственно – до 13,0 % и 6,59 %. На западе Казахстана увеличение ресурсов возможно до 10 % (бассейн р. Урал).

Следует отметить, что во всех вариантах и сценариях осадки и температуры увеличиваются. В горных районах за счет увеличения зимних осадков (особенно в основных стокообразующих зонах бассейнов) увеличиваются значения снегозапасов, что приводит в условиях повышения температуры воздуха к увеличению стока в весенний период. Увеличение температуры воздуха не так существенно, чтобы привести к значительному более раннему оттаиванию почвогрунтов и как следствие к увеличению потерь стока в период весеннего половодья. В равнинных бассейнах картина иная. Повышенные осадки меньше влияют на величину стока в силу больших его потерь на водосборе. В равнинных бассейнах более четко прослеживается зависимость от температуры воздуха. В условиях ее повышения наблюдается уменьшение глубины осеннего промерзания и как следствие этого увеличение потерь стока на инфильтрацию.

В разные по водности годы результаты оценки уязвимости водных ресурсов по сценариям изменения климата А2 и В1 показывают: незави-

симо от водности года изменение водных ресурсов имеет ту же тенденцию, что и в среднем за весь многолетний период.

По мнению климатологов РГП «Казгидромет», для условий Казахстана в определенной мере следует ориентироваться на оба сценария изменения климата. Поэтому, вероятно, можно полагать, что под влиянием антропогенного изменения климата произойдет увеличение водных ресурсов горных районов юго-востока и юга республики, а также в западных равнинных районах и их незначительное увеличение в восточных (горных) и равнинных районах северного Казахстана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В.В. О построении математической модели формирования стока в горном бассейне. // Труды КазНИГМИ. – 1975. – Вып. 48. – С. 3-25.
2. Голубцов В.В. Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации. – Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан (МО ОС РК) РГП «КАЗГИДРОМЕТ» Алматы, 2010. – 232 с.
3. Голубцов В.В., Ли В.И., Строева Т.П. Математическое моделирование процессов формирования стока горных рек в условиях ограниченной информации. // Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. – Т.6. – 1989. – С. 374-382.
4. Важнов А.Н. Анализ и прогноз стока рек Кавказа. – М.: Гидрометеиздат, 1966. – 274 с.
5. Комаров В.Д. Весенний сток равнинных рек Европейской части СССР, условия его формирования и методы прогноза. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 295 с.
6. Попов Е.Г. Вопросы теории и практики прогнозов речного стока. – М.: Гидрометеиздат, 1963. – 395 с.
7. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М. Модель поступления воды на поверхность горного бассейна и некоторые результаты ее проверки на бассейнах рек Западного Тянь-Шаня. // Тр. САНИГМИ. – 1970. – Вып. 52 (67). – С. 3-20.
8. Виноградов Ю.Б. Вопросы гидрологии дождевых паводков на малых водосборах Средней Азии и Южного Казахстана. // Тр. КазНИГМИ. – 1967. – Вып. 28. – 262 с.
9. Ли В.И., Попова В.П. Оценка уязвимости водных ресурсов Казахстана при антропогенном изменении климата в первой половине 21 века. // Гидрометеорология и экология. – 2008. – №1. – С. 63-75.

10. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. // Серия публикаций ПРООН в Казахстане. – Алматы: 2004. – 132 с.
11. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под ред. В.А. Урываева. – Вып. II. Кустанайская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 711 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР / Под ред. Г.Л. Шимкевич. – Т. 13., Вып. I. Карагандинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 481 с.
13. Ресурсы поверхностных вод СССР / Под общей ред. М.С. Протасьева. – Т. 12., Вып. III. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 514 с.
14. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под ред. В.А. Урываева. – Вып. I. Акмолинская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 789 с.
15. Водные ресурсы СССР и их использование. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 302 с.
16. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 199 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

**2035 ЖЫЛҒА ДЕЙІНГІ КЕЛЕШЕКТЕ КЛИМАТТЫҢ  
АНТРОПОГЕНДІ ӨЗГЕРУ НӘТИЖЕСІНДЕ ҚАЗАҚСТАН СУ  
ҚОРЛАРЫНЫҢ ӘЛСІЗДІГІН БАҒАЛАУ**

Техн. ғылымд. канд.    В.И. Ли  
   А.О. Домран  
   А.В. Линейцева

*Климаттың антропогенді өзгеру нәтижесіндегі Қазақстан су қорларының әлсіздігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Моделдеу нәтижелері бойынша 21 ғасырдың басында жалпы Қазақстан бойынша су қорлары ұлғайған. Батыс Қазақстанның жазықтық, Қазақтың аласа таулы өзендерін ескермегенде ағынның ұлғайуы айтарлықтай байқалады, ал таулы-мұздықты алаптар өзендерінде ағын таулардың мұздылығы құлдырау салдарынан, қосымша еріген сулардың ағып келуінен қарастырылған мерзімде бірнеше есе көбейді.*

УДК 556.536

**СГОННО-НАГОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ НА  
БУХТАРМИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина

*В статье рассмотрен характер сгонно-нагонных явлений на Бухтарминском водохранилище, представлена статистика и описано сезонное распределение сгонно-нагонных явлений в различных частях водоема.*

Одним из крупнейших водохранилищ Казахстана является Бухтарминское на р. Иртыш в Восточно-Казахстанская области. Оно было образовано в результате перекрытия р. Иртыш (1960 г.) в месте сужения горной долины в 12 км ниже впадения р. Бухтармы. Его параметры при максимальном наполнении составляют: площадь – 5500 км<sup>2</sup>, объем – 49,825 км<sup>3</sup>, протяженность по спрямленному фарватеру – 370 км, наибольшая ширина – 35 км, глубина – 70 м. По морфометрическим и гидрологическим характеристикам водоем разграничивается на две отличающиеся между собой части: озерную и речную. Площадь (с подпором оз. Зайсан) составляет 5490 км<sup>2</sup>, объем воды – 49,6 км<sup>3</sup>, длина – 425 км, наибольшая ширина – 35 км [1].

Орографические особенности долины Иртыша наложили отпечаток на характер созданного водохранилища. На участке от створа Бухтарминской ГЭС до устья р. Курчум его следует отнести к водохранилищам горно-долинного типа с двумя плесами: Хайрузовским и Бухтарминским. Это наиболее глубоководная часть. Подтопленная часть Иртыша сравнительно не широкая. Средняя ширина – 5 км. Поэтому в этой части нет условий для развития опасных сгонно-нагонных явлений.

От устья р. Курчум до зоны выклинивания подпора на Черном Иртыше водохранилище носит озерный характер. Озерная часть представляет собой акваторию бывшего озера Зайсан. Эта часть представлена двумя широкими (до 20...22 км) плесами: Зайсанским и Курчумским. Озеровидный участок водохранилища является наиболее мелководным (особенно район Курчумского плеса) [3]. Особенностью южной части водохранилища является наличие подтапливаемых массивов тростника в прибрежной зоне обоих плесов. Это способствует формированию сгонно-нагонных явлений. Наиболее



подвержена таким колебаниям восточная и западная оконечности Зайсанского плеса при ветрах, совпадающих с его продольной осью.

Исследование сгонно-нагонных явлений необходимо проводить в совокупности с исследованием ветрового режима. Ветровой режим в районе Бухтарминского водохранилища, влияющий на формирование сгонно-нагонных явлений, определяется расположением центров барических образований. В условиях расчлененного рельефа горно-долинной части воздушные потоки испытывают значительные изменения в направлении и скорости. Для большинства районов направление долин рр. Иртыш, Курчум, Нарым и др. определяют господствующее направление ветра.

Характерной особенностью ветрового режима является шквалистость ветров, неустойчивость по направлению и небольшая продолжительность [2]. Среднегодовая скорость ветра небольшая и ее величина в западных равнинных районах меняется от 1,8 до 2,2 м/с, лишь в Зайсанской котловине ее величина возрастает до 2,4...3,2 м/с (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовые и максимальные скорости ветра в районе Бухтырминского водохранилища, м/с [4].

Характеристика	Метеостанция							
	Селезневка	Большенарымское	Самарка	Кокпекты	Курчум	Тугыл	Аксуат	Зайсан
Среднегодовая	1,8	2,1	1,8	2,2	2,2	3,2	1,9	2,4
Максимальная	20	34	24	24	33	23	28	24
Порывы	27	45	40	40	40	31	36	39

В тоже время максимальные скорости ветра довольно значительны и изменяются в диапазоне от 20 до 34 м/с, с порывами от 27 до 45 м/с. Повторяемость различных направлений ветра представлена на рис 1. Как видим, в течение года, практически во всех частях водохранилища наиболее часто дуют ветры западной четверти, а наиболее редко – южные.

Как было отмечено выше, в данном районе ветры носят шквалистый характер, неустойчивы по направлению и продолжительности. Более продолжительными и часто повторяющимися являются ветры, имеющие скорость от 1 до 5 м/с. Ветры со скоростью свыше 15 м/с наблюдаются очень редко.



*Рис. 1. Повторяемость различных направлений ветра в районе Бухтырминского водохранилища.*

Наиболее интенсивно ветровая деятельность развита на Зайсанском плесе (рис. 1), где преобладают ветры западного и восточного направлений, которые являются эффективными для формирования сгонно-нагонных явлений. Проведенный анализ местных условий и топографии побережья, а также ветровых условий, способствующих формированию значительных сгонно-нагонных волн, позволил предложить критерии опасности сгонно-нагонных явлений на исследуемых водоемах, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Критерии опасных направлений ветра для различных участков побережья Бухтарминского водохранилища

Район	Эффективные направления ветра со скоростью >15 м/с	
	нагоны	сгоны
Район Курчумского плеса	З, СЗЗ	В, ЮВВ
Западная оконечность Зайсанского плеса	ЮВ, ЮЮВ	СЗ, ССЗ
Восточная оконечность Зайсанского плеса	СЗ, ССЗ	ЮВ, ЮЮВ

Как отмечалось выше, ветровой режим определяет характер и распределение сгоно-нагонных явлений на Бухтарминском водохранилище. Неустойчивость по направлению и небольшая продолжительность ветров, определяет и небольшую продолжительность сгонно-нагонных явлений, которая колеблется от нескольких часов до 1, реже 2 суток. Анализ временного распределения сгонно-нагонных явлений показывает, что в безледоставный период они фиксируются в каждом месяце (рис. 2-3). Однако высота нагонов (сгонов) редко превышает 30 см, исключение составляют крайние оконечности водоема (Зайсанский плес), где при определенном направлении ветра имеется достаточный разгон волны для формирования опасного явления. Так, в районе Зайсанского плеса, при юго-восточном ветре может сформироваться нагон высотой, превышающей 50 см, а при северо-западном сгон 60 см и более.

В озерной части водохранилища ветры северо-западного направления также могут сформировать нагон более 50 см и ветры юго-восточного направления – сгон до 60 см. Надо отметить, что в этой части водоема штилевые дни, как и дни с сильными продолжительными штормами отмечаются не часто. Особенностью этого района является наличие подтапливаемых массивов тростника. Общая площадь тростника, попадающая в зону затопления оценивается в 500 км<sup>2</sup> [2].

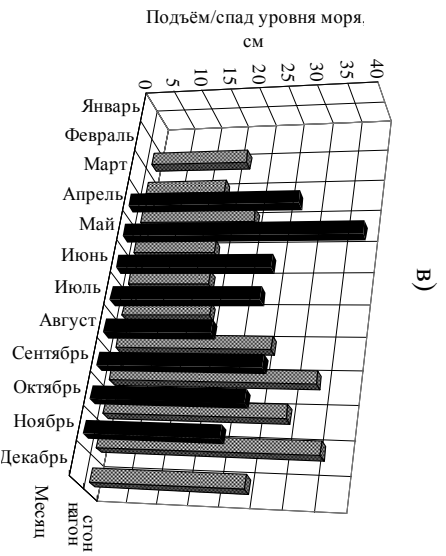
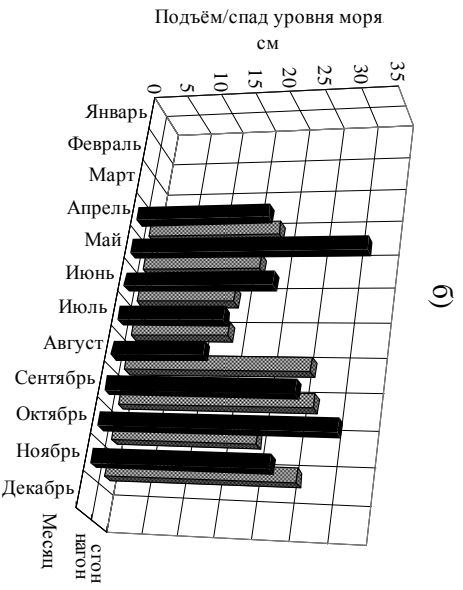
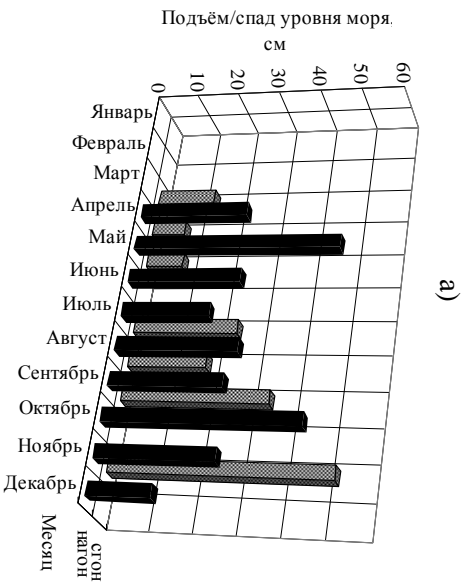


Рис. 2. Статистика сезонно-нагонных явлений в верхнем бьефе Бухтырминского водохранилища. а) – верхний бьеф; б) – ст. Заводино; в) – ст. Селезневка.

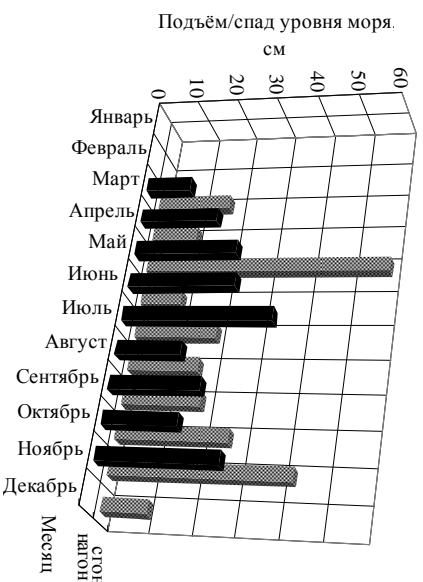
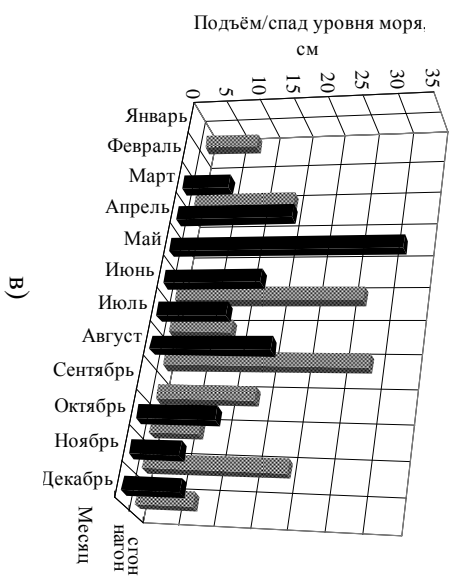
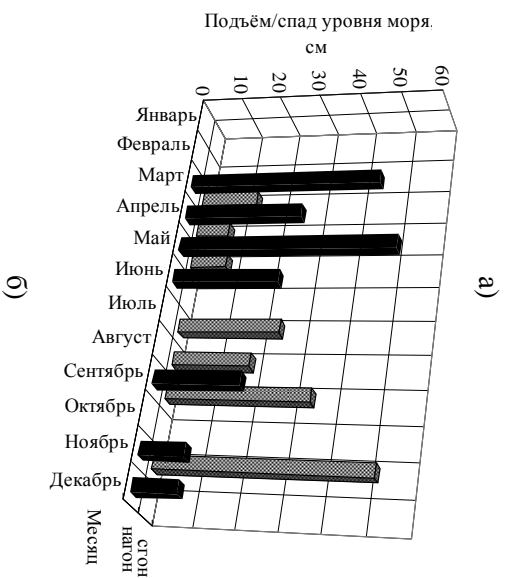


Рис. 3. Статистика сезонно-нагонных явлений в нижнем бьефе Бухтырминского водохранилища: а) – ст. Куйган; б) – ст. Аккут; в) – ст. Лугвы.

Активной ветровой деятельностью отличается район Курчумского плеса, при невысокой среднегодовой скорости ветра (2,2 м/с) данный район имеет наибольшее число дней с сильным ветром и, как следствие здесь довольно часто фиксируются сгонно-нагонные явления, высота которых превышает 50 см. Только зимой в этом районе преобладает затишье.

Повторяемость сгонно-нагонных явлений в течение года неодинакова. Во всех районах водоема крайне редко отмечаются сгонно-нагонные явления в зимний период, когда устанавливается ледостав. Практически во всех частях водохранилища нагонные явления равномерно распределены в течение остальных сезонов года, с некоторым преобладанием в весенний период, а сгонные явления преимущественно наблюдаются осенью. Исключение составляет район Курчумского плеса, где более 60 % случаев нагонов зафиксировано весной (наиболее часто в мае), а сгонные явления равномерно распределены в течение весны (37 %), лета (38 %) и осени (25 %).

Таким образом, проведенное исследование сгонно-нагонных ситуаций на Бухтарминском водохранилище показало:

- водоем находится в зоне активной ветровой деятельности, что приводит к частым денivelляциям уровня,
- особенности орографии водоема и прилегающей территории не позволяют сформироваться здесь особо опасным сгонно-нагонным явлениям.

В тоже время, штормовые нагоны, даже если они и не очень значительны, играют весьма важную роль во многих случаях усиленной абразии берегов. Поэтому исследование этих процессов и их учет при планировании хозяйственной и природоохранной деятельности, позволит значительно сократить экономический и экологический ущербы, причиняемыми стихийными бедствиями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казахская сср краткая энциклопедия. Т.2. Алма-ата: 1988, с. 101-102.
2. Ледовый режим бухтарминского водохранилища: отчет о нир. Серебрянск, 1970. – 98 с. – отв. Исп. С.п. чистяева.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь, Вып. 1, Горный Алтай и Верхний Иртыш. – Л.: Гидрометеиздат. – 1970. – 320 с.
4. Справочник по климату, вып. I-ivx, раздел 5 ветер, раздел 6 атмосферное давление – алматы, 2005. – 337 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

## **БҰҚТАЫРМА СУҚОЙМАСЫНДАҒЫ СУ ДЕҢГЕЙІНІҢ ШОҒЫРЛАНУ-ҚУҒЫНДАУ ТЕРБЕЛІСІ**

Геогр. ғылымд. канд. Н.И. Ивкина

*Мақалада бұқтырма су қоймасынадағы шоғырлану-қуғындау құбылыстарының мінездемесі қарастырылған, статистикасы келтірілген және су қоймасының әр бөлігінде шоғырлану-қуғындау құбылыстарының маусымдық өзгерістері суреттелген.*

УДК 556.164.048

**ПОСТУПЛЕНИЕ СТОКА В РЕСПУБЛИКУ КАЗАХСТАН ПО РЕКЕ  
УРАЛ НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2035 ГОДА**

А.В. Линейцева

*Статья посвящена оценке поступления воды по трансграничной реке Урал в Республику Казахстан из Российской Федерации на перспективу до 2035 г. Восстановлен сток в естественных условиях, а также в условиях антропогенной деятельности. Полученные данные показывают, что в связи с изменением климата, сток р. Урал в зоне формирования увеличится на 6...20 м<sup>3</sup>/с или на 3...7 % по сравнению с периодом 1980...1999 гг.*

В последние десятилетия отмечаются существенные изменения климата, которые значительно влияют на водные ресурсы [1]. Для оценки водных ресурсов на перспективу был рассчитан сток р. Урал – с. Кушум за период 2011...2035 гг. Для этого были использованы осадки, расчёт которых производился с использованием программного комплекса MAGICC/SCENGEN (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/SCENario GENerator, version 5.3.v2) по данным ансамбля из 9 моделей. Будущие изменения количества осадков рассчитаны по двум сценариям SRES («Special report on emission scenarios» – Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов): А2 и В1 (Nakicenovic et al., 2000) для временного периода 2006...2035 гг., осредненного за 30 лет по отношению к базовому климатическому периоду 1980...1999 гг.

Имея значения смоделированных осадков на период 2006...2035 гг., а также среднегодегний коэффициент стока, рассчитанный за период 1980...1999 гг. и равный 0,15, был восстановлен средний естественный сток р. Урал – с. Кушум на период 2006...2035 гг. (табл. 1, графа 4).

Таблица 1

Характеристики водного баланса р. Урал – с. Кушум (F= 190000 км<sup>2</sup>)

Период, гг.	Средние осадки, мм	Средний сток р. Урал – с. Кушум	
		м <sup>3</sup> /с	мм
1	2	3	4
1980...2009	326	298	49,6
2006...2035	сценарий В1	333	<b>50,6</b>
	сценарий А2	347	<b>52,8</b>



Далее, используя процедуру нормирования стока, был определен ежегодный сток р. Урал, начиная с 2006 г. по 2035 г. по формуле (1):

$$Q_i = Q_{cp} + \alpha \cdot \sigma, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – параметр нормирования, равен:

$$\alpha = (Q_i - Q_{cp}) / \sigma, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – расходы воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), приведенные в графах 2...5 табл. 2;  $Q_{cp}$  – среднееголетние расходы воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ),  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение.

$Q_{cp}$  для естественного периода принята равным  $262 \text{ м}^3/\text{с}$ , а  $\sigma$  –  $102 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Сток р. Урал на период 2011...2035 гг. был восстановлен по двум вариантам, для этого были использованы два различных сценария смоделированных осадков. Кроме того, сток был восстановлен для естественных условий, а также с учетом влияния антропогенной деятельности. Для восстановления стока на перспективу  $Q_{cp}$  принято равным  $281 \text{ м}^3/\text{с}$  для сценария А2 и  $293 \text{ м}^3/\text{с}$  – для сценария В1.  $\sigma$  для этих двух сценариев принята равной  $102 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Сведения восстановления стока, а также рассчитанные значения параметра нормирования  $\alpha$  приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Определение параметра  $\alpha$  для процедуры нормирования стока

Год	р. Урал – с. Кушум, восстановленный естественный сток, $\text{м}^3/\text{с}$	Параметр $\alpha$	Год	р. Урал – с. Кушум, восстановленный естественный сток, $\text{м}^3/\text{с}$	Параметр $\alpha$
1	2	3	4	5	6
1980	188	-0,73	1995	184	-0,76
1981	298	0,35	1996	172	-0,89
1982	160	-1,00	1997	208	-0,53
1983	278	0,15	1998	292	0,29
1984	119	-1,40	1999	171	-0,89
1985	272	0,10	2000	420	1,54
1986	217	-0,45	2001	312	0,49
1987	301	0,38	2002	431	1,65
1988	240	-0,22	2003	237	-0,24
1989	202	-0,59	2004	292	0,29
1990	436	1,70	2005	339	0,75
1991	261	-0,01	2006	108	-1,51
1992	174	-0,87	2007	372	1,07
1993	476	2,09	2008	184	-0,77
1994	406	1,41	2009	118	-1,41

Таблица 3

Естественный и бытовой сток р. Урал – с. Кушум, восстановленный на перспективу до 2035 г. по двум сценариям, м<sup>3</sup>/с

Год	Сток р. Урал – с. Кушум $Q_i$ на период 2011...2035 гг., м <sup>3</sup> /с			
	в естественных условиях		в условиях антропогенной деятельности, при среднем водопотреблении 64,3 м <sup>3</sup> /с в год	
	сценарий А2	сценарий В1	сценарий А2	сценарий В1
1	2	3	4	5
2011	290	302	226	238
2012	235	247	170	183
2013	319	331	255	267
2014	258	270	194	206
2015	220	233	156	168
2016	454	466	390	402
2017	279	291	215	227
2018	192	204	128	140
2019	494	506	430	442
2020	424	436	360	372
2021	203	215	138	151
2022	190	202	125	138
2023	227	239	162	175
2024	310	322	246	258
2025	189	202	125	137
2026	438	450	374	386
2027	330	343	266	278
2028	449	461	385	397
2029	256	268	191	203
2030	310	322	246	258
2031	357	369	293	305
2032	127	139	62	75,0
2033	390	402	326	338
2034	202	214	138	150
2035	136	149	72,1	84,3

Наблюденный (бытовой) сток на перспективу до 2035 г. восстанавливался как разность естественного восстановленного стока и средней величины водопотребления в бассейне, равной 64,3 м<sup>3</sup>/с (табл. 3, графы 4, 5).

На рисунке приведена совмещенная разностная интегральная кривая естественного, а также бытового стока р. Урал – с. Кушум, восстановленного на перспективу до 2035 г. [2, 3].

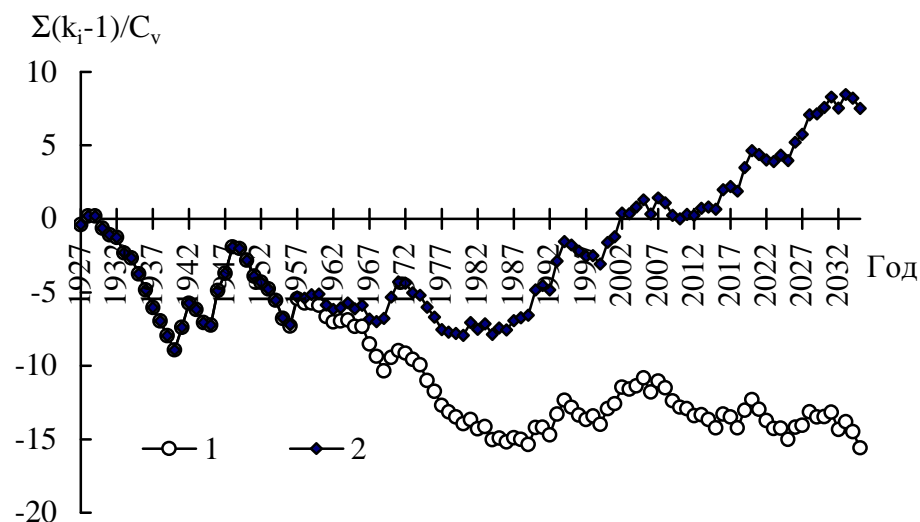


Рис. Совмещенная разностная интегральная кривая восстановленного на перспективу до 2035 г. естественного и наблюдаемого бытового стока р. Урал – с. Кушум. 1 – р. Урал – с. Кушум (бытовой сток), 2 – р. Урал – с. Кушум (восстановленный естественный сток).

В результате проведенных исследований была выполнена количественная оценка изменений притока речных вод в Республику Казахстан по р. Урал из Российской Федерации в естественных условиях, а также под влиянием факторов хозяйственной деятельности. Полученные данные показывают, что в связи с изменением климата сток р. Урал в зоне его формирования увеличится на 6...20 м<sup>3</sup>/с или на 3...7 % по сравнению с периодом 1980...1999 гг.

Автор выражает огромную благодарность В.В. Голубцову за помощь в подготовке статьи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР Нижнее Поволжье и Западный Казахстан, – Т. 12, Вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 512 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР Нижнее Поволжье и Западный Казахстан, – Т.12, Вып. II Урало-Эмбинский район, Приложение. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 151 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963...1970 гг. и весь период наблюдений) Нижнее По-

волжье и Западный Казахстан, – Т.12, Вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 323 с.

Казгидромет, г. Алматы

## **2035 Ж. ДЕЙІН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНА ОРАЛ ӨЗЕНІ АҒЫСЫНЫҢ ТҮСУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ**

А.В. Линейцева

*Бұл мақала Қазақстан Республикасына Ресей Федерациясынан трансшекаралық Орал өзені арқылы 2035 ж. дейін судың келуінің бағалануына арналған. Судың ағысы табиғи жолмен және антропогенді жағдайлар барысында қалыпқа келтірілді. Алынған мәліметтер келесені көрсетеді: климаттың өзгеруіне байланысты Орал өзенінің ағысының қалыптасуы 1980...1999 жж. салытырғанда  $6...20 \text{ м}^3/\text{с}$  немесе  $3...7 \%$  дейін көтеріледі.*

УДК 556.532.226.16

**ЗОНАЛЬНЫЕ МОДУЛИ СТОКА И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА  
РЕКИ КАШКАДАРЬИ**Доктор геогр. наук. Г.Е. Глазырин  
Н.Ю. Страхова

*Предлагается модифицированная методика расчета зональных модулей стока, входной информацией для которой являются средние многолетние модули стока рек и распределение площадей бассейнов по высотным зонам. Методика позволила рассчитать водные ресурсы области питания бассейна р. Кашкадарья – района интенсивного земледелия. Она, несомненно, применима и для других горных районов.*

Водные ресурсы являются основой всей жизни в Узбекистане. Это относится и к обширной, с теплым климатом, но маловодной долине р. Кашкадарья, лежащей между западными отрогами Зеравшанского и Гиссарского хребтов. Достаточно подробное описание природных условий долины приведены в ряде работ, в частности, в [6]. Основным занятием населения является сельское хозяйство. Лимитирующим фактором для его дальнейшего развития является вода, так как сток текущих в долину рек почти полностью расходуется на орошение. Именно поэтому необходимо, во-первых, время от времени пересматривать сведения о водных ресурсах на основе свежей гидрологической информации, во-вторых, разрабатывать новые методы их расчета. Последней хорошей публикацией, посвященной оценке водных ресурсов Кашкадарьи, является статья Ю.Н. Иванова [5].

В нашей работе предлагается новый подход к расчету распределения стока по высоте и рассчитаны водные ресурсы бассейна р. Кашкадарья на основе свежей гидрологической информации.

Для оценки суммарных водных ресурсов некоторого района, а также построения карт стока необходимо, как известно, знать распределение модуля стока по всей его территории, включая самые верхние зоны [2, 9]. Учитывая, что в горных районах Средней Азии основным географическим фактором, влияющим на большинство природных процессов, в том числе – и на речной сток, является высота местности, общепринятой стала методика расчета стока в зависимости только от высоты. При наличии достаточно густой

сети гидрологических станций и постов обычно строится зависимость средних модулей стока бассейнов  $M$  от их средней высоты  $Hb$  для отдельных, так называемых «однородных» районов, в которых изменение модуля стока с высотой принимается одинаковым. Так, в частности, сделано и в работе [5]. Однако на этих зависимостях верхние и нижние зоны бассейнов оказываются далеко от области средних высот водосборов.

На трудность и необъективность экстраполяции таких кривых вверх и вниз обратил внимание М.Н. Большаков, и чтобы обойти их, предложил в 1950 году понятие «зональных модулей стока» [2]. Эти модули позволяют, во-первых, без значительной экстраполяции вычислять средние модули стока неизученных рек, во-вторых, строить карты территориального распределения стока для горных районов, в-третьих, помогают оценить изменение с высотой элементов водного баланса.

Можно выделить две группы методов расчета зональных модулей. Первая – расчет модулей по составляющим водного баланса на разных высотах в бассейнах [3, 8, 10]. Такой подход, конечно, понятен и логически обоснован, но, как правило, для его реализации нет необходимой информации.

Более перспективным оказался формальный подход, исходной информацией для которого, что очень важно, являются лишь данные о средних многолетних расходах воды рек, на которых имеются наблюдения, и распределения площадей их бассейнов по высотным зонам, которые легко получить по картам. М.Н. Большаков [2] пошел именно этим путем. Рассмотрим его методику подробнее.

Допустим, как уже было сказано, что в некотором «однородном» районе зональные модули стока  $m$  распределяются по высоте речных бассейнов одинаково. Пусть в этом районе имеется несколько бассейнов, средние модули стока  $M$  которых известны. Тогда средний многолетний сток каждой  $j$ -ой реки равен:

$$Q_j = M_j \cdot F_j = \sum_{i=1}^n m_i \cdot f_{ij},$$

где  $M_j$  – средний многолетний модуль стока с  $j$ -го бассейна;  $F_j$  – общая площадь бассейна;  $n$  – число высотных зон;  $f_{ij}$  – площадь  $i$ -ой высотной зоны в  $j$ -ом бассейне. Отсюда следует:

$$M_j = \sum_{i=1}^n m_i \cdot \frac{f_{ij}}{F_j}.$$

Разность левой и правой частей этого уравнения дает ошибку расчета средних модулей стока по зональным. Для группы из  $N$  бассейнов необходимо подобрать такие  $m_i$ , чтобы минимальной была метрика

$$\delta = \sum_{j=1}^N \left( M_j - \sum_{i=1}^n m_i \cdot \frac{f_{ij}}{F_j} \right)^2. \quad (1)$$

В этом и заключается идея М.Н. Большакова.

Очевидно, что если число бассейнов больше числа зон, то методом наименьших квадратов могут быть подобраны такие  $m_i$ , что  $\delta$  окажется минимальной из всех возможных. М.Н. Большаков предложил следующий путь: на основании зависимости  $M(Hb)$ , наличие которой и определяет «однородность» района, подбирается «на глаз» кривая  $m(H)$  так, чтобы она проходила среди точек  $M(Hb)$ , и рассчитывается  $\delta$ . Затем делается попытка изменить кривую так, чтобы  $\delta$  стала меньше. Здесь очевиден отход от объективности: кривые подбираются плавно возрастающими и проходящими среди точек зависимости  $M(Hb)$ .

Причина, как мы понимаем, в том, что применение формального метода наименьших квадратов, хотя и дает автоматически наименьшую сумму квадратов отклонений (1), но найденные зональные модули изменяются с высотой бессистемно, что не соответствует реальности. Похожий формальный, но более сложный метод предлагается и в работе [1].

Выход из этой ситуации, по нашему мнению, может быть таким: исходя из наших знаний о виде зависимости стока от высоты, в целом аналогичной распределению годовых сумм осадков, можно подобрать подходящую малопараметрическую зависимость  $m(H)$  и затем уже каким-либо формальным методом рассчитать ее параметры.

Первая попытка такого рода была сделана в работе [4]. Предполагалось, что зависимость имеет полиномиальный вид:  $m(H) = a_0 + a_1H + a_2H^2 + \dots + a_nH^n$ . Таким образом, задача состояла в поиске параметров  $a_0 - a_n$  методом наименьших квадратов. При этом оказалось, что получаемые кривые имеют довольно причудливый вид, и пришлось вводить дополнительные ограничения, в частности, назначать минимальные модули стока внизу и предполагать, что они имеют максимальные значения на некоторой высоте.

По нашему мнению, можно пойти другим путем: следует подобрать какие-то более подходящие функции с меньшим числом параметров,

но достаточно хорошо отражающие изменения природных процессов, в том числе – зональных модулей стока с высотой. Известно, что в южных горных районах Средней Азии осадки возрастают до самых гребней [7]. Очевидно, так же изменяется и модуль стока. В северных же районах существует «гребень осадков», часто находящийся на высоте фирновой границы на ледниках [2, 10]. Поэтому в качестве функций, описывающих изменение зональных модулей стока с высотой, можно взять, например, следующие:

$$m(H) = a + b \cdot \exp(H), \quad (2)$$

$$m(H) = a \cdot \exp\left(-\frac{(H - c)^2}{b}\right). \quad (3)$$

Здесь  $a$ ,  $b$  и  $c$  – параметры.

Функция (2) возрастает неограниченно при  $b > 0$ , а формула (3) имеет максимум при  $H = c$  ( $a, b, c > 0$ ). Следовательно, она может быть использована и для тех районов, где существует «гребень осадков».

Функции (2) и (3) нелинейны, и их параметры могут быть найдены только методом последовательных приближений. Критерием качества служит, как и ранее, минимальная сумма отклонений истинных средних модулей стока рек от вычисленных (1). Эта методика и была нами использована для расчетов зональных модулей стока и общих водных ресурсов бассейна р. Кашкадарьи.

Ранее было сказано, что для расчетов требуется два вида информации: во-первых, распределение площадей бассейнов по высоте, во-вторых, средние многолетние расходы воды для возможно большего числа речных бассейнов. Площади высотных зон для ряда частных бассейнов, входящих в бассейн р. Кашкадарьи, приведены в очень полезной книге [7], для остальных были измерены по картам масштаба 1:100 000.

Сложнее ситуация с гидрологическими данными. В разное время в бассейне р. Кашкадарьи работал 51 гидрологический пост [5]. Из них лишь 25 гидропостов расположены на участках рек с ненарушенным хозяйственной деятельностью режимом стока. Следовательно, только данные этих постов и можно использовать для оценки естественных водных ресурсов бассейна. Длительность наблюдений на них, по состоянию на 2008 г., колеблется от 16 до 81 года, площади водосборов – от 24,4 до 4970 км<sup>2</sup>. Средние высоты водосборов лежат в довольно широком диапазоне – от 0,94 до 3,50 км.



Прежде всего, ряды наблюдений нужно было привести к одному периоду. Для этой цели была вычислена корреляционная матрица среднегодовых расходов всех этих рек и в качестве реки-аналоги выбрана р. Кашкадарья – пост «Кишлак Варганза» с периодом наблюдений с 1928 по 2008 годы. Средние годовые расходы воды на этом посту достаточно хорошо связаны с расходами воды остальных рек, что позволило восстановить средние годовые расходы на них за период 1928...2008 гг.

Данные о восстановленном среднем многолетнем годовом стоке 25 рек и распределении площадей их бассейнов по высоте позволили рассчитать параметры в формулах (2) и (3), то есть найти распределение зональных модулей стока по высоте во всем бассейне р. Кашкадарья. Сделано это было с помощью средства «Поиск решения» в Excel. В качестве критерия сходства, как уже говорилось, использована метрика (1). Подобранные формулы оказались такими:

$$m(H) = 2,095 + 0,635 \cdot \exp(H) \quad (4)$$

и

$$m(H) = 9575 \cdot \exp\left(-\frac{(H - 18,36)^2}{36,84}\right). \quad (5)$$

Эти функции, а также истинные средние для бассейнов модули стока показаны на рисунке. Видим, что графики функций достаточно близки. Заметное расхождение имеет место лишь в нижней части кривых, при малых высотах. Результаты могут быть в дальнейшем несколько уточнены, если расчеты делать не для всего бассейна, а разбить его предварительно на районы, как это было сделано в работе [5]. Однако при этом уменьшится число постов в каждом районе и, следовательно, упадет надежность расчетов.

Необходимо отметить, что расхождение кривых в нижней части может существенно сказываться на результатах расчетов общего объема стока с бассейна, так как именно внизу площади высотных зон самые большие. К сожалению, у нас нет критерия, позволяющего отдать предпочтение той или иной из этих кривых.

Полученное распределение зональных модулей стока может быть использовано, во-первых, для расчетов стока рек, на которых отсутствуют гидрометрические измерения, во-вторых, для восстановления естественного стока тех рек, воды которых в настоящее время разбираются на орошение.

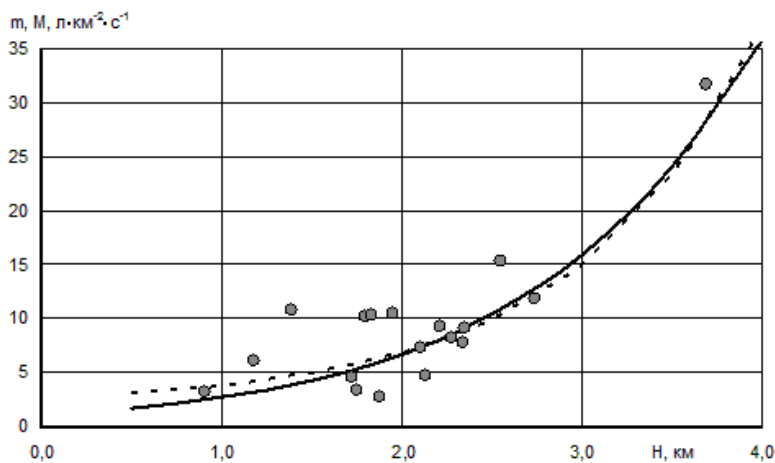


Рис. Зависимости зональных модулей стока ( $m$ ) от высоты  $H$ , рассчитанные по формулам (2) – пунктир и (3) – сплошная линия. Точками показаны истинные средние для бассейнов модули стока ( $M$ ).

Для расчетов общих средних многолетних ресурсов бассейна р. Кашкадарьи были определены площади высотных зон всего бассейна  $f_i(H)$ . Они приведены в таблице. Там же приведен расчет средних многолетних зональных ( $w$ ) и суммарных водных ресурсов бассейна для его части, расположенной выше 0,4 км, выполненный с использованием формул (4) и (5). Очевидно, что суммарные ресурсы [км<sup>3</sup>/год] рассчитаны с помощью уравнения:

$$W = \frac{31,54}{10^6} \sum_{i=1}^n m_i \cdot f_i,$$

где зональные модули стока имеют размерность [л·км<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>], а площади зон – [км<sup>2</sup>].

Таблица

Расчет суммарных водных ресурсов бассейна р. Кашкадарьи

Высотная зона, км	Средняя высота, км	Площадь зоны, км <sup>2</sup>	Формула (4)		Формула (5)	
			$m$ , л·км <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	$w$ , км <sup>3</sup> /ГОД	$m$ , л·км <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	$w$ , км <sup>3</sup> /ГОД
0,4...0,8	0,6	3838	3,25	0,394	1,83	0,222
0,8...1,2	1,0	1980	3,82	0,239	2,68	0,167
1,2...1,6	1,4	1650	4,67	0,243	3,89	0,203
1,6...2,0	1,8	1442	5,94	0,270	5,60	0,255
2,0...2,4	2,2	1159	7,83	0,286	7,99	0,292
2,4...2,8	2,6	655	10,64	0,220	11,30	0,233
2,8...3,2	3,0	321	14,85	0,150	15,84	0,160
Сумма		11045		1,802		1,533

Итак, суммарные водные ресурсы для территории бассейна, расположенного выше 0,4 км, оказались равными 1,80 км<sup>3</sup>/год при расчете по формуле (4) и 1,53 км<sup>3</sup>/год при расчете по формуле (5). Расхождение составляет 15 %. Это достаточно много, но нужно учесть, что вызвано оно различием в нижней, самой обширной зоне бассейна (0,4...0,8 км), где, на самом деле, происходит не формирование, а рассеяние стока [5]. Если же мы ограничимся частью бассейна выше 0,8 км, то получим, соответственно, 1,41 и 1,31 км<sup>3</sup>/год, разница между которыми уменьшилась до 7 %.

Интересно сопоставить найденные нами объемы стока с теми, которые были определены другими авторами. В.Л. Шульц [9] получил 1,38 км<sup>3</sup>/год, а Ю.Н. Иванов – 1,41 км<sup>3</sup>/год [5]. Эти величины практически совпадают с нашими, хотя, нужно заметить, сравнение не совсем корректно. Поскольку в работах [5, 9] и нашей, во-первых, использованы материалы разных лет наблюдений, во-вторых, приняты разные высоты, ограничивающие зону формирования стока снизу.

Итак, предлагается новая, вернее, модифицированная методика расчета зональных модулей стока, пригодная, по нашему мнению, для использования в разных горных районах. Она позволила оценить суммарные многолетние водные ресурсы горной части бассейна р. Кашкадарьи и их распределение по высоте.

Мы глубоко признательны Ю.Н. Иванову, за полезные советы, полученные от него при обсуждении наших результатов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болгов М.В., Трубецкова М.Д. О высотной зональности стока рек со значительной долей ледникового питания. // Лед и Снег. – 2011. – №1(113). – С. 45-52.
2. Большаков М.Н. Водные ресурсы рек Советского Тянь-Шаня и методы их расчета. – Фрунзе: Илим, 1974. – 308 с.
3. Владимиров Л.А. Средний годовой сток рек Грузии. – Тбилиси: Изд. АН Груз. ССР, 1962. – 117 с.
4. Глазырин Г.Е., Юнусова О.Ш. Объективизация методики расчета зональных модулей для горных районов // Гляциально-нивальные области Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим. – 1990. – С. 106-113.
5. Иванов Ю.Н. Водные ресурсы бассейна реки Кашкадарьи // Труды НИГМИ. – 2010. – Вып. 12(257). – С. 64-84.



УДК 556.535

**ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ БЕРЕГОВ РЕК БАЛХАШ-АЛАКОЛЬСКОГО, НУРА-САРЫСУЙСКОГО, ЖАЙЫК-ЖЕМСКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАССЕЙНОВ**

Канд. геогр. наук

А.А. Турсунова

С.М. Акимбаева

Э.К. Галипова

*В статье рассмотрены вопросы динамики изменения берегов рек Балхаш-Алакольского, Нура-Сарысуйского, Жайык-Жемского водохозяйственных бассейнов. Определение устойчивости русла по различным коэффициентам выявило, что стабильности русел рек по трем бассейнам не наблюдается, т.е. на рассматриваемой территории русла рек подвергаются сильной деформации.*

Размывы берегов составляют часть общих деформаций русел рек, проявляющихся у горных рек наиболее интенсивно в низовьях, где русла и берега сложены из мелкозернистых собственных отложений. Основной причиной размыва берега является поперечный свал потока, наиболее интенсивный во время паводков. В процессе спада расходов и уровней в реке возникает другой разрушающий фактор – движение фильтрационного потока от берега к реке с большими градиентами. Степень интенсивности свала определяется углом атаки потоком берега [7].

Здесь необходимо отметить, что база данных очень малочисленная, т.к. исследования по гранулометрическому составу наносов и скорости в русле, практически на сегодняшний день не проводятся. Информационной базой исследования послужил ряд справочных, нормативных документов и гидрологические ежегодники [3-5, 11, 12]. Кроме того, плохо изучены теоретические вопросы деформации русел по территории Казахстана.

Были использованы данные за отдельные годы наблюдений и произведено их осреднение. Потому все расчеты считаем приближенными, но на их основе, все же выявлены определенные закономерности деформации русел рек Казахстана.

Подвижность русла определяется тремя главными факторами: соотношением уклона и крупности донных отложений, морфометрическими характеристиками русла (соотношением ширины и глубины) и водным

режимом. Относительная стабильность русла определяется в виде расчетных коэффициентов (индексов) [13]. В направлении параллельном течению потока, ее обычно определяют индексами, отражающими соотношение сил сопротивления частиц наносов и влекущей силы потока. К подобным индексам относятся число В.М. Лохтина [9] и его модификация, предложенная М.А. Великановым [2]:

$$W = d \cdot (h \cdot I)^{-1}, \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр наносов;  $I$  – уклон реки;  $h$  – глубина (м).

Чем больше индекс  $W$ , тем слабее транспорт наносов и меньше интенсивность изменений русла. Предельно стабильное, т.е. неподвижное русло характеризуется индексом  $W > 15$ .

Индекс, отражающий стабильность русла в поперечном к течению направлении, предложен Се Дзянхен и основан на гидроморфологической зависимости С.Т. Алтунина [1]:

$$A = Q^{0,5} (B \cdot I^{0,2})^{-1}, \quad (2)$$

где  $A$  – индекс поперечной стабильности;  $Q$  – средний максимальный расход воды,  $I$  – уклон;  $B$  – ширина русла, м.

Чем больше величина  $A$ , тем меньше интенсивность горизонтальных деформаций. Индексом, отражающим интенсивность горизонтальных деформаций, можно считать и морфологический параметр русла, предложенный В.Г. Глушковым [6]:

$$\Gamma = B^{0,5} / h, \quad (3)$$

где  $\Gamma$  – параметр В.Г. Глушкова изменяется в зависимости от характера грунта, в котором развивается русло для твердых пород он равен 1,4; для легко размываемых увеличивается до 5,5.

Существует ряд коэффициентов, претендующих на характеристику интегральной стабильности русла, например коэффициент эрозионно-морфометрической устойчивости И.Ф. Карасева [8], а также коэффициент стабильности ( $K_c$ ) Н.И. Маккавеева [10]:

$$K_c = 100 \cdot d \cdot (B \cdot I)^{-1}, \quad (4)$$

где  $d$  – средний диаметр наносов (мм);  $I$  – уклон ( $\gamma$ ).

Получен комплексный индекс стабильности русла ( $\Phi$ ), учитывающий водность реки (расход воды).

$$\Phi = d \cdot (h \cdot I)^{-1} \cdot \left( Q^{0,5} \cdot (B \cdot I^{0,2})^{-1} \right)^2. \quad (5)$$

В таблице приведены расчеты по качественным характеристикам стабильности русла по: Балхаш-Алакольскому, Нура-Сарысуйскому и Жайык-Жемскому бассейнам.

Таблица

Качественные характеристики стабильности русла

Река – пост	Индекс стабильности				
	$K_c$	$W$	$\Gamma$	$A$	$\Phi$
Балхаш-Алакольский бассейн					
р. Каратал – ж/д ст. Уштобе	0,00014	0,00012	8,74	0,08	0,000001
р. Талгар – г. Талгар	0,00041	0,00008	4,86	0,10	0,0000008
р. Или – уроч. Капшагай	0,00134	0,00133	6,07	0,10	0,00001
р. Шарын – уроч. Сарытогай	0,00009	0,00003	5,04	0,14	0,000001
р. Каскелен – г. Каскелен	0,10599	0,02374	6,69	0,09	0,000186
р. Лепсы – свх. Лепсы	0,00096	0,00019	3,41	0,18	0,000006
Нура-Сарысуйский бассейн					
р. Нура – а. Пролетарское	0,32	0,05	2,47	0,06	0,00018
р. Нура – с. Романовское	0,13	0,06	6,54	0,10	0,00058
р. Шерубайнура – а. Карамурун	-	-	7,53	-	-
р. Сокры – а. Акжар	-	-	8,89	-	-
Жайык-Жемский бассейн					
р. Сарыозен – с. Малый Узень	0,000022	0,0000045	2,84	0,03	0,000000004
р. Караозен – г. Новоузенск	0,000010	0,0000017	2,75	0,04	0,000000002
р. Жайык – а. Кошим	0,000003	0,0000017	3,56	0,04	0,000000002
р. Ор – с. Ащебутак	0,000090	0,0000416	5,47	0,05	0,000000092
р. Елек – г. Актобе	0,058735	0,0517433	9,20	0,06	0,000169311
р. Темир – клх. Ленинский	0,001477	0,0010921	8,64	0,04	0,000001608

Для рек Балхаш-Алакольского бассейна коэффициент стабильности ( $K_c$ ) изменяется от 0,00009 (р. Шарын – уроч. Сарытогай) до 0,10599 (р. Каскелен – г. Каскелен); индекс М.А. Великанова ( $W$ ) от 0,00008 (р. Талгар – г. Талгар) до 0,02374 (р. Каскелен – г. Каскелен); индекс В.Г. Глушкова ( $\Gamma$ ) – от 3,41 до 8,74; индекс, отражающий стабильность русла в поперечном к течению направлении ( $A$ ) – от 0,08 (р. Каратал – ж/д ст. Уштобе) до 0,18 (р. Лепсы – свх. Лепсы); индекс стабильности русла, учитывающий водность реки ( $\Phi$ ) – от 0,0000008 (р. Талгар – г. Талгар) до 0,00001 (р. Или – уроч. Капшагай). По полученным коэффициентам стабильности русла выявлено, что происходят значительные деформации русел рек Балхаш-Алакольского бассейна.

Для рек Нура-Сарысуйского бассейна минимальное значение коэффициента стабильности ( $K_c$ ) равно 0,13 (р. Нура – с. Романовское), а максимальное 0,32 (р. Нура – а. Пролетарское); минимальное значение ин-

декса М.А. Великанова ( $W$ ) равно 0,05 (р. Нура – а. Пролетарское), а максимальное 0,06 (р. Нура – с. Романовское); минимальное значение индекса В.Г. Глушкова ( $\Gamma$ ) равно 2,47 (р. Нура – а. Пролетарское), а максимальное 8,89 (р. Сокрыр – а. Акжар); минимальное значение индекса отражающего стабильность русла в поперечном к течению направлении ( $A$ ), равно 0,06 (р. Нура – а. Пролетарское), а максимальное – 0,10 (р. Нура – с. Романовское); индекс стабильности русла, учитывающий водность реки ( $\Phi$ ), минимальное – 0,00018 (р. Нура – а. Пролетарское), а максимальное – 0,00058 (р. Нура - с. Романовское).

Для рек Жайык-Жемского бассейна минимальный коэффициент стабильности ( $K_c$ ) равен 0,000003 (р. Жайык – а. Кошим), максимальный – 0,058735 (р. Елек – г. Актобе); минимальный индекс М.А. Великанова ( $W$ ) – 0,0000017 (р. Караозен – г. Новоузенск, р. Жайык – а. Кошим), а максимальное значение – 0,0517433 (р. Елек – г. Актобе); минимальное значение индекса В.Г. Глушкова равно 2,75 (р. Караозен – г. Новоузенск), максимальное – 9,2 (р. Елек – г. Актобе); индекс отражающий стабильность русла в поперечном к течению направлении ( $A$ ) изменяется от 0,03 (р. Сарыозен – с. Малый Узень) до 0,06 (р. Елек – г. Актобе); индекс стабильности русла учитывающий водность реки ( $\Phi$ ), равен 0,000000002 (р. Караозен – г. Новоузенск, р. Жайык – а. Кошим). Значения коэффициента стабильности минимальное, что говорит о больших изменениях русла рек Жайык-Жемского бассейна.

Ниже на рисунке приведены диаграммы параметров русловой деформации по водохозяйственным бассейнам, в качестве примера были приведена зависимость Алтунина ( $A$ ) и параметр Глушкова ( $\Gamma$ ).

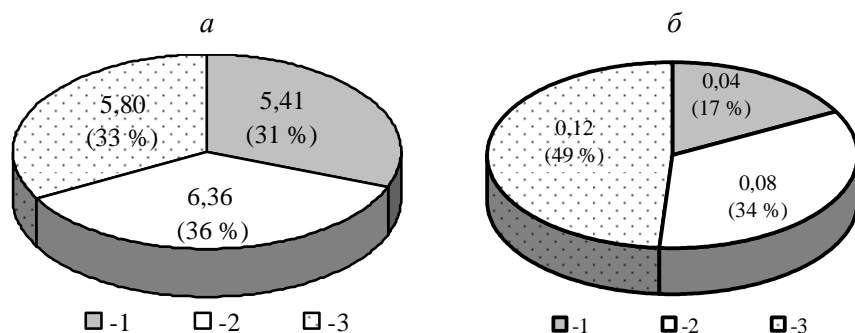


Рис. Параметры русловой деформации. а – параметр Глушкова ( $\Gamma$ ); б – зависимость Алтунина ( $A$ ). 1 – Жайык-Жемский бассейн, 2 – Нура-Сарысуйский бассейн, 3 – Балхаш-Алакольский бассейн.



На рисунке видно, что для бассейна Балхаш-Алаколь, значение зависимости Алтунина ( $A$ ) в процентном соотношении больше других двух бассейнов (Нура-Сарысу и Жайык-Жемский).

Параметр Глушкова ( $G$ ) по бассейну Жайык-Жем составляет 31 %, по бассейну Нура-Сарысу – 36 % и по бассейну Балхаш-Алаколь – 33 %.

Если исходить из полученных по формуле И.Ф. Карасевым значений, то гидравлически однородному потоку (протекающему единой струей) соответствуют значения  $K_c > 16$ , а потоку, в котором прослеживаются черты блуждания, что, соответствуют подвижному руслу  $K_c < 8$ . В настоящих исследованиях полученные значения  $K_c$  изменяются в пределах от 0,000005 до 0,32.

Таким образом, выполненные расчеты позволили обнаружить, что класс стабильности русла ( $K_c$ ) не определен в связи с тем, что средние диаметры по 3-м бассейнам оказались по подсчетам незначительными, нежели чем показатели, по которым производится определение стабильности русла. Однако полученные результаты свидетельствует о сильной деформации русел изученных рек.

Что касается диапазона значений индекса поперечной стабильности  $A$ , то он находится в пределах 0,9...2,1, т.е. чем больше величина  $A$ , тем меньше интенсивность горизонтальных деформаций. Диапазон же значений коэффициента стабильности по В.М. Лохтинову составляет  $W > 15$ , в Балхаш-Алакольском бассейне в среднем  $W = 0,0042$ , в Нура-Сарысуйском –  $W = 0,05$  и в Жайык-Жемском  $W = 0,14$ , что соответствуют классу не стабильности русла реки.

Исследования деформации русел рек по всем трем водохозяйственным бассейнам показывает, что отсутствует стабильность русел рек, наблюдается значительное изменение берегов рек, это в основном связано с породами, которые слагают русла рек, скоростью течений потока, а также малыми размерами самих водоемов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтунин С.Т. Заиление водохранилищ и размыв русла в нижнем бьефе плотин. // Русловые процессы. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 47 с.
2. Великанов М.А. Русловой процесс. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1958. – 23 с.
3. Гидрологический ежегодник. Бассейн оз. Балхаш и бассейны рек Центрального Казахстана. Т.5, Вып. 5-8. – Л.: Гидрометеоздат, 1937-1985 гг.



УДК 627.81

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА СЛОЖЕНИЯ КРИВЫХ  
ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ МНОГОЛЕТНЕЙ  
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЕМКОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩА**

К.Т. Нарбаева

*Предложены аналитический и графоаналитический приемы определения многолетней составляющей полезной емкости водохранилища многолетнего регулирования.*

Применение обобщенных приемов на основе теории вероятностей в водохозяйственных расчетах в СССР начато с появлением в 1930 году первого способа расчета многолетнего регулирования стока С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля. В дальнейшем этой теме посвящено большое число исследований. Широкое распространение получил второй метод тех же авторов [1], основанный на принципе сложения кривых обеспеченности. Развитие этого метода изложено в работе [2], суть которого заключается в следующем.

Расчеты можно ввести без вычисления и построения кривой обеспеченности за два года, при этом верхняя ордината сомнительного интервала определяется по следующей разности:

$$K_{2\alpha} = Y_2 - Y_0,$$

где  $K_{2\alpha}$  – приведенная ордината верхней границы сомнительного интервала;  $Y_2$  – ордината верхней границы сомнительного интервала  $Y_2 = 2\alpha$ ;  $Y_0$  – средняя линия параболической трапеции  $abcd$  определяется по формуле Симпсона

$$Y_0 = 1/6 [\alpha + 4y + (\alpha - \beta)].$$

$Y$  – условная средняя линия, соответствующая

$$Y = f(P_{cp}).$$

$$P_{cp} = \frac{P_\alpha + P_{\alpha-\beta}}{2},$$

где  $P_\alpha, P_{\alpha-\beta}$  – обеспеченности, соответствующие ординатам  $\alpha$  и  $\alpha - \beta$ .

Для определения значения обеспеченности  $P_{\alpha-\beta}$  требуется найти приведенную ординату, соответствующую нижней границе сомнительного интервала по формуле:

$$K_{2\alpha-\beta} = Y_2 - \beta - Y_0 = K_{2\alpha} - \beta$$

По найденному  $K_{2\alpha-\beta}$  из основной кривой обеспеченности устанавливается значение  $P_{\alpha-\beta}$ .

Вероятность  $S_2$ , дающая перебой совместно с предшествующим годом, вычисляется  $S_2 = (1 - P_{\alpha-\beta}) \cdot N_2$ .

Вероятности сомнительных лет для последующего анализа подсчитывают:

$$N_3 = (P_{2\alpha-\beta} - P_{2\alpha}) N_2.$$

Из этих лет, согласно выше рассмотренному, перебои дадут годы  $S_3$ , а сомнительные годы будут  $N_4$ . Таким же образом находятся  $S_4$ ,  $N_5$ ,  $S_5$ ,  $N_6$  и т.д.

Основываясь на изложенном, можно перейти к более общим формулам расчета рассортировки условно перебойных  $n$ -летий к однолетию (к исходной кривой обеспеченности):

$$K_{n\alpha} = Y_n - Y_0(n-1). \quad (1)$$

Откуда ордината верхней сомнительного интервала кривой обеспеченности  $n$ -летий устанавливается:

$$Y_n = n \cdot \alpha, \quad (2)$$

где  $n$  – число сочетаний кривых обеспеченностей условно перебойных лет с абсолютной кривой обеспеченности стока.

Средняя линия параболической трапеции, заключенная между верхней и нижней границей сомнительного интервала кривой обеспеченности  $(n-1)$ -летия, подсчитывается по формуле:

$$Y_0(n-1) = \frac{1}{6} \{ (n-1)\alpha + 4Y(n-1) + [(n-1)\alpha - \beta] \}. \quad (3)$$

Отсюда условная средняя ордината

$$Y(n-1) = f(P_{cp}) = \frac{P_{(n-1)\alpha} + P_{(n-1)\alpha-\beta}}{2}$$

$$Y(n-1) = \frac{\{(n-1)\alpha + [(n-1)\alpha - \beta]\}}{2} \quad \text{при } n \geq 3. \quad (4)$$

Когда  $(n-1)\alpha - \beta \leq 0$  и в случае  $(n-1)\alpha - \beta \leq Y_0(n-1) + K_p$ , то значение  $(n-1)\alpha - \beta$  заменяется  $Y_0(n-1) + K_p$  при  $n \geq 3$  и  $K_p$  при  $n = 2$ ,  $K_p$  – модульный коэффициент при  $P = 99\%$ . По вычисленному  $K_{n\alpha}$  из кривой обеспеченности однолетия снимается значение обеспеченности  $P_{n\alpha}$ .

Нахождения значения  $P_{n\alpha-\beta}$  необходимо получить нижнюю приведенную ординату по разности:

$$K_{2\alpha-\beta} = Y_{n-\beta} - Y_0(n-1) = K_{n\alpha} - \beta. \quad (5)$$

По  $K_{n\alpha} - \beta$  из первоначальной кривой обеспеченности определяется  $P_{n\alpha} - \beta$ .

Далее вероятности перебойных лет находятся:

$$S_n = (1 - P_{n\alpha-\beta})N_n. \quad (6)$$

Вероятности сомнительных лет вычисляются:

$$N_{n+1} = (P_{n\alpha-\beta} - P_{n\alpha})N_n. \quad (7)$$

Таким образом, все годы  $N_n$  сортируются до конца на перебойные и бесперебойные. Полная вероятность  $S$  наступления перебойных лет составляет как сумма:

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n = \sum_{i=1}^{i=n} S_n. \quad (8)$$

Обеспеченность гарантированной отдачи  $P\%$  по числу бесперебойных лет:

$$P = (1 - S) \cdot 100\%. \quad (9)$$

Далее изложенный аналитический метод расчета многолетней составляющей полезной емкости водохранилища многолетнего регулирования стока можно иллюстрировать в графоаналитических приемах. Для этого за начало счета принята норма годового стока, а в качестве переменного аргумента принимается параметр  $\Phi$ :

$$\Phi = \frac{\alpha + \beta - 1}{C_v}, \quad (10)$$

где  $\Phi$  – приведенная отдача с учетом емкости;  $\alpha$  – коэффициент зарегулирования, включающий полезную отдачу и потери воды из водохранилища;  $\beta$  – коэффициент многолетней составляющей полезной емкости, выраженный в долях нормы стока;  $C_v$  – коэффициент изменчивости годового стока.

Полученные зависимости  $\Phi = f(\alpha, C_v \text{ и } P\%)$  приводятся в рисунке.

На основании полученных зависимостей и следующей формулы можно установить многолетнюю емкость:

$$\beta = 1 - \alpha + \Phi \cdot C_v \quad (11)$$

Сравнительные расчеты существующими приемами определения многолетней оставляющей емкости дают близкие результаты, т.е. не выходят за допустимые значения.

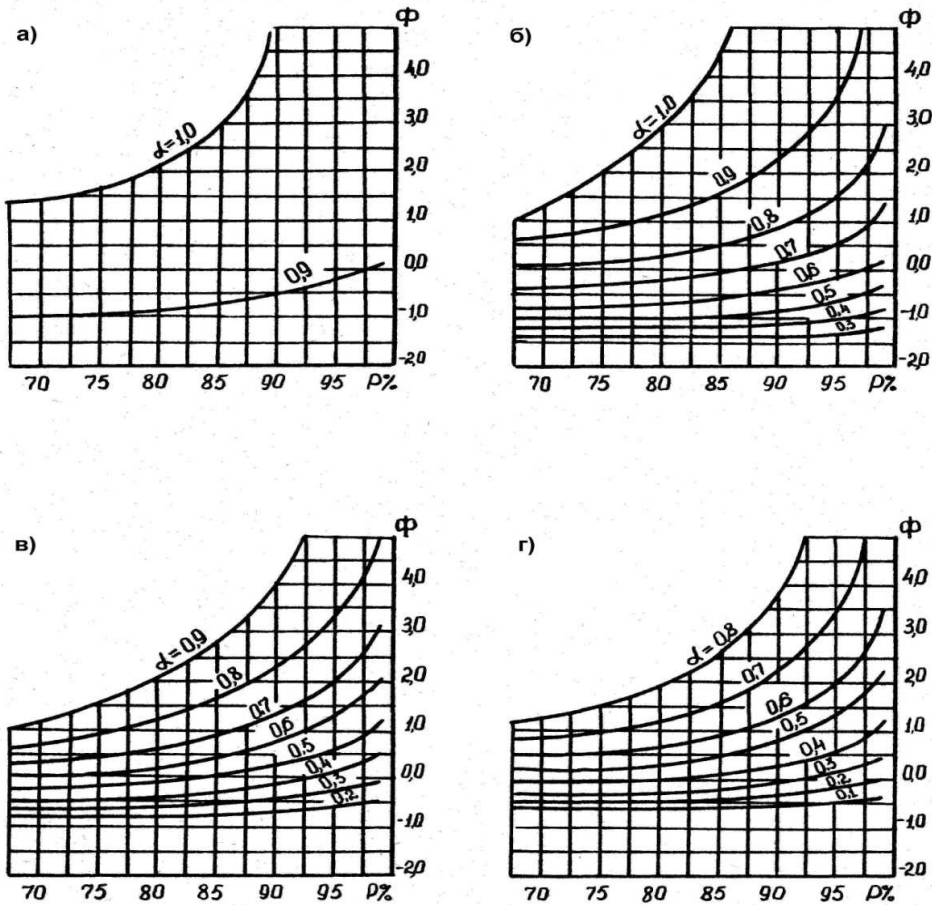


Рис. Зависимость приведенной отдачи с учетом емкости  $\Phi$  от обеспеченности  $P\%$  при фиксированном  $C_v$ ; а) при  $C_v = 0,1$ ; б) при  $C_v = 0,5$ ; в) при  $C_v = 1,0$ ; г) при  $C_v = 1,5$ .

### ВЫВОДЫ

1. Предлагаемый прием позволяет вести расчеты при любом соотношении  $C_s$  к  $C_v$  в пределах  $C_s = (1 \div 6) \cdot C_v$
2. Исключение расчета и построения кривой обеспеченности  $n$ -летия упрощает и ускоряет вычислительные операции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Многолетнее регулирование стока // Гидротехническое строительство. – 1935. – №10-12. – С. 3-10.
2. Нарбаев Т.И. Метод сложения кривых обеспеченности. Вопросы мелиорации и гидротехнического строительства в Условиях Казахстана. // Труды ТИИИ МХС. – 1979. – Вып. 102. – С. 111-116.

Казахский Национальный Аграрный Университет, г. Алматы

### **СУ БӨГЕНІНІҢ ПАЙДАЛЫ КӨЛЕМІНІҢ КӨП ЖЫЛДЫҚ ҚҰРАСТЫРУШЫСЫН ЕСЕПТЕУГЕ ҚАМТАМАСЫЗДЫҚ ҚИСЫҚТАРДЫ ҚОСУ ТӘСІЛІН ЖЕТІЛДІРУ**

Қ.Т. Нарбаева

*Көпжылдық ағынды реттеуде су бөгенінің пайдалы көлемінің көпжылдық құрастырушысын анықтауға аналитикалық.*

УДК 556.16.013

**ОПЫТ ОЦЕНКИ СЕЛЕВЫХ РИСКОВ ДЛЯ МОСТОВЫХ  
ПЕРЕХОДОВ**Доктор геогр. наук    Г.Н. Трофимов  
                                  А.Я. Исакова

*Предложен показатель риска разрушения мостовых переходов через горные реки при прохождении селевых потоков, учитывающий параметры мостового сооружения, проектное значение максимального расхода воды и пропускную способность моста. Высказано предположение, такой показатель селевых рисков можно использовать и для других объектов и сооружений на горных реках.*

Мосты – это первоочередные объекты в приустьевой части речной долины, которые попадают под воздействие селевого потока. В гидрологических расчетах оценке безопасности водопропускных сооружений придается исключительное значение, так как мостовой переход представляет собой сложное и дорогостоящее инженерное сооружение. Разрушение мостов, помимо прямого ущерба, затрудняет, а порой делает невозможной эвакуацию людей из пострадавших от стихии районов, доставку туда гуманитарной помощи и т.п. Особая сложность такого сооружения отмечается для горных селеактивных рек. Как известно, комплекс мостового перехода включает подходные насыпи, собственно мостовое перекрытие и защитные сооружения. При выборе местоположения моста учитывают геологические, топографические и гидрологические условия данного участка реки. В практике мостостроителей принято, что основой для правильного определения главных размеров мостового перехода является достаточно точное определение максимальных расходов воды обеспеченностью до 0,3 % включительно, а также оценка возможных русловых деформаций [1]. Практика эксплуатации мостов показывает, что почти всегда нарушение устойчивости их происходит при русловых деформациях, когда подмываются опоры моста, разрушаются насыпи подходов к мосту, разрушаются защитные сооружения. Следует добавить, что уменьшение стоимости мостовых переходов зачастую достигается за счет сужения русла реки, что увеличивает вероятность эрозионных процессов под мостом.



Характер течения потока под мостом сходен с характером истечения через водослив-порог [2, 7]. Порядок вычислений параметров потока под мостом следующий. Прежде всего, оценивается допустимая максимальная скорость течения, которая, либо рассчитывается при наличии гидрометрических данных, либо назначается, исходя их характеристики грунтов, слагающих русло реки. Затем рассчитывается сужение русла (коэффициент сжатия  $\varepsilon$ ). Далее, с учетом II-го свойства водосливов с широким порогом вычисляется глубина воды ( $a$ ) под мостом:

$$a = \frac{v^2}{g}, \quad (1)$$

здесь  $v$  – максимальная скорость (м/с).  $g$  – ускорение силы тяжести ( $9,81 \text{ м/с}^2$ ).

Исходя из величины расхода воды заданной обеспеченности, вычисляется ширина потока  $b$  (м) под мостом:

$$b = \frac{Q}{\varepsilon \cdot a \cdot v} \quad (2)$$

и перепад глубин  $Z$  (м), равный по Н.Н. Павловскому

$$Z = \frac{1}{\varphi^2} \cdot \frac{v^2}{2g} \cong 0,057 \cdot v^2, \quad (3)$$

здесь  $\varepsilon = 0,90$  и скоростной коэффициент  $\varphi = 0,95$ .

Затем вычисляется глубина воды перед мостом

$$h = a + Z. \quad (4)$$

В дальнейшем нужно сделать проверку расчетов параметров потока и моста, вычислив расчетный расход воды по формуле водослива с учетом формы просвета моста, затопления его и т.д.

Для оценки селевого риска для мостовых переходов нами использованы материалы по мостовому переходу через р. Аксакатасай автодороги Ташкент – пос. Бурчмулла в 3-х км от юго-западной окраины г. Газалкент (рис. 1). Этот участок р. Аксакатасай (левого притока р. Чирчик) расположен в Ташкентской области Республики Узбекистан. Данный водоток достаточно селеактивен – с 1933 года по настоящее время по нему зарегистрировано 12 селевых паводков с максимальными расходами воды от 50...60 до 170...200 м<sup>3</sup>/с [6].

Расчетный максимальный расход воды по вычислениям проектировщиков моста составил 350 м<sup>3</sup>/с. Ширина потока при заданном расходе воды равна 70 м.

Максимальная скорость потока по Н.Н. Павловскому равна

$$v_{\max} = \sqrt[3]{\frac{Q \cdot g}{\varepsilon \cdot b}} = \sqrt[3]{\frac{350 \cdot 9,81}{0,90 \cdot 70}} = 3,79 \text{ м/с} . \quad (5)$$

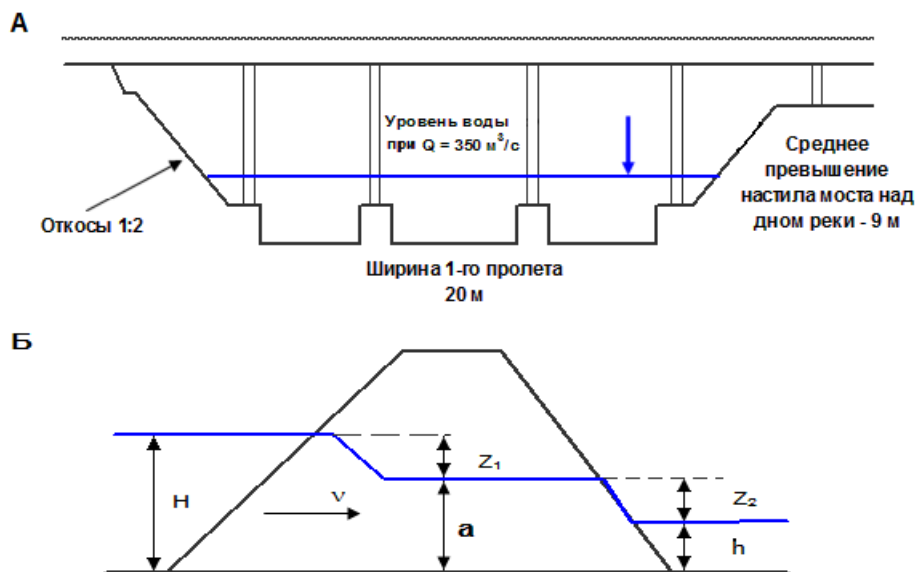


Рис. 1. Схема автодорожного моста через р. Аксакатасай (А – вид спереди, Б – профиль моста).

Глубина воды под мостом равна

$$a = \frac{Q}{\varepsilon \cdot b \cdot v} = \frac{350}{0,90 \cdot 70 \cdot 3,79} = 1,47 \text{ м} .$$

Перепад  $Z_1$  (рис. 1Б) перед водосливом (второй перепад  $Z_2$  учитывается для затопленных водосливов) равен

$$Z_1 = 0,057 \cdot 3,79^2 = 0,82 \text{ м}$$

и глубина воды перед мостом равна

$$h = a + Z_1 = 1,47 + 0,82 = 2,29 \text{ м} .$$

Расход воды под мостом для трапецидального сечения русла равен

$$Q = \frac{b_g + b_n}{2} \cdot a \cdot v = \frac{60 + 70}{2} \cdot 1,47 \cdot 3,79 = 362 \text{ м}^3 / \text{с} , \quad (6)$$

здесь  $b_g$  и  $b_n$  – ширина потока по дну и по верху (м). Таким образом, этот расход воды практически равен расчетному расходу 1 % обеспеченности. Отметим, что расход воды, вычисленный при этих условиях по формуле водослива-порога равен  $355 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Для оценки возможности разрушения моста следует сопоставить расход воды 1 % обеспеченности с максимальным расходом, затопляющим

настил моста, т.е. сопоставить с условиями возможного затопления и разрушения дорожного покрытия моста. Этот расход воды при допустимой скорости потока – 3,79 м/с, ширине потока по верху – 97,5, по низу 60 м и глубине – 3,68 м (превышение настила моста над дном потока) по формуле (6) может составить 1100 м<sup>3</sup>/с, т.е. больше расхода воды 1 % обеспеченности в 2,9...3,2 раза. Максимальный расход воды, при котором затопляется настил моста, можно рассчитать и по формуле водослива-порога:

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}, \quad (7)$$

здесь  $m$  – коэффициент водослива-порога – 0,33,  $b$  – ширина сливной струи по верху (м),  $H$  – напор (м). Максимальный расход воды по этой формуле получился равным – 1010 м<sup>3</sup>/с.

Прежде чем перейти к расчету и оценке селевого риска необходимо отметить, что, к примеру, по мнению Е.А. Таланова [4] «для оценки ущерба (добавим и риска), наносимого селевыми потоками, до сих пор нет не только общепринятой методики, но и не организован учет ущерба от стихийных бедствий».

Для расчета риска затопления и разрушения моста нами по формуле Пуассона [3, 6] рассчитана вероятность формирования на р. Аксакатасай одного и более селей в году:

$$p_T(k) = \frac{\lambda^k \cdot e^{-\lambda}}{k!}, \quad (8)$$

где  $\lambda$  – среднее число появления событий в серии из  $T$  членов,  $k$  – число раз, когда событие наступило. Гистограмма распределения этой вероятности приведена на (рис. 2), а вероятность формирования 1-го селя в году на р. Аксакатасай равна  $p_T(1) = 0,237$ .

Для оценки риска повреждения моста селевым потоком нами предлагается использовать произведение вероятности формирования селя  $p_T(1)$  на отношение расчетного расхода воды заданной обеспеченности к пропускной способности русла под мостом при полном заполнении его просвета потоком  $\psi = \frac{Q_{1\%}}{Q_{\max}}$ . Это отношение для моста через Аксакатасай в среднем равно 0,332. Тогда селевой риск разрушения или повреждения моста  $R_M$  равен

$$R_M = p_T(1) \cdot \psi = 0,237 \cdot 0,332 = 0,079. \quad (9)$$

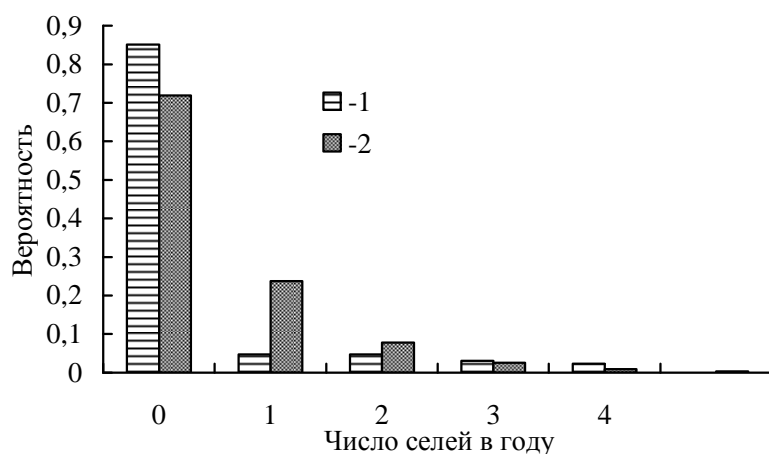


Рис. 2. Гистограмма распределения вероятности формирования 1-го и более селей в году на р. Аксакатасай (1 – фактическое распределение, 2 – по формуле Пуассона).

Этот показатель риска можно трактовать следующим образом. Если в бассейне реки сформировался сель, то  $p_T(1) = 1$  и, если максимальный расход потока будет равен или превысит величину пропускной способности моста, то  $\psi = 1$ , а показатель риска равен 1. Так как мы в расчетах оперировали 1 селем в году, то риск в размере 0,079 означает, что за 100 лет 7...8 раз возникнет селеопасная ситуация, когда данный мост может быть разрушен или поврежден селевым потоком.

В заключение следует отметить, что предложенный показатель селевых рисков для мостовых переходов, во-первых, не имеет размерности и, следовательно, может применяться к рекам разного порядка и, во-вторых, как видно из его формулы с увеличением повторяемости селей и ростом максимального расхода заданной обеспеченности увеличивается и степень риска. Наконец, занижение проектной пропускной способности моста ( $Q_{max}$ ) также приводит к увеличению показателя риска. С достаточной уверенностью можно говорить также о том, что такой показатель рисков можно применять и для других объектов, тяготеющих к руслам селеопасных рек (водозаборных сооружений в прибрежной части, опор линий электропередач, газо и водопроводов и др.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 214-231.



УДК 551.482:502.7

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

Доктор техн. наук	Ж.С. Мустафаев
Канд. техн. наук	С.Р. Ибатуллин
Канд. техн. наук	А.Т. Козыкеева
Канд. техн. наук	К.Б. Койбагарова
Канд. экон. наук	К.Ж. Мустафаев

*Предложены методологические основы предельно-допустимого использования водных ресурсов трансграничных рек, учитывающие экономические, экологические и социальные интересы общества, определяющие принцип и концепцию использования природных ресурсов и размещения производственных сил региона.*

Для рационального и сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек необходимо разработать концепцию использования водно-земельных ресурсов их бассейнов, учитывающую национальные, экономические, социальные и экологические интересы, включающие выбор критериев, разработку нормативных документов и методологическое обеспечение, не допускающее ущемления прав народов, живущих в бассейне трансграничных рек.

Для согласования территориальных интересов на фоне производственных, природных и социальных, обусловленных развитием общества, определяют прикладные проблемы управления водными ресурсами трансграничных рек с позиции концепции устойчивого развития.

С устойчивым развитием связана разработка и реализация такой стратегии человечества, которая обеспечивает возможность существования биосферы и общества в состоянии равновесия, основанного на двух гуманитарных принципах: наследовании благ и равенства возможностей. А также, концепция устойчивого или сбалансированного развития включает три неразделимых составляющих: разумное использование экосистем; эффективную экономику и справедливое общество. В связи с этим сбалансированное или устойчивое развитие бассейнов трансграничных рек, которое можно рассматривать как процесс, где ориентация технического развития и институцио-

нальные преобразования природной системы не могут рассматриваться без анализа условий и установления критериев управления.

Сбалансированное использование водных ресурсов трансграничных рек требует необходимости решения комплексных задач, обеспечивающих формирование устойчивого мирового сообщества и решения проблем экологической безопасности речных бассейнов. Они нуждаются в методологическом обеспечении, т.е. методике определения экологически допустимых изъятий речных вод и норм попуска, расчета природного потенциала речных бассейнов, определения ущерба и тарифов на воду – как природного ресурса, равноправного распределения водных ресурсов трансграничных рек.

При этом следует отметить, что разработка методологических основ оценок экологически допустимых норм воздействия на окружающую среду в бассейнах рек была выполнена в двух направлениях:

- определение оптимальной оросительной способности водоисточников [2, 5, 6, 11, 13, 25, 27, 30];
- определение экологически допустимых изъятий речных вод [1, 3, 12, 18, 23, 24, 26, 29, 31].

Однако, многие методики оценок экологически допустимых норм воздействия на окружающую среду в бассейнах рек, не учитывают приспособляемость и толерантность различных видов экосистем к изменению водного режима реки, т.е. способность геосистемы приспосабливаться к техногенным нагрузкам. Из-за трудности составления прогнозов устойчивости водных и наземных экосистем речных бассейнов, при изменении внешних воздействий на них, в основу таких оценок на данном этапе может быть положен, по-видимому, принцип эколого-экономической эффективности использования водных и земельных ресурсов природных систем. В качестве такового могут быть использованы методологии оценки эколого-экономической эффективности использования водно-земельных ресурсов речных бассейнов [7, 8, 9, 10, 17, 22], где суммарный эффект можно определить по следующей формуле:

$$Z(x) = Z_n(x) - Z_э(x) - Z_{эк}(x) - Z_c(x) - 3T \cdot B_t, \quad (1)$$

где  $Z(x)$  – суммарный эффект;  $Z_n(x) = Z_n(\bar{P}_n - P_n(x))$ ,  $Z_n(\bar{P}_n)$  – общая прибыль природно-технического комплекса,  $Z_n(P_n(x))$  – прибыль природного комплекса в естественных условиях;  $Z_э(x) = Z_э(\bar{P}_э - P_э(x))$ ,  $Z_э(\bar{P}_э)$  – экономический ущерб от ухудшения качественных параметров природно-

технической системы,  $Z_p(P_p(x))$  – затраты, необходимые для качественного улучшения параметров природной среды;  $Z_{эк}(x) = Z_{эк}(\bar{P}_{эк} - P_{эк}(x))$ ,  $Z_{эк}(\bar{P}_{эк})$  – экологический ущерб от ухудшения качественных параметров природно-технической системы,  $Z_{эк}(P_{эк}(x))$  – затраты, необходимые для улучшения экологических условий природной среды;  $Z_c(x) = Z_c(\bar{P}_c - P_c(x))$ ;  $Z_c(\bar{P}_c)$  – социальный ущерб от ухудшения качественных параметров природной среды;  $Z_c(P_c(x))$  – затраты на улучшение социальных условий природной среды;  $B_t = (1 + e)^t$  – коэффициент приведения во времени разновременных затрат или дисконтирования;  $t$  – номер шага расчета;  $e$  – коэффициент эффективности;  $3T$  – затраты общества на реализацию системы природопользования.

На основе предложенных моделей оценки эффективности использования природных ресурсов, можно предложить критерии для интегральной оценки экономической устойчивости природно-технического комплекса (ПТК) или деятельность-природной системы (ДПС), которые определяются с помощью коэффициента экономической устойчивости природно-технического комплекса ( $K_s$ ):  $K_s = Z(x)/Z_n(x)$  или  $K_s = Z(t)/Z_n(t)$ .

На основе критерия Гурвица можно представить модель проектного значения коэффициента эколога-экономической устойчивости природной системы речных бассейнов в виде [7, 8, 9, 10, 17, 22]:

$$K_s^{np} = \lambda \cdot K_s^{max} + (1 - \lambda) \cdot K_s^{min}, \quad (2)$$

где  $K_s^{max}$  – максимально-возможное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек,  $K_s^{min}$  – минимальное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек,  $\lambda$  – эмпирический коэффициент,  $\lambda = 1 - \Delta\mathcal{E}$ , здесь  $\Delta\mathcal{E}$  – экологическое состояние природной системы речных бассейнов [15, 16].

Исходя из такого подхода, можно определить экологически допустимые нормы изъятия ( $\Delta Q_{ij}^o$ ) речных вод по каждому месяцу внутри года в бассейнах рек по следующей зависимости:  $\Delta Q_{ij}^o = K_s^{np} \cdot Q_{ij}$ .

При этом важнейшим элементом водохозяйственного баланса практически всех зарегулированных речных систем, особенно в бассейнах трансграничных рек, являются специальные попуски воды: санитарные и экологические, обеспечивающие благоприятный ледовый режим и питающие водой внутренние водоемы, которые замыкают речные системы.



В этом направлении большую работу выполнили: А.В. Яцык, Б.В. Фащевский, И.П. Айдаров, Е.В. Венецианов, Д.Я. Раткович, В.С. Ковалевский, Д.Я. Раткович, А.К. Заурбек, М.Ж. Бурлибаев, С.Р. Ибатуллин, Ж.С. Мустафаев, К.Б. Койбагарова, которые пришли к единому мнению, т.е. к сохранению в речных бассейнах экологической устойчивости как среды обитания человека и экономической устойчивости на основе сбалансированного использования водных ресурсов с учетом качества и объема сбрасываемых возвратных вод [1, 3, 6, 9, 12, 29, 31].

Экологический пропуск в низовьях реки ( $\Delta Q_{ij}^n$ ), который можно определить по следующей формуле:  $\Delta Q_{ij}^n = (1 - K_s^{np}) \cdot Q_{ij}$  (где  $Q_{ij}$  – расход воды в реке в  $i$ -том месяце  $j$ -го года), сегодня должен быть не какой-то обособленной формой восприятия человеком реальности, а системой взглядов на внешний мир, где наряду с философскими, научными, политическими, нравственными, эстетическими и другими ценностями присутствуют и экологические ценности, предусматривающие настоятельную необходимость бережного отношения к природе в интересах не только живущих, но и будущих поколений, для которых природа останется таким же источником материальных ресурсов.

На реках аридной зоны часто возникают определенные сбросы коллекторно-дренажных стоков ( $Q_{ij}^d$ ) и сточных вод городов и промышленных объектов ( $Q_{ij}^c$ ), которые приводят к угрозе недопустимого осолонцевания и загрязнения воды. Поэтому при сбросе возвратных вод ( $Q_{ij}^d + Q_{ij}^c$ ) в бассейнах трансграничных рек государство, осуществляющее сброс, должно производить соответствующие попуски за счет выделенного ему гарантированного расхода воды:  $Q_{ijl}^g = \alpha_{ijl} \cdot Q_{ij}$ , где  $\alpha_{ijl}$  – доля водозобора из реки  $l$ -го государства в  $i$ -тый месяц  $j$ -го года;  $Q_{ijl}^g$  – гарантированный расход воды, выделенный  $l$ -му государству в  $i$ -тый месяц  $j$ -го года в рамках совместного использования водных ресурсов трансграничных рек, которые оцениваются по необходимым величинам, обеспечивающим разбавление солесодержащих возвратных вод.

Объем этих дополнительных попусков ( $\Delta Q_{ijl}^{dn}$ ) определяется с учетом минерализации возвратных дренажных и сточных вод, сбрасываемых в бассейн рек:

$$\Delta Q_{ijl}^{\partial n} = K_{co} [Q_{ijl}^{\partial} (C_{ijl}^{\partial} / C_{\partial on}) + Q_{ijl}^c (C_{ijl}^c / C_{\partial on})], \quad (3)$$

где  $K_{co}$  – коэффициент, характеризующий самоочищение экосистемы в бассейнах рек;  $C_{ijl}^{\partial}$  – минерализация коллекторно-дренажных вод, сбрасываемый  $l$ -ному государству в  $i$ -тый месяц  $j$ -го года;  $C_{ijl}^c$  – минерализация сточных вод, сбрасываемых  $l$ -ному государству в  $i$ -той месяцы  $j$ -го года;  $C_{\partial on}$  – экологически допустимая минерализация воды в водоисточниках.

Таким образом, комплексный экологический попуск ( $\Delta Q_{ij}^{k\partial n}$ ) должен включать кроме экологически допустимых норм попуска ( $\Delta Q_{ij}^n$ ) и дополнительный попуск ( $\Delta Q_{ijl}^{\partial n}$ ), обеспечивающий сохранение способности экосистем к саморегулированию, самоочищению и самовоссозданию:  $\Delta Q_{ij}^{k\partial n} = \Delta Q_{ij}^n + \Delta Q_{ijl}^{\partial n}$ .

Если в бассейне рек имеются естественные водопотребители, т.е. замкнутые озера или моря, тогда экологический попуск ( $\Delta Q_{ij}^{k\partial n}$ ) определяется, исходя из экологической водопотребности замкнутых озерных или морских систем ( $\Delta Q_M^?$ ).

Для определения водопотребности в естественных замкнутых озерных или морских системах можно использовать уравнение водного баланса для некоторого интервала времени ( $\pm \Delta Q_M$ ) в виде:

$$\pm \Delta Q_M = E_o - (W_c + O_c), \quad (4)$$

где  $W_c$ ,  $O_c$  и  $E_o$  – соответственно средние годовые значения стока рек, атмосферных осадков на поверхность озера или моря, испарения с его поверхности;  $\pm \Delta Q_M$  – изменение объема воды в озеро или море за тот интервал времени.

Экологическая устойчивость замкнутых озерных и морских систем оценивается в сравнении с естественной благоприятной экологической обстановкой, то есть с развитием отрицательных процессов в пространственно-временном аспекте под влиянием природных и техногенных нагрузок.

При этом экологически допустимый сдвиг в структуре водного баланса замкнутых озерных и морских систем определяется в пределах 10...20 % амплитуд 30...40-летних естественных ритмов, которые должны покрывать эти сдвиги в 80...90-летних ритмах, обеспечивая нормальное функционирование озерных или морских систем.

Минимальный и максимальный экологический допустимый сдвиг в структуре водного баланса замкнутых озерных и морских систем может быть выражен следующей математической зависимостью:

$$-\Delta Q_M^{\min} = \Delta Q_M \cdot K_{\lim} \text{ и } \Delta Q_M^{\max} = \Delta Q_M \cdot K_{\lim}; 1,25 \geq K_{\lim} \geq 0,75, \quad (5)$$

где  $K_{\lim}$  – коэффициент, характеризующий амплитуду сдвига структуры водного баланса замкнутых озерных и морских систем 30...40-летних естественных ритмов.

При этом амплитуда сдвига структуры водного баланса замкнутых озерных и морских систем 30...40-летних естественных ритмов в абсолютных величинах должна быть равна между собой, то есть:

$$\sum(-\Delta Q_M^{\min}) = \sum(\Delta Q_M^{\max}).$$

С другой стороны амплитуда сдвига структуры водного баланса замкнутых озерных и морских систем 30...40-летних естественных ритмов ( $\Delta Q_M$ ) не должна быть меньше экологического попуска ( $\Delta Q_{ij}^{кэп}$ ) бассейна трансграничных рек, т.е.  $\Delta Q_{ij}^{кэп} \geq \Delta Q_M$ .

Антропогенные факторы зачастую оказывают негативное воздействие на человека, на условия его жизни и состояние здоровья. По определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), здоровье человека – это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов, как это до настоящего времени сравнительно широко было распространено в общественном сознании.

Здоровье с философских позиций можно рассматривать в соотношениях категории, как качества, так и количества. С социально-экономических позиций «здоровье человека», «здоровье населения» рассматриваются как критерии физического и интеллектуального потенциала общества для создания материальных и духовных ценностей.

Для оценки экологического состояния природной системы необходима обобщенная оценка спектра биологических откликов живого организма (человека) в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды.

Наиболее перспективным в этом отношении представляется принцип формирования обобщенных оценок спектра биологических откликов в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды, разработанный Ж.С. Мустафаевым [15, 16] для количественной оценки экологической ситуации природной системы, опирающийся на рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) (табл. 1).

Таким образом, следует отметить, что разработанная эколого-экономическая концепция сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек, которая базируется на принципах равного и справедливого вододеления, мягкого управления природой, обеспечивающая сбалансированное природопользование, и на затратно-нормативном принципе формирования ежегодных эксплуатационных издержек водохозяйственных организаций, не претендует на исчерпывающую полноту охвата экономических, экологических и социальных аспектов вододеления, и, во многом носит дискуссионный характер. Она призвана, в первую очередь, обратить внимание государственных деятелей и научных работников на важность затронутой проблемы, так как именно такого рода требования должны лечь в основу распределения водных ресурсов межреспубликанских рек.

Таблица 1

Количественная оценка экологической ситуации природной среды

Индекс градации	Характер биологического отклика	Уровень опасности	$\bar{\Xi}_k$
0	Смерть	Чрезвычайно опасно	1
1	Наличие заболевания организма	Очень опасно	0,64...0,80
2	Наличие физиологических признаков болезней	Умеренно опасно	0,48...0,64
3	Наличие физиологических и других сдвигов	Мало опасно	0,32...0,48
4	Проявление химических веществ в органах и тканях, не вызывающих каких-либо сдвигов	Условно опасно	0,16...0,32
5	Отсутствие признаков неблагоприятного влияния	Неопасно	0,16

#### **Алгоритмизация расчета предельно-допустимого уровня использования водных ресурсов трансграничных рек**

Расчет предельно-допустимого уровня использования водных ресурсов трансграничных рек производится в следующем порядке, согласно методологическому подходу, разработанному Ж.С. Мустафаевым [7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 22]:

1. Определяется доля категории земель, используемых для создания орошаемых агроландшафтов ( $a_k$ ):  $a_k = F_o^k / F_o$ , где  $F_o^k$  – площадь орошаемых земель  $k$  – категории;

2. Стоимость валовой продукции естественных ландшафтов ( $CBB_n$ ):

$CBB_n = Y_o^k \cdot F_o^k \cdot Ц_e$ , где  $F_o^k$  – площадь естественных ландшафтов  $k$  – категории;

3. Стоимость валовой продукции орошаемых агроландшафтов ( $CBП_{ал}$ ):  $CBП_{ал} = Y_i^k \cdot F_o^k \cdot Ц_i$ , где  $F_o^k$  – площадь естественных ландшафтов  $k$  – категории;

4. Оросительная норма структурного гектара ( $O_p^c$ ) с учетом категории земель:  $O_{pk}^c = \sum_{i=1}^n O_p^i$ , где  $n$  – количество сельскохозяйственных культур, которые входят в структуру орошаемого агроландшафта;

5. Объем водозабора ( $W_k$ , км<sup>3</sup>) с учетом категории земель:

$$W_k = \sum_{i=1}^k O_{pk}^c \cdot F_j^k / \eta_{кнд};$$

6. Цена на услуги УВС ( $CY_k$ ):  $CY_k = \sum_{i=1}^k W_k \cdot T_y$ ;

7. Затраты на минеральные удобрения ( $C_{npk}$ ):

$$C_{npk} = \sum_{i=1}^k NPK \cdot Ц_{npk};$$

8. Капитальные вложения для реконструкции ОС ( $K_{oc}^k$ ):

$$K_{oc}^k = \sum_{i=1}^k K_c \cdot F_o^k;$$

9. Постоянные сельскохозяйственные издержки ( $I_{cx}^k$ ):

$$I_{cx}^k = \sum_{i=1}^k u_y \cdot F_o^k;$$

10. Суммарные сельскохозяйственные издержки ( $\sum I_k$ ):

$$\sum I_k = C_{npk} + I_{cx}^k;$$

11. Суммарные затраты водохозяйственных систем ( $CЗ_k$ ):

$$CЗ_k = \sum I_k + K_{oc}^k;$$

12. Коэффициент дисконтирования ( $a_t$ ):  $a_t = 1/(1+k)^t$ ;

13. Дисконтированные затраты водохозяйственных систем ( $ДЗ_k$ ):

$$ДЗ_k = a_t \cdot CZ_k ;$$

14. Чистый дисконтированный доход (ЧДД<sub>k</sub>):

$$ЧДД_k = CBV_{ал}^k - \sum ПЗ_k ;$$

15. Индекс доходности (ИД<sub>k</sub>) в методологическом отношении напоминает оценку по используемому ранее показателю «коэффициент эффективности капитальных вложений» и вместе тем по экономическому содержанию это совершенно иной показатель, то есть определяется как отношение чистых дисконтированных доходов (ЧДД<sub>k</sub>) к сумме дисконтированных затрат (ДЗ<sub>k</sub>):  $ИД_k = ЧДД_k / ДЗ_k ;$

16. Экономическая ценность (Э<sub>ук</sub>, тыс. доллар или тенге):

$$Э_{ук} = CBV_{б}^k + CBП_{ал}^k ;$$

17. Величина общего ущерба, наносимого народному хозяйству от загрязнения водных источников, определяется как сумма ущербов, нанесенных отдельными водопотребителями –  $V_{щ} = Э + ЭС + С$ , (где Э – экономический ущерб, который включает потери от снижения качества продукции (Э<sub>n</sub>), потери вследствие недополучения продукции (Э<sub>c</sub>), затраты на ликвидацию от загрязнения (Э<sub>я</sub>) и затраты на восстановление или поддержание нормального состояния природной среды (Э<sub>г</sub>); ЭС – социально-экономический ущерб, который включает потери в здравоохранении и социальном обеспечении, обусловленные ростом заболеваемости (ЭС<sub>з</sub>), потери вследствие миграции, вызванной ухудшением состояния природной среды (ЭС<sub>n</sub>) и затраты на дополнительный отдых, необходимый из-за неудовлетворительного состояния природной среды (ЭС<sub>о</sub>); С – социальный ущерб, который включает эстетические потери вследствие разрушения природной среды (С<sub>з</sub>), психологические потери, вызванные неудовлетворительным состоянием зон отдыха (С<sub>n</sub>) и потери вызванные ухудшением экологических условий жизнедеятельности членов общества (С<sub>жс</sub>) [21];

18. Коэффициент экономической устойчивости природной системы речных бассейнов в виде:  $K_э = Z(x)/Z_n(x)$  или  $K_э = Z(t)/Z_n(t)$  – коэффициент экономической устойчивости природно-технического комплекса; Z(x) – суммарный эффект;  $Z_n(x) = Z_n(\bar{P}_n - P_n(x))$ ;  $Z_n(P_n(x))$  – прибыль природного комплекса в естественных условиях;  $Z_n(\bar{P}_n)$  – общая прибыль природно-технического комплекса;

19. Природоемкость ( $P_e$ ), рассчитываемая как отношение затрат используемых природных ресурсов ( $P_3$ ) к валовому продукту ( $ВП$ ):  
$$P_e = P_3 / ВП ;$$

20. Коэффициент экологоемкости ( $K_{эе}$ ) – уровень ущерба нанесенного природной системе в условиях антропогенной деятельности человека ( $У_{цт}$ ) к стоимости полезной валовой продукции ( $СПВП$ ):

$$K_{эе} = У_{цт} / СПВП ;$$

21. Коэффициент экологичности природно-техногенных систем ( $K_{ээ}$ ), представляющий собой отношение чисто полезного эффекта ( $СПВП - У_{цт}$ ) к экономической стоимости ( $Э_ц$ ):  $K_{ээ} = (СПВП - У_{цт}) / Э_ц$ , где  $Э_ц = СВП_{бр} + СВП_{ор}$  ;

22. Коэффициент экологически безопасного использования природных ресурсов ( $K_{эб}$ ), рассчитывают как отношение суммарного эффекта ( $Z(x)$ ) от используемых природных ресурсов к экономической стоимости ( $Э_ц$ ) природной системы: 
$$K_{эб} = \sum_{i=1}^n Z(x)_i / Э_ц = \sum_{i=1}^n Z(F)_i / Э_ц ;$$

23. Проектный коэффициент экологической ситуации ( $\Delta Э$ ), определяют, исходя из жизненной позиции общества или экологического требования среды обитания человека, т.е. принципа формирования обобщенных оценок спектра биологических откликов организма человека в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды. При этом человек, допустив некоторые ущемления здоровью, может несколько раз повышать предельно-допустимый уровень использования ресурсных потенциалов природной системы. Однако, это чревато опасно, во-первых, человеческое общество, ущемив свои жизненные права, может ожидать изменение на геномном уровне, во-вторых, вес предельного использования ресурсного потенциала природной системы может привести к выходу их из предела саморегулирования, то есть из зоны толерантности. Следовательно, выбор проектного значения коэффициента экологической ситуации должен осуществляться с учетом жизненной позиции общества или экологического требования к среде обитания человека, обеспечивающих формирование здорового населения в бассейне трансграничных рек;

24. Коэффициент, лимитирующий экологическое состояние природной системы ( $\lambda$ ) можно определить по формуле:  $\lambda = 1 - \Delta \varepsilon$  ;

25. Ожидаемый коэффициент экологической устойчивости водохозяйственных систем определяется по следующей формуле:

$$K_3^{np} = \lambda \cdot K_3^{max} + (1 - \lambda) \cdot K_3^{min} ,$$

где  $K_3^{max}$  – максимально-возможное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек;  $K_3^{min}$  – минимальное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек.

При этом зависимость коэффициента экономической устойчивости ( $K_3$ ) от интенсивности использования природных ресурсов ( $F, W$ ) может быть изображена графически в виде кривой толерантности, кривой зависимости  $K_3 = f(F, W)$ , как функции отклика – зависимости количественных оценок тех или иных характеристик популяций от важнейших факторов внешней среды, которые имеют колоколообразную форму. Ожидаемый коэффициент экологической устойчивости ( $K_3^{np} = K_{ож}$ ) характеризует экологическое состояние природной среды в зависимости от интенсивности использования природных ресурсов ( $F, W$ ), т.е.  $K_{ож} = f(F, W)$  уровень экологической активности антропогенной деятельности и их количественного значения зависит от экологического требования среды обитания человека. Сложность и многовариантность рассматриваемых инженерных задач приводит к использованию графоаналитического метода для решения оптимизационных задач, т.е. для поиска признаков эколого-экономической устойчивости речных экосистем кривой зависимости  $K_3 = f(F, W)$  и  $K_{ож} = f(F, W)$  будем строить в одной декартовой системе. При этом кривая зависимости  $K_3 = f(F, W)$  во всех речных бассейнах имеет единый качественный колоколообразный вид с различными количественными значениями, а зависимость  $K_{ож} = f(F, W)$  от уровня принятых эколого-социальных решений будет перемещаться по оси ординаты, пересекая кривую  $K_3 = f(F, W)$  в двух местах, разделяя их различные области. Таким образом, существует многомерная область параметров – величина этих факторов, допустимых для жизни живой системы, т.е. тех значений факторов, к которым живая система толерантна. При этом, кривые зависимостей  $K_3 = f(F, W)$  и  $K_{ож} = f(F, W)$  в декартовой



системе, согласно «закону толерантности» В. Шелфорда, что как недостаток, так и избыток любого внешнего фактора может быть вредным для биологических объектов и их жизнедеятельности [4, 20]. Согласно В. Шелфорду, лимитирующим фактором процветания организма может быть не только минимум, но и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости организма.

Как показывает анализ полученных зависимостей области определения функции, а также в соответствии с вышеизложенным, становится очевидным, что фазовое пространство системы уравнений, описывающей нормальное функционирование речной экосистемы, распадается на условные три области. Первая область – недостаточного использования ресурсного потенциала речных бассейнов, при котором общество получает социально-экономический стресс в связи с образованием дефицита жизнедеятельности за счет недостаточной обеспеченности потребительной способности общества. Вторая область – оптимального использования ресурсного потенциала речных бассейнов, обеспечивающих социальную, экологическую и экономическую устойчивость развития системы «природа – общество» на основе принятых решений в области «комфортности среды обитания человека», которые обеспечивают полноценную жизнедеятельность. Третья область – избыточное использование ресурсного потенциала речных бассейнов, при котором общество получает социальный, экологический и экономический стрессы в связи с неустойчивостью и толерантностью биологических откликов в ответ на воздействие техногенных нагрузок на живые организмы, поддерживая только наиболее жизненно необходимые функции.

### **Расчеты и оценки устойчивости бассейнов трансграничных рек Сырдарья и Шу**

Использование земельных и водных ресурсов, качественное состояние орошаемых земель, управление водопользованием, охрана природных ресурсов и поддержание экологического равновесия природных систем бассейнов рек Сырдарья и Шу в определенной степени зависят от правильной оценки потенциальной возможности, с одной стороны, развития производительных сил, с другой – сохранения естественного режима их функционирования. При этом принципы сбалансированного освоения или использова-

ния природных ресурсов бассейнов рек Сырдарья и Шу заключается в дифференцированном эколого-экономическом обосновании мощности деятельно-техноприродных (ДТП) систем для развертывания сельскохозяйственного производства (выращивания культур на орошаемых землях), в зависимости от исходного (потенциального) плодородия почвы.

Для реализации такого подхода выполняют группировку орошаемых земель с учетом биологической продуктивности, существенно различающихся по эффективному плодородию, то есть можно разделить их на три категории с учетом качественного состояния [14, 19, 28]:

- легкодоступные ресурсы природных систем ( $F_n$ ) – высокопродуктивные (доходные) агроландшафты, не требующие сложных гидромелиоративных мероприятий для регулирования основных факторов жизни почвы и растений соответственно их эволюционным требованиям;

- средnedоступные ресурсы природных систем ( $F_c$ ) – с допустимой продуктивностью, требующие гидромелиоративных мероприятий для регулирования основных факторов жизни почвы и растений соответственно их эволюционным требованиям;

- труднодоступные ресурсы природных систем ( $F_m$ ) – низкопродуктивные (нерентабельные при орошении), требующие сложных гидромелиоративных мероприятий для регулирования основных факторов жизни почвы и растений соответственно их эволюционным требованиям.

На основе методологического подхода эколого-экономическое обоснование использования природных ресурсов [9, 24], определен максимально возможный и экологически допустимый уровни использования водных ресурсов рек Сырдарья и Шу.

#### **Эколого-экономическая оценка максимально возможного и экологически допустимого уровня использования водных ресурсов бассейна р. Шу**

На основе выше приведенного методологического подхода произведена эколого-экономическая оценка максимально возможного и экологически допустимого уровней использования водных ресурсов бассейна р. Шу (табл. 2).

Таблица 2

Эколого-экономическая оценка максимально возможного и экологически допустимого уровней использования водных ресурсов бассейна реки Шу

Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
Валовая площадь, млн. га	20,0400	1,8970	2,2132	15,9298
Площадь, пригодная для орошения, млн. га	6,3234	1,8970	2,2132	2,2132
Площадь орошаемых земель ( $F_i$ , млн. га)	0,4734	0,1893	0,1657	0,1184
Свободный фонд (не орошаемые земли, млн. га)	5,8500	1,7077	2,0475	2,0948
Доля категории орошаемых земель ( $\alpha_i$ )	1,00	0,400	0,350	0,250
Продуктивность неорошаемых земель ( $V_{\bar{o}}$ , ц/га)	-	12,0	6,0	3,0
Стоимость валовой продукции ( $СВП_{\bar{o}}$ ), тыс. доллар.	85936,0	45083,3	27027,0	13825,7
Структура использования земельных ресурсов ( $\alpha_i$ ):				
-многолетние травы		0,20	0,20	0,30
- сахарная свекла		0,30	0,20	-
- овощи		0,05	0,05	0,05
- кукуруза на зерно		0,05	0,05	0,05
- кукуруза на силос		0,10	0,10	0,10
- пшеница яровая		0,10	0,10	0,20
- озимая пшеница		0,10	0,10	0,20
- картофель		0,05	0,15	0,05
- бахчи		0,05	0,05	0,05
Урожайность ( $V_i$ , ц/га):				
- многолетние травы		100,0	80,0	60,0
- сахарная свекла		350	250	-
- овощи		200,0	180,0	160,0
- кукуруза на зерно		80,0	70,0	50,0

Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
- кукуруза на силос		250,0	200,0	100,0
- пшеница яровая		35,0	30,0	20,0
- озимая пшеница		40,0	35,0	25,0
- картофель		120,0	100,0	80,0
- бахчи		160,0	140,0	100,0
Реализуемая цена продукции ( $C_i$ , доллар/ц):				
- многолетние травы		2,20	2,20	2,20
- сахарная свекла		2,50	2,50	2,50
- овощи		5,50	5,50	5,50
- кукуруза на зерно		6,00	6,00	6,00
- кукуруза на силос		3,00	3,00	3,00
- пшеница яровая		15,00	15,00	15,00
- озимая пшеница		15,00	15,00	15,00
- картофель		11,00	11,00	11,00
- бахчи		11,00	11,00	11,00
Стоимость валовой продукции ( $СВЛ_i$ , тыс. доллар):	286111,4	137621,0	105558,6	42931,8
- многолетние травы	18913,8	8329,2	5896,0	4688,6
- сахарная свекла	70628,7	49691,2	20937,5	-
- овощи	23912,4	10411,5	8291,3	5209,6
- кукуруза на зерно	9836,7	4543,2	3517,5	1776,0
- кукуруза на силос	27799,5	14197,5	10050,0	3552,0
- пшеница яровая	24579,7	9938,2	7537,5	7104,0
- озимая пшеница	29031,8	11358,0	8793,8	8880,0
- картофель	45340,9	12493,8	27637,5	5209,6
- бахчи	36067,9	16658,4	12897,5	6512,0
Оросительная норма ( $O_p$ , м <sup>3</sup> /га)				
- многолетние травы		6500	8600	9000
- сахарная свекла		5800	7700	-
- овощи		4800	6450	6750
- кукуруза на зерно		4850	6450	6750

Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
- кукуруза на силос		4200	5600	5850
- пшеница яровая		3000	3800	4000
- озимая пшеница		3000	3800	4000
-картофель		5500	7100	7400
-бахчи		4800	6450	6750
Оросительная норма структурного гектара ( $O_p^c$ ), м <sup>3</sup> /га		5057,5	6232,5	6267,5
КПД системы ( $\eta_{кнд}$ )	0,85	0,85	0,85	0,85
Объем водозабора ( $W$ , км <sup>3</sup> )	3,2274	1,1263	1,2281	0,8730
Тариф за услуги по подаче воды ( $T_y$ , доллар. за 1000 м <sup>3</sup> )	0,50	0,50	0,50	0,50
Цена на услуги УВС ( $W \cdot T_y$ , тыс. доллар.)	1614,6	564,05	614,05	436,50
Минеральные удобрения ( $НРК$ , т/га)	-	0,510	0,586	0,638
Стоимость минеральных удобрений ( $C_{НРК}$ , доллар/т)	-	100,0	100,0	100,0
Затраты на минеральные удобрения, тыс. доллар.	26717,7	9348,3	9815,5	7553,9
Удельные капитальные вложения на реконструкцию ОС ( $K_c$ , тыс. доллар на 1 га)	-	1000,0	1500,0	2000,0
Капитальные вложения на ОС ( $K_c \cdot F$ , тыс. доллар.)	677350	189300	251250	236800
Постоянные сельскохозяйственные издержки ( $I_{сх}$ , тыс. доллар.)	85833,4	41286,3	31667,6	12879,5
Суммарные издержки ( $\sum I$ , тыс. доллар.)	112551,1	50634,6	41483,1	20433,4

Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
Суммарные затраты (СЗ, тыс. доллар.)	789901,1	239934,6	292733,1	257233,4
Норма дисконта (k)	0,30	0,30	0,30	0,30
Коэффициент дисконтирования ( $a_t = 1/(1+k)^t$ )	0,257	0,257	0,257	0,257
Приведенные затраты ( $\sum P_z$ , тыс. доллар.)	203004,5	61663,2	75232,4	66109,0
Чистый дисконтированный доход (ЧДД, тыс. доллар.)	83106,9	75957,8	30326,2	-23177,2
Индекс доходности (ИД)	0,450	0,857	0,542	0,000
Общий ущерб ( $У_{\text{ц}}$ ), тыс. доллар.	31750,7	-	6442,6	25308,1
Экономический ущерб (Э), тыс. доллар.	12714,1	-	4061,9	8652,2
Экологический ущерб (ЭС), тыс. доллар.	17172,5	-	1615,0	15557,5
Экономическая ценность ( $Э_{\text{ц}}$ ), тыс. доллар.	372047,4	182704,3	132585,6	56757,5
Коэффициент экономической устойчивости ( $K_{\text{э}}$ )	0,2904	0,5519	0,2872	0,0000
Коэффициент экологоемкости ( $K_{\text{эе}}$ )	0,1109	0,000	0,0610	0,5895
Коэффициент экологичности ПТС ( $K_{\text{ээ}}$ )	0,6837	0,7532	0,7476	0,3105
Коэффициент экологически безопасного использования природных ресурсов ( $K_{\text{эб}}$ )	0,2234	0,4157	0,2287	0,000
Проектный коэффициент экологической ситуации ( $\Delta Э$ )	0,32	0,32	0,32	0,32
Ожидаемый коэффициент экономической устойчивости ( $K_{\text{ож}}$ )	0,375			

На основе приведенных прогнозных расчетов построены графики зависимостей  $K_3 = f(F, W)$  и  $K_{ож} = f(F, W)$  в декартовой системе (рис. 1).

Как видно на рис. 1, при обеспечении коэффициента экологической ситуации ( $\Delta Э$ ) в регионах бассейна р. Шу в пределах 0,32 ожидаемый коэффициент эколого-экономической устойчивости ( $K_{ож} = K_3^{np}$ ) будет равен:  $K_3^{np} = \lambda \cdot K_3^{max} + (1 - \lambda) \cdot K_3^{min} = 0,68 \cdot 0,5519 + (1 - 0,68) \cdot 0,00 = 0,375$ , что обеспечивается при коэффициенте использования водно-земельных ресурсов в пределах  $0,225 < \alpha_{ioon} < 0,590$ . Тогда максимально возможный и экологически допустимый уровень использования водных ресурсов р. Шу будет равен  $W_{max}^{од} = \alpha_{ioon} \cdot W_p = 0,590 \cdot 4,87 = 2,9 \text{ км}^3$ .

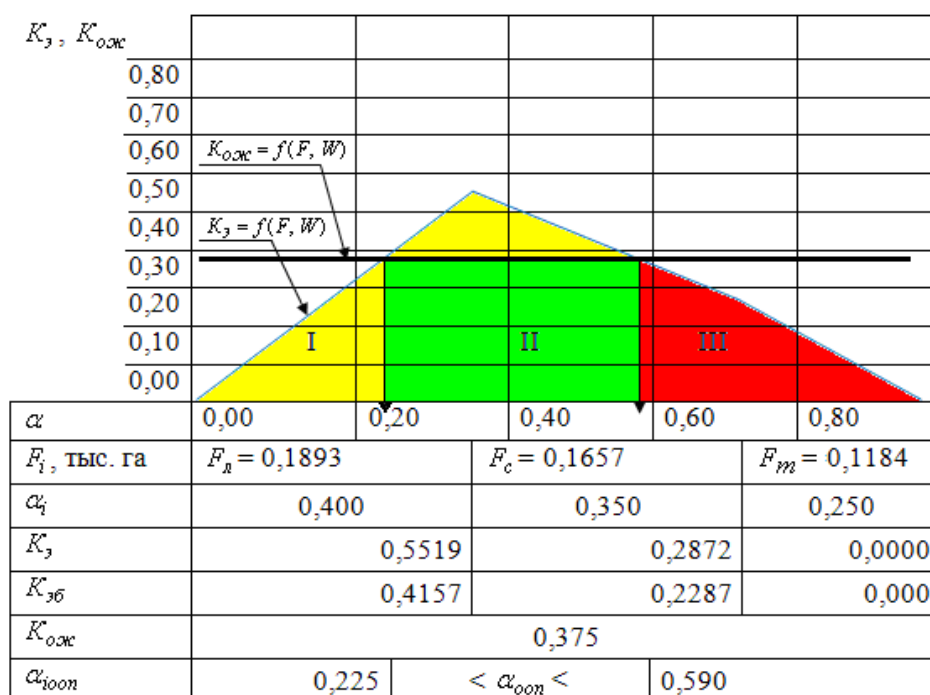


Рис. 1. Графоаналитическое определение экологически допустимого уровня использования водного и земельного ресурсов бассейна р. Шу.

### Эколого-экономическая оценка эффективности использования водных и земельных ресурсов бассейна р. Сырдарья

На основе выше приведенного методологического подхода произведена эколого-экономическая оценка максимально возможного и экологически допустимого уровня использования водных ресурсов бассейна р. Сырдарья (табл. 3).

Таблица 3

Эколого-экономическая оценка эффективности использования водных и земельных ресурсов бассейна р. Сырдарья

Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
Валовая площадь, млн. га	44,393	8,820	4,297	31,276
Площадь, пригодная для орошения, млн. га	13,383	8,820	4,297	0,266
Площадь орошаемых земель ( $F_i$ , млн. га)	3,100	0,556	1,383	1,161
Свободный фонд (не орошаемые земли, млн. га)	10,283	8,264	2,019	31,115
Доля категории орошаемых земель ( $\alpha_i$ )	1,00	0,18	0,446	0,374
Продуктивность неорошаемых земель ( $V_0$ ), ц/га	-	12,0	6,0	3,0
Стоимость валовой продукции ( $СВП_0$ ), млн. тг	30694,1	14875,2	1817,1	14001,8
Структура использования земельных ресурсов ( $\alpha_i$ ):				
- многолетние травы		0,20	0,20	0,20
- хлопчатник		0,30	0,20	-
- овощи		0,05	0,05	0,05
- кукуруза на зерно		0,05	0,05	0,05
- кукуруза на силос		0,10	0,10	0,10
- пшеница яровая		0,10	0,10	0,10
- озимая пшеница		0,10	0,10	0,10
- картофель		0,05	0,05	0,05
- бахчи		0,05	0,05	0,05
- рис		-	0,10	0,30
Урожайность ( $V_i$ , ц/га):				
- многолетние травы		100,0	80,0	60,0
- хлопчатник		30,0	25,0	-
- овощи		200,0	180,0	160,0
- кукуруза на зерно		80,0	70,0	50,0
- кукуруза на силос		250,0	200,0	100,0
- пшеница яровая		35,0	30,0	20,0



Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
- озимая пшеница		40,0	35,0	25,0
- картофель		120,0	100,0	80,0
- бахчи		160,0	140,0	100,0
- рис		-	40,0	30,0
Реализуемая цена продукции ( $C_i$ , тенге/ц):				
- многолетние травы		300,0	300,0	300,0
- хлопчатник		4000,0	4000,0	3000,0
- овощи		750,0	750,0	750,0
- кукуруза на зерно		600,0	600,0	600,0
- кукуруза на силос		300,0	300,0	300,0
- пшеница яровая		900,0	900,0	900,0
- озимая пшеница		900,0	900,0	900,0
- картофель		1500,0	1500,0	1500,0
- бахчи		1500,0	1500,0	1500,0
- рис		1500,0	1500,0	1500,0
Стоимость валовой продукции ( $СВП_i$ , тыс. тг):	195686,6	48455,4	96118,2	51113,0
- многолетние травы	14154,0	3336,0	6638,4	4179,6
- хлопчатник	47676,0	20016,0	27660,0	-
- овощи	20471,3	4170,0	9335,3	6966,0
- кукуруза на зерно	5980,2	1334,4	2904,3	1741,5
- кукуруза на силос	15951,0	4170,0	8298,0	3483,0
- пшеница яровая	7575,3	1751,4	3734,1	2089,8
- озимая пшеница	7664,0	2001,6	4356,5	1306,1
- картофель	22342,3	5004,0	10372,3	6966,0
- бахчи	29901,0	6672,0	14521,5	8707,5
- рис	23971,5	-	8298,0	15673,5
Оросительная норма ( $O_p$ , м <sup>3</sup> /га)				
- многолетние травы		8600	9000	11850
- хлопчатник		7700	8100	-
- овощи		6450	6750	13050
- кукуруза на зерно		6450	6750	8400
- кукуруза на силос		5600	5850	7050
- пшеница яровая		3800	4000	5200

Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
- озимая пшеница		3800	4000	4700
-картофель		7100	7400	8350
-бахчи		6450	6750	5820
- рис		-	22000	26000
Оросительная норма структурного гектара ( $O_p^c$ ), м <sup>3</sup> /га		6652,5	8387,5	13646,0
КПД системы ( $\eta_{кпд}$ )	0,85	0,85	0,85	0,85
Объем водозабора ( $W$ , км <sup>3</sup> )	36,638	4,352	13,647	18,639
Тариф за услуги по подаче воды ( $T_y$ , тыин/м <sup>3</sup> )	20,0	20,0	20,0	20,0
Цена на услуги УВС ( $W \cdot T_y$ , млн. тг)	31892,4	870,4	27294,0	3728,0
Минеральные удобрения ( $НРК$ , т/га)	-	0,510	0,586	0,638
Стоимость минеральных удобрений ( $Ц_{НРК}$ , тенге/т)	-	10000,0	10000,0	10000,0
Затраты на минеральные удобрения, млн. тг.	15795,1	283,5	8104,4	7407,2
Удельные капитальные вложения на реконструкцию ОС ( $K_c$ , тыс. тг на 1 га)	-	75,0	100,0	150,0
Капитальные вложения на ОС ( $K_c \cdot F$ , млн. тг)	354150,0	41700,0	138300,0	174150,0
Постоянные сельскохозяйственные издержки ( $И_{cx}$ , тыс. тг)	63184,0	14536,6	30757,8	17889,6
Суммарные издержки ( $\sum I$ , тыс. тг)	78979,1	14820,1	38862,2	25296,8
Суммарные затраты ( $CЗ$ , тыс. тг)	433129,1	56520,1	177162,2	199446,8
Норма дисконта ( $k$ )	0,30	0,30	0,30	0,30
Коэффициент дисконтирования ( $a_t = \frac{1}{(1+k)^t}$ )	0,257	0,257	0,257	0,257

Показатель	Всего	Категория земли		
		легкодоступная	среднедоступная	труднодоступная
Приведенные затраты ( $\sum P_3$ , тыс. га)	111314,2	14525,7	45530,7	51257,8
Чистый дисконтированный доход (ЧДД), тыс. га)	84372,4	33929,7	50587,5	-144,8
Индекс доходности (ИД)	0,450	0,857	0,542	0,000
Общий ущерб ( $У_{ц}$ ), млн. тг	19788,8	-	2726,5	17062,3
Экономический ущерб (Э), млн. тг	752,2	-	345,8	406,4
Социальный ущерб (С), млн. тг	1864,1	-	765,7	1098,4
Экологический ущерб (ЭС), млн. тг	17172,5	-	1615,0	15557,5
Экономическая ценность ( $Э_{ц}$ ), млн. тг	226380,7	63330,6	97935,3	65114,8
Коэффициент экономической устойчивости ( $K_э$ )	0,330	0,700	0,500	0,000
Природоемкость ( $П_e$ )	2,213	1,166	1,843	3,902
Коэффициент экологоемкости ( $K_{эe}$ )	0,046	0,000	0,015	0,086
Коэффициент экологичности ПТС ( $K_{ээ}$ )	0,777	0,890	0,954	0,0523
Коэффициент экологически безопасного использования природных ресурсов ( $K_{эб}$ )	0,373	0,536	0,516	0,000
Коэффициент экологической ситуации ( $\Delta Э$ )	0,32	0,32	0,32	0,32
Ожидаемый коэффициент экономической устойчивости бассейна рек ( $K_{ож}$ )	0,476			

Как видно в табл. 3, критерии оценки эколого-экономической эффективности использования водных и земельных ресурсов бассейна р. Сырдарья: коэффициент экономической устойчивости ( $K_э$ ), природо-

емкость ( $P_e$ ), коэффициент экологоемкости ( $K_{эe}$ ), коэффициент экологичности ПТС ( $K_{э}$ ) и коэффициент экологически безопасного использования природных ресурсов ( $K_{эб}$ ) – во многом зависят от качественного состояния орошаемых земель. А ожидаемый коэффициент экономической устойчивости бассейна р. Сырдарьи, при обеспечении коэффициента экологической ситуации в пределах 0,32 будет равен:  $K_{э}^{np} = \lambda \cdot K_{э}^{max} + (1 - \lambda) \cdot K_{э}^{min} = 0,68 \cdot 0,70 + (1 - 0,68) \cdot 0,00 = 0,48$ . При этом урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых землях и издержки производства, а также общий ущерб от неправильного использования природных ресурсов бассейна р. Сырдарьи, тоже зависят от качественного состояния водных и земельных ресурсов.

Для определения максимально возможного и экологически допустимого уровня использования земельных ресурсов бассейна рек используется графоаналитический метод (рис. 2). Как видно на рис. 2, эколого-экономическая максимально возможная величина использования водно-земельных ресурсов бассейна р. Сырдарьи находится в пределах  $0,13 < \alpha_{ioon} < 0,64$ .

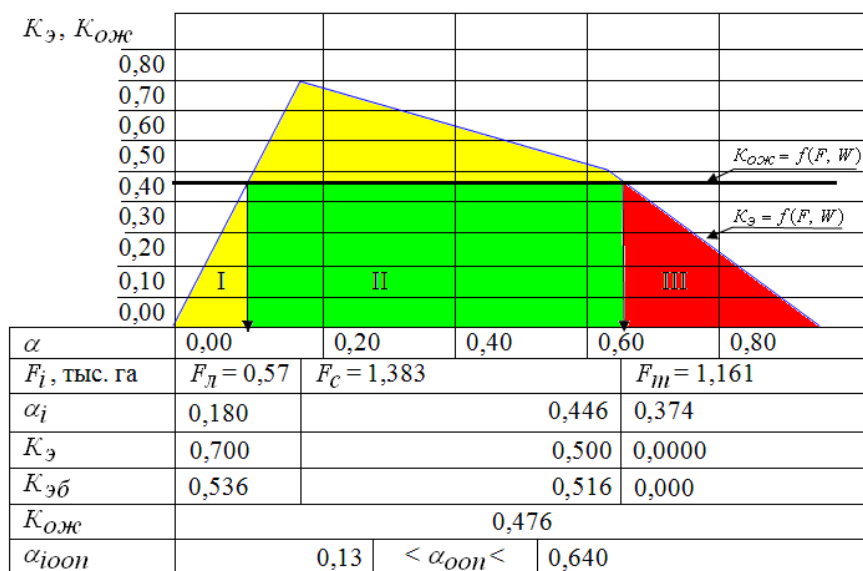


Рис. 2. Определение экологически допустимого значения коэффициента экономической эффективности использования водно-земельных ресурсов бассейна р. Сырдарьи.

Таким образом, предельно-допустимый уровень использования во многом зависит от экономической и экологической устойчивостей бассей-

на трансграничных рек, что требует необходимости учета природно-экологических и социально-хозяйственных особенностей каждого региона. При этом особенностью эколого-экономического подхода обоснования предельно-допустимого уровня использования водных ресурсов трансграничных рек является учет экономических, экологических и социальных интересов общества, которые определяют принцип и концепцию использования природных ресурсов и размещения производственных сил агропромышленного комплекса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Венецианов Е.В., Раткович Д.Я. К проблеме экологического возрождения речных бассейнов // Водные ресурсы. – 2002. – Том 29. – №2. – С. 240-252.
2. Арент К.П. Оптимизация расчетной обеспеченности орошения // Комплексное использование водных ресурсов юга Европейской территории страны. – М.: 1979. – С. 132-141.
3. Бурлибаев М.Ж. О принципах допустимого объема изъятия речных вод и обоснования экологического стока рек // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №4. – С. 88-101.
4. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана. – Алматы: 2007. – 516 с.
5. Голченко М.Г., Стельмах Е.А. Методические рекомендации по определению расчетной обеспеченности орошения в Белоруссии. – Горки: БелСХИ, 1978. – 58 с.
6. Заурбеков А.К. Выбор оптимального варианта орошаемой площади в бассейне реки: Учебное пособие. – Ташкент: 1987. – 86 с.
7. Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Экологические и экономические проблемы управления водными ресурсами трансграничных рек // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря / Тезисы докладов Центрально-Азиатской международной научно-практической конференции. – Алматы, 2003. – С. 178-185.
8. Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Методика оценки экологических норм попусков воды в низовьях рек // Наука и образование Южного Казахстана. – 2004. – № 2(37). – С. 149-154.
9. Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Сбалансированное использование водных ресурсов трансграничных рек. – Тараз: 2005. – 111 с.
10. Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Эколого-экономические проблемы использования водных ресурсов трансгра-

- ничных рек // Наука и образование Южного Казахстана. – 2001. – №26. – С. 212-215.
11. Коваленко Б.Г. Ирригационно-энергетическое использование рек. – Фрунзе: АН Киргизская ССР, 1965. – 239 с.
  12. Ковальский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод. – М.: Научный мир, 2001. – 321 с.
  13. Костяков А.Н., Кутергин В.А. Расчетная обеспеченность орошения // Принципы и методы комплексного использования водных ресурсов малых бассейнов. – М.: АН СССР, 1950. – С. 3-70.
  14. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиораций сельскохозяйственных земель. – Тараз, 2004. – 306 с.
  15. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиораций сельскохозяйственных земель в Казахстане: Автореферат док. техн. наук.– М., 1992. – 50 с.
  16. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиораций сельскохозяйственных земель в Казахстане. – М.: 1997. – 358 с.
  17. Мустафаев Ж.С., Ибатуллин С.Р., Койбагарова К.Б. Эколого-экономические проблемы управления водными ресурсами трансграничных рек // Гидрометеорология и экология. – 2001. – №3-4. – С. 145-155.
  18. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Критерии устойчивости экологической системы // Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды. – Алматы, 1998. – Часть 2. – С. 212-214.
  19. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж., Ешмаханов М.К. Проблемы гидро-экологии: количественная оценка состояния и устойчивости ландшафта. – Тараз: 2010. – 135 с.
  20. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Ибатуллин С.Р., Козыкеева А.Т. Модель природы и моделирование природного процесса. – Тараз: 2009. – 190 с.
  21. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Ибатуллин С.Р., Козыкеева А.Т., Койбагарова К.Б., Мустафаева Л.Ж., Мустафаев К.Ж., Телеуов О.Т. Методика комплексной оценки ущерба при использовании водных ресурсов трансграничных рек // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №2.–С. 79-89.
  22. Мустафаева Л.Ж., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б. Экологические и экономические обоснования устойчивости природной системы // Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды. – Щучинск: 2002. – С. 212-214.
  23. Мустафаева Л.Ж., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б. Эколого-экономическое обоснование устойчивости природно-технических систем // Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв и оценка земельных ресурсов. – Алматы: 2002. – С. 220-222.
  24. Мустафаева Л.Ж., Сейдуалиев М.А. Эколого-экономическое использование водных и земельных ресурсов рек (на примере реки Сырдарья): Аналитический обзор. – Тараз: 2003. – 80 с.

25. Панасенко И.М., Заурбеков А.К., Нарбаев Т.И. Водные ресурсы предгорной зоны Джамбулской области и их оросительная способность // Проектирование и строительство гидротехнических сооружений на оросительных системах. – Ташкент: 1976. – С. 105-114.
26. Раткович Д.Я. Гидрологические основы водообеспечения. – М.: ИВП РАН, 1993. – 428 с.
27. Рекс Л.М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем. – М.: 1995. – 192 с.
28. Сарсенбаев М.Х. Гидролого-экологические проблемы орошения в Южном Прибалхашье (на примере рисовых земель). – Алматы: 2001. – 195 с.
29. Фащевский Б.В. Основы экологической гидрологии. – М.: Экономист, 1998. – 239 с.
30. Шавва К.И. Определение оптимальных параметров водохозяйственных объектов и рациональных схем использования водных ресурсов. – Фрунзе: Кыргызстан, 1972. – 251 с.
31. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. – Киев: Генеза, 1997. – 640 с.

Государственный университет им М.Х. Дулати, г. Тараз  
 Международный Фонд спасения Арала, г. Алматы  
 ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация», г. Алматы

### **ШЕКАРАЛАС ӨЗЕНДЕРДІҢ СУ ҚОРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ШЕКТЕЛГЕН МҮМКІНШІЛІК ШАМАСЫНЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗІ**

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. канд.	С.Р. Ибатуллин
Техн. ғылымд. канд.	Ә.Т. Қозыкеева
Техн. ғылымд. канд.	Қ.Б. Қойбағарова
Экон. ғылымд. канд.	Қ.Ж. Мұстафаев

*Аймақтық өндіріс күшін орналастыру және табиғи қорды пайдаланудың қағидасы мен тұжырымын анықтауға арналған, қоғамның экономикалық, экологиялық және әлеуметтік қызықшылығын есепке ала отырып, шекаралас өзендердің су қорын пайдаланудың шектелген мүмкіншілік шамасының әдістемелік негізі келтірілген.*

УДК 556. 114

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК  
СЕВЕРНОГО СКЛОНА ИЛЕ АЛАТАУ В 2010 ГОДУ****Сообщение 1. Минерализация, ионный состав, растворенные газы,  
значение рН**

Доктор геогр. наук С.М. Романова

*Проанализированы материалы собственных исследований режима минерализации, ионного состава, растворенных газов и значений рН воды рек северного склона Иле Алатау за 2010 год.*

Развитие экономики Казахстана в ближайшей перспективе неизбежно столкнется с проблемой дефицита водных ресурсов, что в свою очередь тесно связано с качеством вод местного стока и стока трансграничных рек. В этих условиях особую актуальность приобретают следующие проблемы: обеспечение водной безопасности нашей республики с учетом геополитической ситуации и нарастающих водохозяйственных нагрузок; исследование и оценка влияния загрязняющих веществ, смываемых с прилегающих территорий, на качество речных вод и биоту водоемов; анализ процессов самоочищения и самоочищающей способности речных вод и ряд других задач.

В большинстве населенных пунктах (за исключением крупных городов) очистные сооружения либо не эффективны в силу значительной изношенности, либо полностью отсутствуют. Во всех населенных пунктах практически отсутствует ливневая канализация с последующей очисткой, в результате чего происходит смыв продуктов осаждения атмосферного загрязнения, официальных и стихийных полигонов твердых бытовых отходов. Многие населенные пункты сельской местности и частный сектор городов практически напрямую поставляют загрязняющие вещества с частных подворий и выгребных ям.

Для рек Казахстана характерна высокая зависимость формирования стока от климатических характеристик регионов и географических зон расположения, а так же выраженная взаимосвязь качества воды с интенсивностью и характером хозяйственной деятельности на территории водосбора.

Природные условия Казахстана таковы, что большая часть объема поверхностных вод формируется за пределами республики или протекает транзитом. Отсюда следует, что главным источником собственной воды являются малые реки.



Специфическими свойствами гидрологического режима рек Казахстана являются неравномерное распределение речной сети и стока по территории, неравномерное распределение стока как внутри года, так и в многолетнем разрезе, общая маловодность и отсутствие постоянного поверхностного стока у большинства малых рек.

С января по сентябрь 2010 г. изучен химический состав воды 20 малых рек и рек ручейкового типа северного склона Иле Алатау (ССИА). Всего в этом районе отобрано 138 проб воды. Реки Киши Алматы, Улькен Алматы, Каскелен, Есентай, Аксай, Шамалган обследованы по течению.

Содержание растворенного в воде кислорода в воде рек ССИА колеблется в пределах 6,34...9,12 мг/дм<sup>3</sup>. По рыбохозяйственным критериям содержание кислорода в воде открытого периода (не зима) лимитируется ПДК  $\geq 6,0$  мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшие концентрации кислорода обнаружены в водах рек ручейкового типа в январе (р. Солоновка – 2,74; Карасу – 4,00 мг/дм<sup>3</sup>), в остальных реках содержание кислорода за период наблюдений больше нормы и вода оказывается благоприятна для обитания гидробионтов. В большинстве случаев концентрация кислорода больше в той воде, температура которой ниже. Обратная картина наблюдается в загрязненных водах. Следует отметить, что аналогичная картина выявлена и в 2009 г., с той лишь разницей, что содержание растворенного в воде кислорода в этих же реках стало меньше в среднем на 1,5...2,5 мг/дм<sup>3</sup> [1-4].

Вода во всех реках ССИА имеет слабо щелочную или близкую к нейтральной реакцию среды, значения рН составляют 6,60...8,56, причем наибольшие значения рН отмечены в загрязненных реках ручейкового типа (Казачка, Солоновка, Мойка, Карасу, Султанка).

По классификации А.М. Овчинникова по степени минерализации вода этих рек относится к ультрапресным (меньше 200 мг/дм<sup>3</sup>) или пресным (0,2...0,5 г/дм<sup>3</sup>). Воды с относительно повышенной минерализацией (0,5...1,0 г/дм<sup>3</sup>) выявлены в притоках рек и реках ручейкового типа. Самые высокие значения минерализации зафиксированы в марте в воде р. Карасу (у ГКБ №4), достигшие 749,0 мг/дм<sup>3</sup>; 684,2 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Султанка; 706,5 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Солоновка, а в мае 628,0 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Мойка и 598,1 мг/дм<sup>3</sup> в воде р. Казачка.

Для таких значений минерализации воды характерно преобладание в ионном составе сульфатных или хлоридных ионов из анионов и суммы натрия и калия из катионов (рис. 1...6). Кроме того, для ручейковых вод отмечен третий тип воды, в отличие от более крупных рек, имеющих в большин-

стве случаев второй тип воды, реже первый тип воды. Известно, что воды III типа являются метаморфизованными, в которых активно протекают различные физико-химические процессы в системе «вода – донные отложения – почва – растение». Индекс воды по О.А. Алекину для таких вод  $C_{III}^{Ca}$ ,  $C_{III,II}^{Ca}$ ,  $C_{II}^{Mg}$ ,  $S_{II}^{Na}$ ,  $S_{II}^{Ca}$ ,  $C_{III}^{Mg}$ ,  $C_{II}^{Na}$ .

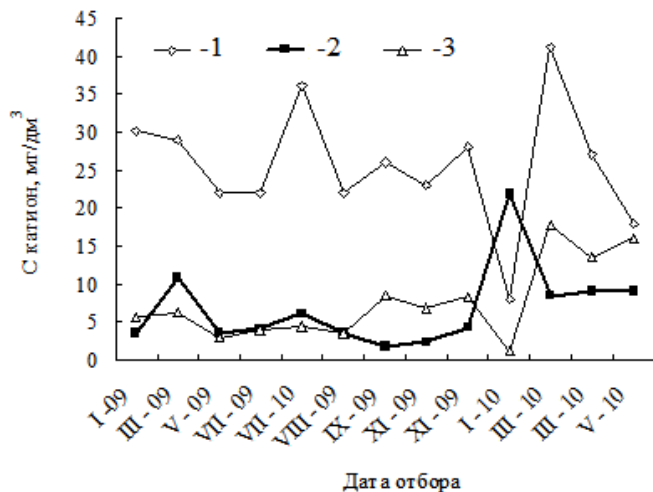


Рис. 1. Изменение концентрации катионов в воде р. Киши Алматы (верховье). 1 – Ca<sup>2+</sup>; 2 – Mg<sup>2+</sup>; 3 – Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>.

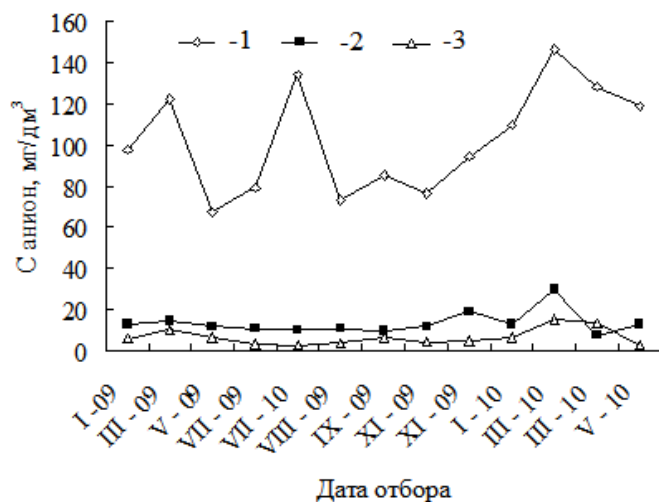


Рис. 2. Изменение концентрации анионов в воде р. Киши Алматы (верховье). 1 – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 2 – SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 3 – Cl<sup>-</sup>.

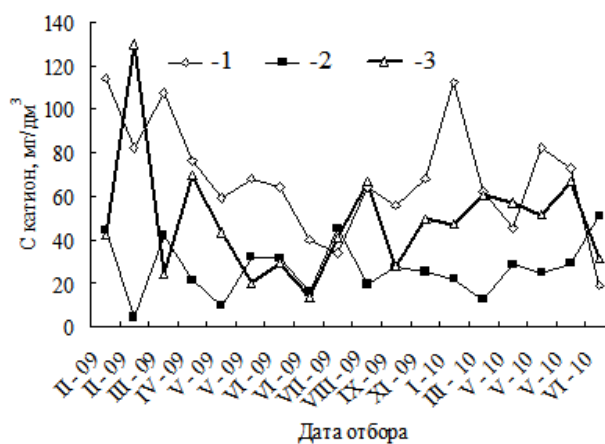


Рис. 3. Изменение концентрации катионов в воде р. Киши Алматы (низовье). 1 – Ca<sup>2+</sup>; 2 – Mg<sup>2+</sup>; 3 – Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>.

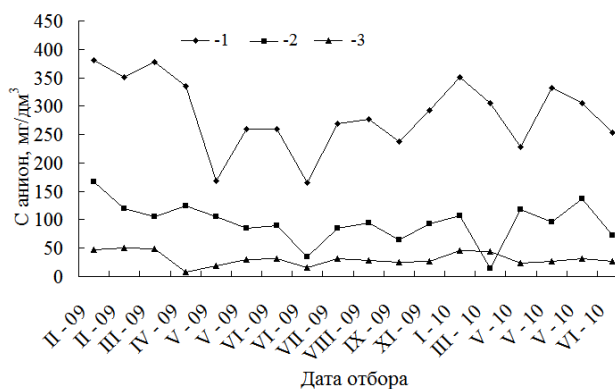


Рис. 4. Изменение концентрации анионов в воде р. Киши Алматы (низовье). 1 – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 2 – SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 3 – Cl<sup>-</sup>.

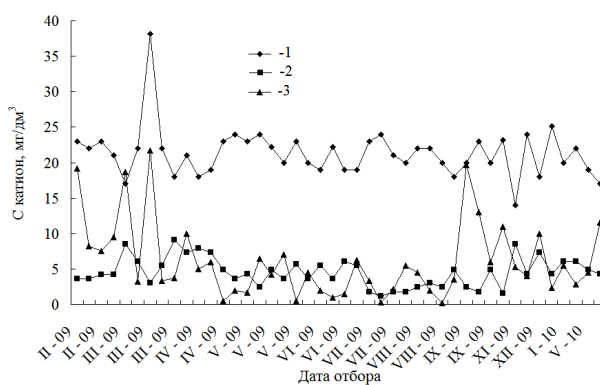


Рис. 5. Изменение концентрации катионов в воде р. Талгар. 1 – Ca<sup>2+</sup>; 2 – Mg<sup>2+</sup>; 3 – Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>.

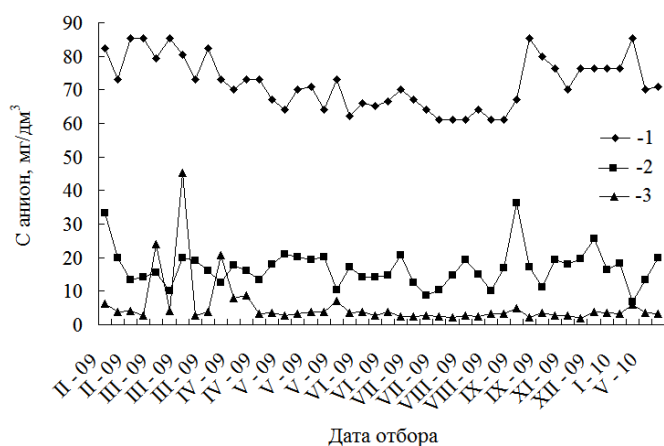


Рис. 6. Изменение концентрации анионов в воде р. Талгар. 1 –  $\text{HCO}_3^-$ ; 2 –  $\text{SO}_4^{2-}$ ; 3 –  $\text{Cl}^-$ .

По жесткости воды рек ССИА, кроме р. Есентай в верховье, относятся к очень мягким (до 1,5 ммоль/л экв.). В низовье большинства рек общая жесткость возрастает, вода становится мягкой (1,55...3,00 ммоль/л экв.) или жесткой (4,10...4,65 ммоль/л экв.). Вода рек Киши Алматы и Каскелен в низовье становится очень жесткой, величина жесткости возрастает, соответственно, до 7,35 ммоль/л экв. в январе и 6,35 ммоль/л экв. в марте. В водах рек ручейкового типа (Султанка, Солоновка, Карасу, Мойка, Ащибулак) общая жесткость достигает 5,75...8,70 ммоль/л экв. и вода становится очень жесткой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романова И.В., Сымтыкова Г., Куншыгар, Антонова Н. Характеристика химического состава и качества воды рек и водоемов Северного склона Илейского Алатау в 2009 году // Гидрометеорология и экология. – 2010. – № 1(56). – С. 140-149.
2. Романова С.М., Сымтыкова Г., Куншыгар Д. Физикохимия воды малых рек Алматинской области: Тез. докл. / III междунар. конгресс студ. и молодых ученых «Мир науки», посвящ. 75-летию КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы: 2009. – С. 32-33.
3. Романова С.М., Кулешов П.В. и др. Химический состав воды рек ручейкового типа города Алматы (Есентай, Карасу, Мойка): Тез. докл. / III междунар. конгресс студ. и молодых ученых «Мир науки», посвящ. 75-летию КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы: 2009. – С. 45-46.

4. Романова С.М., Жданко Л.А. и др. Химический состав воды малых рек города Алматы (Киши Алматы, Улькен Алматы): Тез. докл. / III междунар. конгресс студ. и молодых ученых «Мир науки», посвящ. 75-летию КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы: 2009. – С. 46-47.

КазНУ им. аль-Фараби, Алматы

**ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНДЕГІ ӨЗЕНДЕРДІҢ  
2010 ЖЫЛҒЫ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ СИПАТТАМАСЫ**

**1 Хабарлама. Минералдану, иондық құрамы, еріген газдар, рН мәні**

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова

*Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі өзен суларының минералдану, иондық құрамы, еріген газдар, рН мәнін 2010 жылғы зерттеу материалдарына талдау жасалынған.*

УДК 501/504 (282.255.51)

**ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД  
НА ТРАНСГРАНИЧНОМ ПОСТУ Р. ИЛИ – ПР. ДУБУНЬ**

Канд. геогр. наук Э.А. Турсунов

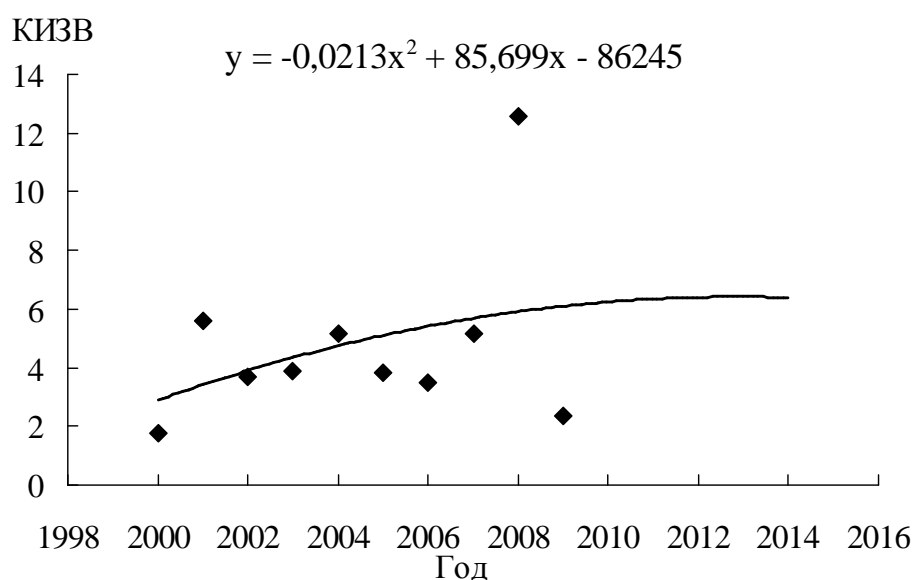
*Приведено описание основных экологических проблем в бассейне р. Или. Показана тенденция изменения качества поверхностных вод на трансграничном посту р. Или – пристань Дубунь. Приведен способ прогнозирования загрязнения на ближайшую перспективу.*

В современный период в условиях часто возникающих глобальных и региональных угроз и вызовов (опустынивание и деградация земель, наводнения, пожары, изменение климата, землетрясения, нехватка водных и земельных ресурсов, эпидемии, финансовый и продовольственный кризис и др.) усложняются и без того проблемные ситуации в Центрально-Азиатском регионе. Увеличение численности населения, а также заметный рост экономики как Республики Казахстан, так и сопредельных государств, позволяют с уверенностью предположить в перспективе повышение дефицита природной воды, а главное, ухудшение ее качества. Нельзя забывать, что поскольку из всех стран центрально-азиатского региона (ЦАР), Казахстан на трансграничных реках (Или, Сырдарья, Шу, Талас) является замыкающей стороной, то это приводит не только к трансграничному загрязнению транзитного стока с территории сопредельных государств, но и часто возникающих разногласий между государствами относительно качественного состояния водных объектов [1].

Общая тенденция ухудшения качества вод наблюдается и в бассейне оз. Балхаш. Возвратные воды являются главным источником загрязнения водной среды района. В их составе кроме главных ионов содержатся остатки минеральных удобрений и ядохимикатов. Как правило, по течению рек отмечается увеличение практически всех растворенных веществ, в том числе токсичных, в 2 и более раз. Существенно возросло загрязнение р. Или на трансграничном посту пристань Дубунь. Установлено, что с 1958 по 2001 гг. значение индекса загрязнения воды (ИЗВ) для оз. Балхаш возросло, соответственно, от 1,7 до 2,8, что говорит о двух- и трехкратном увеличении антропогенного воздействия [2].

Существенное изменение в гидрохимическом режиме р. Или могут произойти за счет увеличения хозяйственной деятельности на территории Китайской Народной Республики, за счет доводки площади орошаемых земель до млн. га по сравнению с нынешним 0,5 млн. га. Представляется реальным то, что с уменьшением объемов транзитного стока до  $8,0 \text{ км}^3$  существенные изменения претерпит и химический состав речной воды с возрастанием возвратных вод с орошаемых территорий. Основными загрязнителями на Казахстанской части, по-прежнему будут: сельское хозяйство, промышленные предприятия, населенные пункты, с изношенными системами канализации, отсутствием ливневой канализации и исторические источники загрязнения.

Вместе с тем, приведенная на рис. 1 зависимость показывает определенную стабилизацию уровня загрязнения р. Или в последние годы, что позволяет оценить изменения качества поверхностных вод при различных сценариях забора воды на территории КНР.



*Рис. 1. Тенденция изменения качества поверхностных вод р. Или – пристань Дубунь.*

Основным условием составления такого прогноза является неизменное количество загрязняющих веществ, проходящее через рассматриваемый трансграничный створ на р. Или. Большинство ингредиентов, определяющих естественный химический режим в реке, и не превышающих предельно допустимую концентрацию (ПДК) в рассматриваемых нами

предыдущих годах, будут сохранять свою концентрацию и в условиях изменения водности реки.

Считаем, что загрязняющим веществом является содержание в воде химического элемента, превышающее ПДК. Тогда масса каждого загрязняющего ингредиента будет рассчитываться по следующему уравнению [3]:

$$M_{ЗИ} = 31,536 \cdot (C - C_{ПДК}) \cdot q, \quad (1)$$

где  $M_{ЗИ}$  – масса загрязняющего ингредиента;  $q$  – среднегодовой расход воды в реке по данному гидропосту, м<sup>3</sup>/с; 31,536 – коэффициент приведения к единой размерности;  $C$  – среднегодовая концентрация химического элемента;  $C_{ПДК}$  – предельно допустимая концентрация данного элемента.

Суммируя все массы загрязняющих ингредиентов, получим общую массу загрязняющих веществ, переносимую стоком в течение года. Получив значение масс загрязняющих ингредиентов согласно уравнению (2), изменяем значение среднегодового расхода воды согласно предполагаемому изменению водности реки в данном створе в результате планируемой деятельности и решаем его относительно их концентраций:

$$C = \frac{M_{ЗИ}}{31,536 \cdot q} + C_{ПДК}. \quad (2)$$

Согласно расчетам по уравнению (1), при среднегодовом расходе воды по р. Или – пр. Дубунь, равному 407 м<sup>3</sup>/с, масса загрязняющих веществ в 2008 г. составила 5004 т, а комплексный индекс загрязнения воды (КИЗВ), определяемый согласно методическим рекомендациям [1], равен 11,6. В таблице на основании формулы (2) приведены расчеты среднегодовой концентрации и индексов загрязнения воды (ИЗВ) по загрязняющим ингредиентам при возможных 25 и 50 % изъятиях стока относительно рассматриваемого года и соответствующие им КИЗВ р. Или.

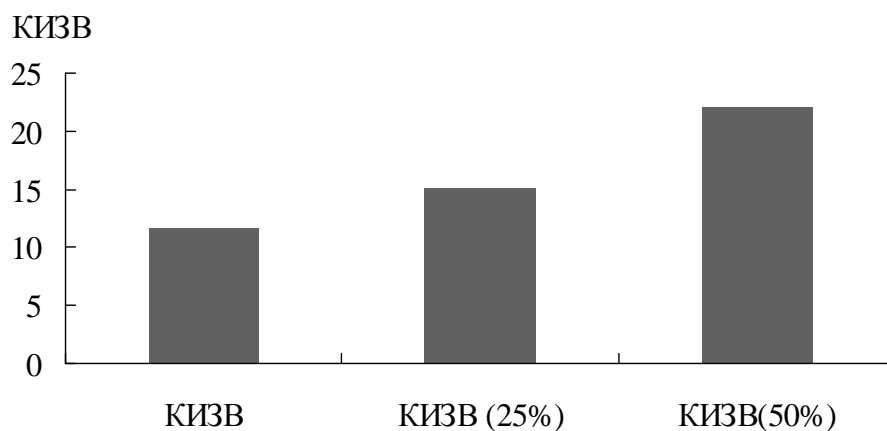
Таблица

Изменение качества воды в случае уменьшения водности р. Или

Загрязняющий ингредиент	Единица измерения	ПДК	С (25 %) ср. год ( $q = 5,7 \text{ м}^3/\text{с}$ )	ИЗВ (75 %)	С (50 %) ср. год ( $q = 3,8 \text{ м}^3/\text{с}$ )	ИЗВ (50 %)
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,445	8,89	0,642	12,84
Железо (2+)	мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,118	23,6	0,175	35
Медь	мкг/дм <sup>3</sup>	1	12,739	12,73	18,6	18,61
КИЗВ				15,1		22,15



На рис. 2, показано изменение КИЗВ в случае изъятия стока на территории КНР и его соответствующее уменьшение на 25 и 50 %. При этом 50 % изъятие стока является хоть и наиболее экстремальной величиной, но, к сожалению, вполне реален. К примеру, сток трансграничной реки Харгос уже сейчас поделен пополам.



*Рис. 2. Изменение качества воды в р. Или – пр. Дубунь при различных сценариях водности.*

Следует так же отметить, что заложенное в основу данного способа прогнозирования постоянное, из года в год, количество загрязняющих веществ является ориентировочной величиной и не учитывает ряд существенных факторов. Естественно в случае залпового поступления загрязняющих веществ в результате техногенной катастрофы произойдет резкое изменение отраженной на рис. 2 ситуации.

К сожалению, малые реки, впадающие в Или с северного склона Иле Алатау, и проходящие через крупные населенные пункты не могут быть рассчитаны как р. Или, так как на них в последние годы наблюдается последовательный и достаточно интенсивный рост загрязнения, который достаточно трудно спрогнозировать из-за хаотической антропогенной нагрузки в городах Алматы, Талгар и Каскелен. С другой стороны привязка качественных характеристик реки к количественным показателям, позволяет относительно реально оценить изменение качества воды в р. Или, в случае достижения договоренностей между КНР и Казахстаном по разделу стока. Автор считает, что приведенный выше способ прогнозирования применим и на других реках со сложившейся или плавно изменяющейся системой хозяйствования в их бассейнах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. и др. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Алматы, Ғылым, 2007. – 96 с.
2. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию / Под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Астана, Каганат, 2003.– 79 с.
3. Сборник нормативно-методических документов по разработке предельно допустимых вредных воздействий на поверхностные водные объекты / Под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Астана – Алматы: Каганат, 2007. – 76 с.

Казахстанское Агентство Прикладной Экологии, г. Алматы  
Казгидромет, г. Алматы

### **ІЛЕ ӨЗЕНІ – ДОБЫН КЕМЕЖАЙЫ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ БЕКЕТІНДЕГІ ЖЕРБЕТІ СУ САПАСЫНЫҢ МҮМКІНДІК ӨЗГЕРУІ**

Геогр. ғылымд. канд. Э.А. Турсунов

*Іле өзені алабындағы негізгі экологиялық проблемаларға суреттеме келтірілген. Іле-Добын трансшекаралық бекетіндегі жер беті су сапасының өзгеру тенденциясы көрсетілген. Жақын келешектегі ластануды болжау тәсілі келтірілген.*

УДК 911.3:613(574.11)

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ РАЗЛИЧИЯ В РЕЙТИНГЕ ЗДОРОВЬЯ  
НАСЕЛЕНИЯ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Б.В. Шкуринский

*В статье рассматриваются территориальные различия между административными районами Западно-Казахстанской области по уровню заболеваемости населения. Выявлены корреляционные связи между факторами окружающей среды и группами болезней населения. Итогом работы является районирование территории Западно-Казахстанской области по общему рейтингу здоровья населения.*

Здоровье населения является одной из наиболее важных характеристик развития общества и уровня жизни, которая в значительной мере зависит от социально-экономических условий и факторов окружающей среды. В последнее время уровень заболеваемости населения Западно-Казахстанской области (ЗКО) (согласно материалам официальной статистики Министерства здравоохранения РК) по основным группам болезней продолжает оставаться высоким. Например, ЗКО среди областей РК выделяется высокой заболеваемостью туберкулезом, онкологическими заболеваниями, а также общей смертностью населения [[www.mz.gov.kz](http://www.mz.gov.kz)]. Это обусловлено воздействием ряда факторов, среди которых большое значение имеет влияние неблагоприятных для жизни и здоровья населения природных и социально-экономических условий.

Цель данного исследования состоит в изучении территориальной дифференциации заболеваемости населения ЗКО и выявлении корреляционных зависимостей между факторами окружающей среды и группами заболеваний.

Перед тем, как изучить пространственные различия в заболеваемости населения области, рассмотрим подборку статистических данных, характеризующих это явление.

Заболеваемость населения новообразованиями имеет существенные территориальные различия. Можно выделить 5 статистических групп. Первая группа объединяет районы с показателями от 252 до 320 случаев на 100 000 жителей, вторая – от 365 до 448; третья группа имеет значения

от 486 до 535; четвертая группа – от 612 до 879. В отдельную группу выделяется территория г. Уральска, где заболеваемость населения всеми случаями рака является максимальной среди всех административных единиц области – 1449 случаев на 100000 жителей. Город является территорией, обладающей специфическими особенностями, которые отсутствуют в сельской местности. Высокая плотность населения, большая насыщенность транспортными потоками, высокая техногенная нагрузка, загрязнение почвы, поверхностных и подземных вод – все это сосредоточено на относительно небольшой площади источников энергетического и химического загрязнения [4].

В первую группу с наименьшим значением этого показателя входят Джанибекский, Бокейординский, Каратобинский и Чингирлауский районы. Вторую группу образуют Казталовский, Джангалинский, Акжайыкский и Сырымский районы, третью – Таскалинский и Бурлинский, четвертая группа состоит из Теректинского и Зеленовского районов, а пятую группу образует территория г. Уральска. Имеющиеся показатели дают основание предположить, что на возникновение новообразований антропогенные факторы не оказывают большого влияния, так как это отмечается в тех районах, где имеются месторождения нефти и газа. В большинстве районов области заболеваемость новообразованиями не имеет кризисного значения. Поэтому главное значение имеют природные особенности территории, среди которых, вероятно необходимо выделить размещение и свойства солянокупольных систем, характеристики подземных вод. Нами обнаружена значительная зависимость между заболеваемостью всеми случаями рака и такими природными условиями, как метель (корреляция составляет 0,9), мутность вод ( $r = 0,6$ ) и геомагнетизм ( $r = 0,4$ ). В то же время необходимо отметить, что в городе выше значение стрессогенного фактора, что обуславливает более высокий показатель заболеваемости, по сравнению с сельскими жителями области.

Ярко выраженную антропогенную обусловленность имеет заболеваемость болезнями мочеполовой системы. В некоторых районах этот показатель более чем в 2,5 раз выше, чем в городе (8136 случаев на 100 000 населения против 3169). Самые высокие значения этот показатель имеет в Таскалинском (8136) и Чингирлауском (4833) районах. Более высокая заболеваемость сельских жителей связана с тем, что в селе благоустроенных домов очень мало, поэтому население часто простывает и не имеет возможности соблюдать гигиенические нормы. Кроме того, на возникновение

заболеваний мочеполовой системы значительное влияние оказывает экологическое состояние среды и содержание в почве металлов [2]. По В.В. Ковальскому, Западно-Казахстанская область относится к территориям с избыточным содержанием молибдена. Избыток молибдена способствует развитию таких заболеваний, как подагра и гиперурикемия.

Заболеваемость населения болезнями системы пищеварения ниже в тех районах, где имеются значительные площади под овощными и бахчевыми культурами. Это Зелёновский, Каратобинский, Бурлинский и Теректинский районы, в которых значение данного показателя составляет от 1311,4 до 2427 случаев на 100 000 жителей. Высокое значение данный показатель имеет в Джанибекском районе (11023,3).

На заболеваемость органов дыхания из природных факторов наибольшее влияние оказывает запыленность и сухость приземного слоя атмосферы. Наиболее распространены эти заболевания в Таскалинском районе (21933,1) и г. Уральск (25875,8). Ниже всего заболеваемость органов дыхания отмечается в Сырымском районе (10282,6), относительно невысокое значение этого показателя имеет Зелёновский район (11907,7). В остальных районах области этот показатель колеблется от 13241,8 до 17582,8 случаев на 100 000 жителей.

Особое место среди болезней органов дыхания на территории Республики Казахстан, и в частности в Западно-Казахстанской области, занимает туберкулез. На протяжении последних 10 лет область занимает лидирующие позиции в Республике Казахстан по данному заболеванию. Поэтому выявление и снижение воздействия факторов риска на туберкулез имеет особое значение для Западно-Казахстанской области. Нами обнаружена зависимость между этим заболеванием и такими природными условиями, как атмосферная засуха ( $r = 0,8$ ), длительность безморозного периода ( $r = 0,6$ ) и отсутствие снежного покрова ( $r = 0,5$ ). Значительных контрастов в количестве заболеваний туберкулезом среди районов области не выявлено. Наибольшими показателями выделяется городская территория, где заболеваемость составляет 185,7 человек на 100 000 жителей.

Степень гигиенического неблагополучия почвы, а именно содержание в ней металлов (Cu, Co, Zn) определяет распространенность среди населения ЗКО болезней органов кровообращения (степень корреляции составляет 0,5). Избыточное содержание в почве молибдена способствует возникновению кардио-васкулярных заболеваний. Нерациональное питание также является одной из главных причин возникновения сердечно-

сосудистых заболеваний. Регулярное переедание, потребление избыточного количества углеводов и жиров – причина развития таких болезней обмена веществ, как ожирение и сахарный диабет. Они вызывают поражение сердечно-сосудистой и других систем, резко понижают трудоспособность и устойчивость к заболеваниям. По заболеваниям органов кровообращения среди населения районов области лидируют Таскалинский, Акжайыкский и Казталовский районы (2138,0 – 3264 случаев на 100 000 жителей).

Существенные различия нами обнаружены среди районов области по заболеваниям кожи и подкожной клетчатки. Наиболее высокие показатели выявлены в г. Уральске и среди населения Бокейординского района (4309,8 – 4540 случаев на 100 000 жителей). Наименьшие показатели заболеваемости кожными болезнями зафиксированы в Зеленовском, Каратобинском, Джангалинском и Джанибекском районах (2176,6 – 2491,9 случаев на 100 000 жителей). Нами выявлена средняя степень зависимости между заболеваемостью данной группой болезней и длительностью дискомфортного периода ( $r = 0,5$ ).

На возникновение эндокринных болезней оказывают влияние не только неблагоприятные экологические условия, но и наследственная предрасположенность. Наблюдаются существенные различия в уровне заболеваемости этой болезнью между городскими и сельскими жителями. Наименьшие показатели по заболеваемости этой группой болезней отмечены в Зеленовском районе (397,1 случаев на 100 000 жителей) и г. Уральске (475,2 случаев на 100 000 жителей). В сельской местности болезни эндокринной системы чаще случаются среди жителей Чингирлауского района (1631 случай на 100 000 жителей), а также Джанибекского (893 случая на 100 000 жителей) и Бокейординского (846,4) районов. В этих районах население не достаточно полно нейтрализует неблагоприятные экологические условия йодо- и железосодержащими пищевыми добавками.

Уровень заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани обусловлен экологическими и социально-экологическими условиями, главным проявлением которых является полноценное питание. Заболеваемость этими болезнями в сельской местности в 2 раза выше, чем в городе. Наиболее высокое значение этот показатель имеет в Таскалинском районе (2783,2 случаев на 100 000 жителей), а самое низкое значение – в Сырымском районе (590,4 случая на 100 000 жителей).

Травмы и отравления в малой мере связаны с природными характеристиками территории и главным образом обусловлены соблюдением тех-

ники безопасности на работе и в бытовых условиях. Определенное влияние на показатель заболеваемости этими видами болезней оказывает занятость населения в опасных для здоровья отраслях производства. В городе этот показатель в 4 раза выше, по сравнению с сельской местностью. Наибольшее число травм и отравлений получают жители г. Уральска (9151,1 случаев на 100 000 жителей), а среди районов области – жители Бурлинского района (3013,5 случаев на 100 000 жителей), что связано с занятостью населения в отраслях промышленности, в которых безопасность труда остается на низком уровне. Самое низкое значение среди сельских жителей этот показатель имеет в Сырымском районе (1115,4 случаев на 100 000 жителей). Травмы в основном получают взрослые, занятые на производстве.

На болезни глаза и его придатков влияют неблагоприятные природные условия (запыленность и загазованность атмосферы), а также соблюдение личной гигиены. Самое высокое значение этот показатель имеет в Казталовском районе (6006,3 случая на 100 000 жителей), а также – в Таскалинском, Джангалинском и Сырымском районах (3372,6...3795,8 случаев на 100 000 жителей). Самое низкое значение этого показателя отмечается в Каратобинском и Теректинском районах (1406,1...1509,3 случаев на 100 000 жителей).

Анализ пространственных различий в уровне заболеваемости населения Западно-Казахстанской области позволил нам разработать интегральный показатель («рейтинг здоровья»), аккумулирующий в себе данные по заболеваемости и смертности населения за период 2000...2009 гг. Все административные районы по общему рейтингу здоровья населения области нами были подразделены на 5 групп (Рис.).

**Первая группа** выделяется самым высоким рейтингом здоровья населения и включает Зеленовский и Теректинский районы ЗКО, в которых наблюдаются низкие показатели заболеваемости населения по основным группам болезней, а также средние показатели смертности населения. Но эти районы находятся на лидирующих позициях по заболеваемости раком (Зеленовский район – 879,8 человек на 100 000 населения, Теректинский район – 612,2 человек на 100 000 населения), что соответствует 2 и 3 месту среди всех административных районов ЗКО. Кроме того, Зеленовский район занимает 2 место в области по заболеваемости населения сахарным диабетом (566,2 человек на 100 000 населения) и психическими расстройствами (151,2 человек на 100 000 населения).

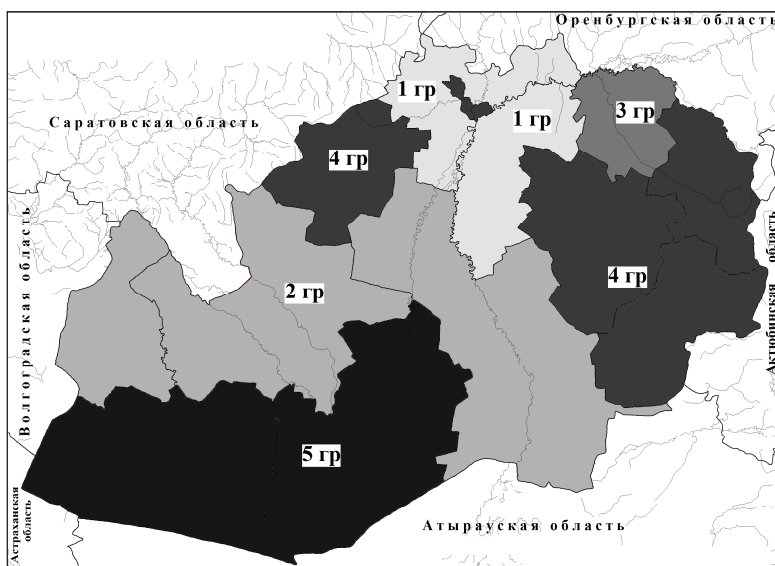


Рис. Общй рейтинг здоровья населения Западно-Казахстанской области (2000...2009 гг.).

**Вторая группа**, характеризующаяся рейтингом здоровья выше среднего, включает Акжаикский, Казталовский и Джанибекский административные районы. На территории данных районов наблюдаются средние показатели смертности и заболеваемости населения. Джанибекский и Казталовский районы занимают 1 и 2 места по распространению болезней органов пищеварения (11023,3 и 9122,7 человек на 100 000 населения, соответственно). Кроме того, Джанибекский район занимает лидирующее место по распространению болезней эндокринной (893 случая на 100 000 населения) и мочеполовой систем (3307,6 случая на 100 000 человек); Казталовский район лидирует по осложнениям беременности и родов (12237,9 случая на 100 000 человек); Акжаикский район занимает 2 место по распространению болезней нервной (1958,3 случая на 100 000 человек) и скелетно-мышечной системы (1672 случая на 100 000 человек).

**Третья группа** охватывает Бурлинский административный район. Она характеризуется средним уровнем здоровья населения и низкой смертностью. В то же время в ней высокая заболеваемость населения сахарным диабетом (523,6 случаев на 100 000 населения – 3 место); болезнями органов дыхания (17582,8 случаев на 100 000 населения – 3 место); скелетно-мышечной системы (1631,8 случаев на 100 000 населения – 3 место) и широким распространением травм и отравлений (3013,5 случаев на 100 000 населения – 2 место).



**Четвертая группа.** Здесь отмечается рейтинг здоровья населения ниже среднего уровня. Эта группа объединяет территории Таскалинского, Сырымского, Каратобинского, Чингирлауского административных районов ЗКО, а также включает г. Уральск. Эти районы характеризуются средним уровнем смертности и высокими показателями заболеваемости населения. Г. Уральск лидирует по заболеваемости населения раком (1449,5 случаев на 100 000 населения), сахарным диабетом (948,5 случаев на 100 000 населения), психическими расстройствами (248,5 случаев на 100 000 населения), болезнями органов дыхания (25875,8 случаев на 100 000 населения), а также по распространению травм и отравлений (9151,1 случаев на 100 000 населения). Таскалинский район лидирует по распространению болезней органов нервной системы, кровообращения, мочеполовой и скелетно-мышечной систем, а Чингирлауский – по заболеваниям эндокринной системы. Сырымский и Каратобинский районы находятся в числе первых по распространению туберкулеза, а также по уровню младенческой смертности.

**Пятая группа** выделяется самым низким рейтингом здоровья населения среди административных районов области и включает территории Бокейординского и Джангалинского административных районов ЗКО, которые характеризуются средними показателями заболеваемости и высоким уровнем смертности. Среди заболеваний, получивших наибольшее распространение на территории этих районов, следует отметить эндокринные заболевания, психические расстройства, болезни органов пищеварения, осложнения беременности и родов. Кроме того, Бокейординский и Джангалинский районы занимают 2 и 3 места по уровню мертворождаемости (14,2 и 8,1 случаев на 1000 рожденных, соответственно), 1 и 2 места – по уровню младенческой смертности (29,6 и 23,8 случаев на 1000 живорожденных, соответственно).

В последние годы уровень заболеваемости населения, связанный с неблагоприятным воздействием окружающей среды, не понижается, так как продолжают действовать многие негативные факторы. В первую очередь – это неудовлетворительное качество питьевой воды, главным образом – её повышенная минерализация. Аридизация климата приводит к увеличению заболеваний органов дыхания и кожи. Для нейтрализации неблагоприятного влияния природных и антропогенных факторов на состояние здоровья населения необходимо усилить социальную адаптацию населения, важной частью которой является система организации здравоохранения и социального обеспечения, повышение жизненного уровня граждан республики [5, 6, 7].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боромбаев У.Т., Темиргалиев Г.А. Рак желудка // Биологические науки Казахстана. – 2006. – №3-4. – С. 53-58.
2. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: Аналитический обзор. – Новосибирск, 2003. – 137 с.
3. Колычева Н.И. Географическая патология рака пищевода в Казахстане. – Алма-Ата: Казахстан, 1986. – 176 с.
4. Путилова А.А. Территориальный анализ взаимосвязей заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Алтайского края с факторами окружающей среды: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 2007. – 23 с.
5. Шкуринский Б.В. Значение восстановления степных ландшафтов в оптимизации природных условий, влияющих на здоровье населения Западного Казахстана // Вопросы степеведения. Научные доклады, статьи и основные итоговые материалы V Международного симпозиума «Степи Северной Евразии» (Оренбург, 2009). Выпуск VII. – Оренбург: Институт степи УрО РАН, 2009. – С. 72-75.
6. Шкуринский Б.В. Изучение территориальной дифференциации заболеваемости населения (на примере Западно-Казахстанской области) // Организация территории: статика, динамика, управление: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / БГПУ им. М. Акмуллы, УНЦ РАН, АН РБ. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2009. – С. 113-115.
7. Шкуринский Б.В. Медико-географическое районирование Западно-Казахстанской области // География в Западном Казахстане: к 70-летию кафедры географии ЗКГУ им. М. Утемисова. – Уральск: Издательский центр ЗКГУ им. М. Утемисова, 2009. – С. 34-39.

Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова

### **БАТЫС-ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ ТҰРҒЫНДАРЫНЫҢ ДЕНСАУЛЫҒЫ РЕЙТИНГІСІНДЕГІ КЕҢІСТІКТІК АЙЫРМАШЫЛЫҚТАР**

Б.В. Шкуринский

*Мақалада Батыс-Қазақстан облысының тұрғындар денсаулығының деңгейі бойынша әкімшілік аудандар арасындағы аумақтық айырмашылықтар қарастырылады. Қоршаған орта факторлары мен тұрғындардың ауру топтары арасында корреляциялық байланыс анықталды. Жұмыс нәтижесі – Батыс-Қазақстан облысын тұрғындар денсаулығының жалпы рейтингі бойынша аудандастыру болып табылады.*

УДК 551.510.42

**ВОЗМОЖНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ В ГОРОДАХ**

Канд. геогр. наук Т.Д. Агаев

*В статье рассмотрена роль централизованной системы контроля в регулирование уровня загрязнения города. Создание такой системы контроля наблюдений в городах позволяет получить более полную и подробную информацию о загрязнении атмосферы, а также устраняет недостатки наблюдательных пунктов.*

Как известно, в промышленных центрах степень загрязнения атмосферного воздуха может в ряде случаев превысить санитарно-гигиенические нормативы. Характер временной и пространственной изменчивости концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе определяется большим числом разнообразных факторов. Знание закономерностей формирования уровней загрязнения атмосферного воздуха, тенденций их изменений является крайне необходимым для обеспечения требуемой чистоты воздушного бассейна. Основой для выявления закономерностей служат наблюдения за состоянием загрязнения воздушного бассейна [1, 4-6]. От возможностей и качества проводимых наблюдений зависит эффективность всех воздухоохраных мероприятий.

Обычно расположение источников выбросов и их параметры известны или их можно определить, зная метеорологические параметры, в том числе «розу ветров», можно с использованием математических и физических моделей рассчитать поля концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для любой ситуации. Но адекватность принятых моделей реальным ситуациям все равно должна проверяться экспериментально.

Служба наблюдения и контроля за состоянием атмосферного воздуха состоит из двух частей или систем: наблюдение (мониторинг) и контроль. Первая система обеспечивает наблюдение за качеством атмосферного воздуха в городах, населенных пунктах, территориях, расположенных вне зоны влияния конкретных источников загрязнения. Вторая система обеспечивает контроль источников загрязнения и регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу. Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха про-

водятся в районах интенсивного антропогенного воздействия (в городах, промышленных и агропромышленных центрах и т.д.) и в районах, удаленных от источников загрязнения (в фоновых районах).

Необходимость организации контроля загрязнения атмосферного воздуха в зоне интенсивного антропогенного воздействия определяется предварительными экспериментальными (в течение 1...2 лет) и теоретическими исследованиями с использованием методов математического и физического моделирования. Такой подход позволяет оценить степень загрязнения той или иной примесью атмосферного воздуха в городе или любом другом населенном пункте, где имеются стационарные и передвижные источники выбросов вредных веществ.

Контроль состояния воздушного бассейна включает следующие элементы:

- контроль выбросов в атмосферу с уходящими газами и через вентиляционные системы;

- контроль состояния воздушного бассейна на уровне дыхания на территории, вокруг предприятия и проведение метеорологических измерений состояния атмосферы.

Содержание вредных компонентов следует измерять в уходящих газах за каждым агрегатом в отдельности, желательно также проводить соответствующие измерения в дымовых или вентиляционных трубах после смешивания различных газовых (воздушных) потоков. Для расчета выбросов необходимо также измерить температуру и расход газов (последний оценивается также путем расчета по расходу топлива или пара). Концентрация вредных примесей в атмосфере на уровне дыхания измеряют периодически в различных точках территории. Наиболее совершенным методом для оценки состояния атмосферы в отношении запыленности и загазованности является создание постоянно действующих систем в городе вокруг крупных объектов – потенциальных источников выбросов (ТЭС, металлургических предприятий и др.). Одним из важных моментов получения информации об уровнях загрязнения атмосферы является оперативность получения данных измерений и их объем. В решение такой задачи основное место занимает организация автоматического контроля наблюдений за загрязнением воздуха. В этой работе на примере города Сумгаита рассмотрена возможность организации таких наблюдений.

Одной из важных задач контрольной службы является установление мест значительного загрязнения воздуха в городе. Как известно, име-

ются два типа наблюдений – стационарные и маршрутные. Чтобы выявить высокие значения концентраций примесей, пункты наблюдений размещаются большей частью с подветренной стороны. Обычно на расстоянии от расположения труб основных источников выбросов (теплоэлектроцентралей, химической промышленности, металлургии, нефтепереработки). Пункты размещаются на открытых и продуваемых местах, а также вблизи магистралей с интенсивным движением транспорта.

В 80-е годы прошлого столетия в г. Сумгаите было предусмотрено 3...5 стационарных постов наблюдения за загрязнением атмосферы, что соответствовало установленным нормам для городов с 200...500 тыс. населением. Но, эти стационарные посты не могли охарактеризовать фактический уровень загрязнения атмосферы города. Так-так во время размещения этих постов не было учтено расположение промышленного района и селитебной части города, а также господствующее направление ветра («Роза ветров»). Стационарные посты в основном были расположены только в жилом районе, а это не позволяло выявить полную картину загрязнения воздуха города. Кроме того, на этих пунктах наблюдения отсутствовал контроль за содержанием в атмосфере углеводородов и хлористого водорода. Эти вредные примеси являются специфическими загрязнителями г. Сумгаита. При этом с пуском производств ЭП-300 и Полимер-120, а также полимерного завода количество выбросов в атмосферу углеводородов из источников загрязнения резко увеличилось. Кроме того, на некоторых стационарных постах иногда имели место нарушения, и статический контроль над состоянием воздушной среды практически проводился только днем, в одной половине суток. А в течение 12 часов, особенно в ночное время, когда характерен более высокий уровень загрязнения, контроль отсутствовал.

Для получения более полной и подробной информации о загрязнении атмосферы города и устранения всех перечисленных недостатков необходимо создание централизованной системы контроля наблюдений в г. Сумгаите.

Следует отметить, что анализ концентраций вредных примесей в воздухе Сумгаита в основном производится с помощью неавтоматических химических методов. Применение этих методов связано с простотой аппаратного оформления, а также возможностью использования обслуживающего персонала средней квалификации. Неавтоматические методы значительно уступают автоматическим методам контроля загрязнения атмо-

сферы. Как известно, основное преимущество автоматического контроля загрязнения атмосферы, это оперативность получения данных наблюдения и их объем. Кроме того, при проведении неавтоматических методов, для наблюдения за загрязнением воздуха требуются большие затраты труда.

Перспективным направлением является использование автоматических газоанализаторов и сохранение данных в результате машинных экспериментов. Использование автоматических газоанализаторов позволяет непрерывно следить за изменением режима загрязнения атмосферы, а также выявлять случаи с высокими концентрациями, которые при разовых отборах проб могут быть пропущены. При этом учет направления ветра способствует установлению источников, от которых поступает примесь на пункты контроля. С помощью автоматических газоанализаторов можно проводить централизованный контроль загрязнения атмосферы города и крупных промышленных центров.

В настоящее время разработаны различные концепции автоматических станций контроля качества атмосферы (измерительные комплексы «Анкос», «СКАТ», «Атмосфера», «In-Situ» и др.), включающие аппаратное и программное обеспечение, организационные мероприятия. Концепция позволяет комплексно решать проблемы мониторинга: вопросы метрологического обеспечения, сбора, обработки, сохранения и передачи данных в необходимом формате.

Предлагаемая централизованная система контроля загрязнения воздуха г. Сумгаита включает: автоматическую регистрацию различных примесей и необходимые метеорологические параметры одновременно в ряде пунктов города. Передачу информации по проводным и беспроводным каналам связи (телефонные (АТС), GSM-каналы, LAN и Интернет) на центральный пульт для автоматической обработки и выдачи информации (рис.).

В блок-схему системы входит ряд контрольно-наблюдательных станций (КНС) с датчиками (газоанализаторами): анеморумбометр, термограф и др. Для размещения станции можно использовать стандартные павильоны. Функции сбора, обработки и хранения информации возложены на регистратор данных (та - логгер) – устройство управления. По запросу накопленная информация передается на внешний удаленный компьютер – в центр сбора информации (ЦСИ) по проводным и беспроводным каналам связи (телефонные (АТС), GSM-каналы, LAN и Интернет).

Установленное на удаленном компьютере специализированное программное обеспечение позволяет не только организовать автоматиче-

ский режим приема данных, но и представить их в формате текстовых или Excel-файлов ТЗА-4, удобных для дальнейшего экспорта в файлы системы управления качеством воздуха. Измеренные значения усредняются в 20 минутных интервалах. Сеансы связи между станцией и удаленным центром управления проводятся автоматически. Причем один компьютер способен связываться с несколькими станциями и обслуживать их.

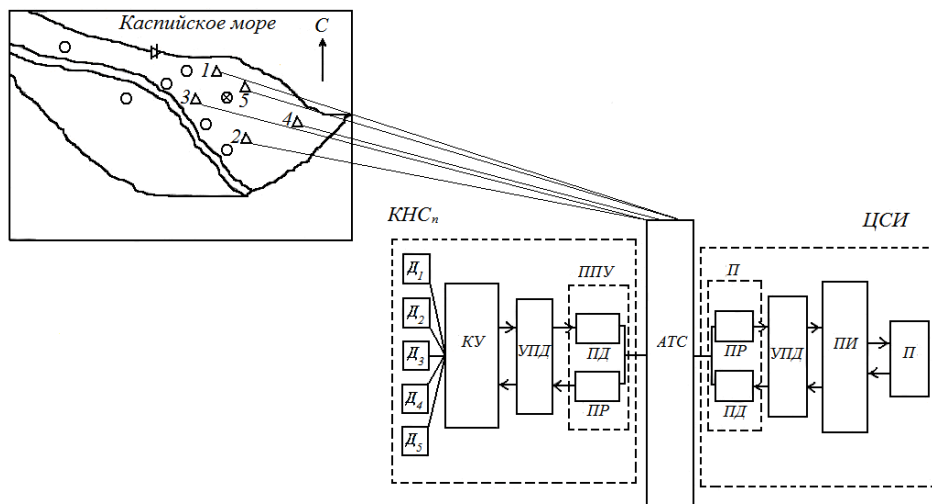


Рис. Примерная блок-схема централизованной передачи данных наблюдений о загрязнении атмосферы в г. Сумгаите.

Одним из основных элементов анализа качества атмосферного воздуха является отбор проб. Если отбор проб выполнен неправильно, то результаты самого тщательного анализа теряют всякий смысл. Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется через поглотительный прибор аспирационным способом, путем пропускания воздуха с определенной скоростью или заполнения сосудов ограниченной емкости. Для исследования газообразных примесей пригодны оба метода, а для исследования примесей в виде аэрозолей (пыли) – только первый.

В результате пропускания воздуха через поглотительный прибор осуществляется концентрирование анализируемого вещества в поглотительной среде. Для достоверного определения концентрации вещества расход воздуха должен составлять десятки и сотни литров в минуту. Пробы подразделяются на разовые (период отбора 20...30 мин) и средние суточные (определяются путем осреднения не менее четырех разовых проб атмосферного воздуха, отобранных через равные промежутки времени в течение суток). Обычно для получения средних суточных значений кон-

центрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе пробы воздуха отбирают в 7, 13, 19 и 01 ч по местному времени. Средняя суточная концентрация может быть получена и при более частых отборах проб воздуха в течение суток, но обязательно через равные промежутки времени. Наилучшим способом получения средних суточных значений является непрерывный отбор проб воздуха в течение 24 ч.

Для отбора проб воздуха используются электроаспираторы, пылесосы и другие приборы и устройства, пропускающие воздух, а также устройства, регистрирующие объем пропускаемого воздуха (реометры, ротаметры и другие расходомеры).

Учитывая, что метеорологические факторы определяют перенос и рассеяние вредных веществ в атмосферном воздухе [2, 3], отбор проб воздуха должен сопровождаться наблюдениями за дымовыми факелами источников выбросов и основными метеорологическими параметрами, к числу которых относятся: скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха, атмосферные явления, состояние погоды и подстилающей поверхности. Результаты наблюдений записываются в рабочий журнал гидрометнаблюдателя, а обработанные результаты – в книжку записи наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха и метеорологическими элементами (КЗА-1).

Методы дискретного отбора проб воздуха для последующего анализа в химической лаборатории, несомненно, важны и необходимы в общей системе наблюдений загрязнения атмосферного воздуха. Однако при получении информации о загрязнении атмосферного воздуха только в сроки 7, 13 и 19 ч нельзя быть уверенным в объективности информации о средней суточной концентрации. Не исключено, что в промежуточные сроки наблюдались значительно более высокие или более низкие концентрации. По данным таких дискретных наблюдений нельзя установить суточный ход концентрации примеси и её зависимость от метеорологических условий. Поэтому на КНС за загрязнением атмосферного воздуха используются газоанализаторы, позволяющие восполнить пробел в ручных методах дискретного отбора проб и представляющие информацию о суточном ходе концентрации по записи на диаграммной ленте.

Работа автоматического газоанализатора (напр. типа ГКП-1) проводится на основе метода поглощения  $SO_2$  раствором йода разбавленного  $H_2SO_4$ . Воздух непрерывно прокачивается через кулонометрическую ячейку газоанализатора, представляющую собой гальванический элемент. Воз-



никающий в ячейке ток, пропорционален количеству содержания в атмосфере  $\text{SO}_2$  и, непрерывно регистрируется на бумажной ленте.

Для определения окиси углерода в атмосфере могут быть использованы наиболее распространенные оптико-акустические газоанализаторы (например типа ГМК-3). Измерения этими газоанализаторами проводится при помощи селективного лучеприемника путем поглощения инфракрасной радиации анализируемым газом. Для определения  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и ряд других газов также могут быть использованы оптико-акустические газоанализаторы, созданные на основе гетеродинного метода. Особое внимание представляет определение  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$  приборами, работающими на основе люминесцентных методов (например типа 645ХЛ, 623ИН, 652ХЛ), заключающиеся в измерении интенсивности излучения их молекул, возбужденных лучистой энергией.

Большой интерес представляют газоанализаторы для определения содержания углеводородов в атмосфере. Наиболее эффективными из них являются газоанализаторы, основанные на пламенно-ионизационном принципе. Они позволяют определить суммарное содержание углеводородов с чувствительностью до сотых долей  $\text{г/м}^3$ . Сведения о составе различных углесодержащих соединений в воздухе ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  и т.д.) можно получить автоматическими газовыми хроматографами.

Для получения информации о пространственной изменчивости концентраций вредных веществ в воздухе по экспериментальным данным нужно составить карту загрязнения воздуха, необходимо систематически проводить отборы проб воздуха в узлах регулярной сетки с шагом не более 2 км. Такая задача практически невыполнима. Поэтому для построения полей концентрации используются методы математического моделирования рассеяния примесей в атмосферном воздухе, реализуемые на ЭВМ. Математическое моделирование предполагает наличие достоверных данных о метеорологических особенностях и параметрах выбросов. Применимость моделей к реальным условиям проверяется по данным сетевых или специально организованных наблюдений. Расчетные значения концентрации должны совпадать с наблюдаемыми в точках отбора проб.

Моделью может служить любая алгоритмическая или аналоговая система, позволяющая имитировать процессы рассеяния примесей в атмосферном воздухе. Например, после осуществления набора данных о загрязнении атмосферы города и занесения их в базы данных, далее, используя алгоритмический язык ПРОЛОГ, создается база данных для принятия

решений при любом количестве загрязнения воздуха города. Загрязнение города отображается в лингвистических приближенных понятиях, таких как «нет загрязнения», «загрязнение больше нормы», «загрязнение меньше нормы».

На центральном пульте автоматической обработки должна находиться карта города со световым обозначением пунктов контроля, где установлена измерительная аппаратура. В тех случаях, когда на стационарных пунктах будет отмечаться повышение концентрации примесей, используя метеорологические параметры, например, по данным о направлении ветра, можно установить, с чем связано данное увеличение концентрации вредных примесей и с каким источником связано данное загрязнение. После чего даются указания о необходимости сокращения выбросов по этому источнику. При нарушении режима вредных выбросов, а также при неблагоприятных метеорологических условиях (инверсии со слабым ветром, штиль туман и т.д.), в приземном слое могут создаваться высокие концентрации примесей. Используя информацию централизованной системы контроля, можно прогнозировать и принять необходимые меры для уменьшения загрязнения атмосферы.

В связи с высокой насыщенностью городов промышленными предприятиями, уровень загрязнения атмосферного воздуха в них, как правило, существенно выше, чем в пригородах и тем более сельской местности. В отдельные периоды при неблагоприятных условиях для рассеяния выбросов, концентрации вредных веществ могут сильно возрасти относительно среднего и фоновое городского загрязнения. Частота и продолжительность периодов высокого загрязнения атмосферного воздуха будут зависеть как от режима выбросов вредных веществ (разовых, аварийных и др.), так и от характера и продолжительности метеоусловий, способствующих повышению концентрации примесей в приземном слое атмосферы.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание централизованной системы контроля в городах позволяет получить более полную и подробную информацию о загрязнении атмосферы, а также устраняет недостатки наблюдательных пунктов. Используя результаты анализа данных можно регулировать работу промышленных предприятий. Так, при неблагоприятных климатических условиях (инверсии, слабые скорости ветра, застой) можно уменьшить, а при благоприятных условиях (сильных скоростях ветра, больших значениях высоты слоя

перемешивания), наоборот – увеличить мощности работы промышленных предприятий. Этим можно достичь приемлемого уровня загрязнения атмосферы города.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаев Т.Д. Мониторинг атмосферы и контроль состояния воздуха города // Экология и водное хозяйство. – 2005. – №2. – С. 8-11.
2. Агаев Т.Д. Неблагоприятные метеорологические условия и рассеивания вредных примесей // Научн. изв. Раздел естест. наук. СГУ, Т.5. – 2005. – №2. – С. 47-50.
3. Агаев Т.Д., Меджидов Н.А. Условия рассеивания загрязняющих веществ в воздушном бассейне. // Изв. Пед. Унив. – 2005. – №5. – С. 108-115.
4. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 448 с.
5. Михайлова Е.С. Государственный контроль в области охраны атмосферного воздуха. (Учебное пособие) – Оренбург: ГОУ, 2004. – 99 с.
6. Тихонова И.О., Тарасов В.В., Кручинина Н.Е. Мониторинг атмосферного воздуха. // Высшее образование. – 2007. – 128 с.

Сумгаитский Государственный Университет, г. Сумгаит

#### **ҚАЛАЛАРДАҒЫ АТМОСФЕРАНЫҢ ЛАСТАНУЫН БАҚЫЛАУДЫҢ ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ МҮМКІНШІЛІГІ**

Геогр. ғылымд. канд. Т.Д. Агаев

*Мақалада қаланың ластану деңгейін реттеудегі орталықтандырылған бақылау жүйесінің ролі қарастырылған. Қалаларда осындай бақылау жүйелерін құру атмосфераның ластануы туралы толық және нақты мәлімет алуға, сонымен қатар бақылау пунктеріндегі кемшіліктерді болдырмауға мүмкіндік береді.*

УДК 631. 45; 631. 67

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ  
ОЗЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов

*Рассматривается влияние потоков высокоминерализованных сточных вод на физико-химические свойства серо-бурых почв. В сфере влияния этих загрязнителей происходит достаточно глубокая трансформация солевого состава исходных почв, вплоть до формирования техногенных солончаков и солончаковых разностей почв. Засоление почв вызывает коренную перестройку поглощающего комплекса. При этом количество поглощенного натрия может достигать 2,59 мг/экв, что составляет более 13 % от суммы поглощенных оснований. Здесь наблюдается такая закономерность: при увеличении поглощенного натрия, содержания кальция и магния уменьшается.*

В статье на примере Озенского нефтегазового месторождения рассмотрено влияние высокоминерализованных сточных вод на морфологические и физико-химические свойства серо-бурых почв.

Сточные воды представляют собой смесь сильно минерализованных пластовых вод, закачиваемых в пласт для поддержания давления морской, альбсеноманской или другой воды. Только на месторождениях производственного объединения Эмбанефть на поля испарения ежегодно сбрасывается до 8,5 млн. м<sup>3</sup> попутных вод. На промыслах Каратон, Доссор, Байшонос и др. сточными нефтепромысловыми водами, содержащими токсичные химические вещества, загрязнены занимаемые ими площади.

Сточные воды нефтедобывающих месторождений характеризуются высокой степенью минерализации, преимущественно хлор-кальциевого и сульфат-натриевого состава. Сумма солей достигает 150...300 г/дм<sup>3</sup>, содержание хлор-иона – 160 и сульфатов – 3,9...16 г/дм<sup>3</sup>.

На нефтегазовом месторождении Озен эксплуатация месторождения в течение нескольких десятков лет привела к загрязнению и деградации почв, а также к метаморфизации поверхностных и грунтовых вод. Площадь нефтезагрязненных почв в Западном Казахстане составляет

свыше 500 тыс. га. Если учесть, что на Озенском нефтегазовом комплексе, расположенном на общей площади 35 тыс. га, имеется около 6 тысяч нефтегазовых скважин, то становится очевидным, насколько интенсивен такой тип техногенной нагрузки на все компоненты ландшафтов.

Характер влияния сточных вод на свойства почв, их солевой состав зависит от объема поступивших вод, их минерализации, повторяемости загрязнений, исходных свойств почв (табл. 1). При вычислении процентов от суммы мг/экв по анионам содержание хлора составляет 95,45 %, а от суммы анионов и катионов – 47,72 %. По катионам, при аналогичном вычислении, содержание натрия от суммы катионов составляет 75,71 %, а анионов и катионов – лишь 37,85 %.

Таблица 1

Солевой состав минерализованных сточных вод на месторождении Озен, г/дм<sup>3</sup>; мг/экв.

Общая щелочность в $HSO_3$	$Cl$	$SO_4$	$Ca$	$Mg$	$Na$	$K$	Минерализация г/дм <sup>3</sup>
0,634	26,70	1,224	2,046	0,807	13,74	0,193	45,704
10,39	753,12	25,51	120,31	66,38	597,47	4,92	

При сравнении солевого состава сточных вод видим, что  $Na/Cl < 1$ , т.е. вода континентального происхождения. Интервал между отношениями хлора к сульфат-иону широкий и составляет 29,052. Отношение  $Na/Ca + Mg$  составило 3,20. Метаморфизация сточной воды проходит в прямом направлении об этом свидетельствует отношение  $Cl + Na/Mg$ , равное 2,35.

Тип химизма хлоридный. В видовом составе солей доминирующее положение принадлежит хлористому натрию. Среди других гипотетических солей содержание его составляет 76,34 %.

Сравнение состава солей извлекаемых водной вытяжкой из местных фоновых серо-бурых солончаковатых суглинистых почв и загрязненных нефтью на территории одного и того же промысла показывают значительную разницу в их составе и в концентрациях отдельных компонентов (табл. 2 и 3). Величина плотного остатка в незагрязненных почвах колеблется от 0,562 до 1,16 %.

Максимум солей приурочен к иллювиальным горизонтам (В), что связано с накоплением илистых частиц и органо-минеральных веществ. Анионный состав сульфатно-хлоридный, это связано с наличием слабого природного солевого ареала, обычно фиксирующего месторождения нефти.

Таблица 2

## Солевой состав незагрязненных серо-бурых солончаковатых почв

Индекс горизонта	Сумма солей, %	Анионы			Катионы			
		$HCO_3^-$	$Cl^-$	$SO_4$	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Na^+$	$K^+$
А <sub>к</sub>	0,562	<u>0,32</u>	<u>3,05</u>	<u>7,88</u>	<u>2,99</u>	<u>1,46</u>	<u>7,90</u>	<u>0,001...0,004</u>
		0,012...0,018	0,060...0,166	0,140...0,549	0,029...0,084	0,014...0,027	0,177...0,199	0,03
А <sub>п</sub>	0,997	<u>0,24</u>	<u>4,32</u>	<u>8,24</u>	<u>3,66</u>	<u>2,12</u>	<u>8,59</u>	<u>0,001...0,006</u>
		0,012...0,016	0,096...0,178	0,213...0,666	0,046...0,145	0,018...0,036	0,128...0,210	0,16
В	1,16	<u>0,26</u>	<u>5,36</u>	<u>12,2</u>	<u>7,48</u>	<u>3,48</u>	<u>10,12</u>	<u>0,002...0,005</u>
		0,012...0,015	0,107...0,198	0,700...0,912	0,186...0,296	0,26...0,42	0,182...0,220	0,16

Таблица 3

## Солевой состав серо-бурых почв загрязненных сточными водами

Индекс горизонта	Сумма солей, %	Анионы			Катионы			
		$HCO_3^-$	$Cl^-$	$SO_4$	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Na^+$	$K^+$
А <sub>к</sub>	2,96	<u>0,38</u>	<u>30,17</u>	<u>18,16</u>	<u>12,06</u>	<u>8,16</u>	<u>20,23</u>	<u>0,22</u>
		0,025...0,033	0,062...0,18	0,290...0,88	0,161...0,036	0,028...0,118	0,159...0,660	0,006...0,100
А <sub>п</sub>	2,16	<u>0,32</u>	<u>11,82</u>	<u>10,88</u>	<u>8,77</u>	<u>2,52</u>	<u>8,49</u>	<u>0,18</u>
		0,014...0,018	0,067...0,238	0,169...0,772	0,116...0,184	0,017...0,038	0,102...0,188	0,004...0,009
В	1,64	<u>0,30</u>	<u>7,96</u>	<u>1,67</u>	<u>7,52</u>	<u>1,66</u>	<u>2,98</u>	<u>0,11</u>
		0,014...0,020	0,014...0,020	0,085...0,386	0,196...0,280	0,018...0,022	0,031...0,072	0,002...0,004

*Примечание:* В табл. 2 и 3 учтены данные по четырем разрезам. В числителе дано среднее содержание ионов в мг/экв, в знаменателе – пределы колебаний содержания ионов в %. АК – корковый горизонт, А<sub>п</sub> – подкорковый горизонт, В – иллювиальный горизонт.

При загрязнении сточными водами в почвенном горизонте образуются новые солевые профили. Несоответствие новообразованного солевого состава почв климатическим условиям определяет крайнюю динамичность в распределении солей и быструю перестройку солевого профиля почв. Интенсивность и скорость миграции солей в почвах в значительной степени зависят от типа загрязнения ландшафтов.

В случае поступления нефти в элювиальные и трансэлювиальные ландшафты с малыми уклонами поверхности и незначительным боковым током, миграция загрязнителей осуществляется, главным образом, в вертикальном профиле. После поступления нефти в почву основная масса солей, как и при загрязнении сточными водами, оказывается сосредоточенной в верхних горизонтах профиля; в нижних горизонтах количество солей меньше. Однако и здесь возможная емкость каждого генетического горизонта оказывается неодинаковой. Меньше солей приходится на собственно элювиальные горизонты, характеризующиеся меньшей исходной водоудерживающей способностью. С течением времени происходит перестройка солевого профиля: верхние горизонты частично освобождаются от солей, которые концентрируются главным образом в нижних, иллювиальных горизонтах (табл. 4).

Таблица 4

Солевой состав загрязненных солончаковых почв на разрезе Р-1Б,  
%; мг/экв.

Глубина, см	Общая щелочность в $HSO_3$	$Cl$	$SO_4$	$Ca$	$Mg$	$Na$	$K$	Сумма солей, %	$\frac{Cl}{SO_4}$	$CO_2$ , %
0...18	$\frac{0,017}{0,28}$	$\frac{0,024}{0,77}$	$\frac{0,262}{5,45}$	$\frac{0,075}{3,73}$	$\frac{0,012}{0,99}$	$\frac{0,036}{1,56}$	$\frac{0,009}{0,22}$	0,438	0,14	118,87
18...40	$\frac{0,012}{0,20}$	$\frac{0,012}{0,34}$	$\frac{0,742}{15,42}$	$\frac{0,270}{2,56}$	$\frac{0,014}{1,12}$	$\frac{0,028}{1,23}$	$\frac{0,005}{0,13}$	1,083	0,02	334,32
40...120	$\frac{0,007}{0,12}$	$\frac{0,060}{1,71}$	$\frac{0,718}{14,07}$	$\frac{0,266}{13,12}$	$\frac{0,018}{1,49}$	$\frac{0,045}{1,49}$	$\frac{0,002}{0,05}$	1,116	0,11	119,73

Переход солей в почвы при поступлении пластовой жидкости (сырой нефти) во многом зависит от скорости ее расслоения на отдельные компоненты. Полное расслоение сырой нефти на собственно битуминозные вещества и минерализованные воды осуществляется не сразу, что способствует закреплению солей в почвах. Кроме того, какая-то часть со-

лей остается долгое время связанной в нефтяных эмульсиях и также не поддается быстрому вымыванию атмосферными осадками. Поэтому поступление минеральных компонентов из нефти в природные миграционные потоки происходит по мере их геохимической трансформации. Растянутость во времени процесса освобождения солей из пластовых жидкостей делает невозможным их быстрое вымывание из почв. Поэтому содержание солей в отдельных горизонтах таких почв в отличие от почв загрязненных только сточными водами сохраняется на высоком уровне, даже когда загрязнение произошло 15 лет назад. В табл. 5 видно, что количество солей, переходящих в водную вытяжку из загрязненных почв, их состав и распределение по профилю весьма неравномерны. Это определяется не только составом поступивших вод и строением почвенного профиля, механическим составом, расстоянием от источника загрязнения, метеорологическими условиями после момента аварии, а также предшествующей историей техногенных воздействий на почвы территории.

В рассматриваемом случае (табл. 5) количество растворимых солей в отдельных разрезах достигает целых процентов. По принятой классификации почв, они относятся к сильно и среднезасоленным [5]. В процессе миграции солей через почвенную толщу происходит трансформация солевого состава вследствие физической и физико-химической адсорбции. Состав солей в загрязненных почвах и их концентрация существенным образом зависят от расстояния до источника загрязнения. Как видно, в зоне ближайшей к источнику загрязнения, максимум концентраций приходится на верхние горизонты почв.

Падение концентраций в горизонтах  $A_k$ ,  $A_{II}$  по мере удаления от нагнетательной скважины достаточно резкое. Граница высоких содержаний солей ( $Cl > 0,2\%$ ) соответствует границе гибели растительного покрова. По мере удаления от источника загрязнения более высокое содержание водорастворимых солей отмечается в нижних горизонтах почв. Возможно, это связано с предшествующим более мощным техногенным потоком и индицирует остаточное засоление. В соответствии с составом сточных вод засоление почв преимущественно хлоридно-сульфатное. Количество  $SO_4$  достигает 0,61...1,09 %, эта величина очень токсична для растительности. Естественно, что весь ареал засоления, где  $Cl > 0,2\%$  фиксируется гибель растительного покрова.



Таблица 5

## Органическое вещество и солевой состав нефтезагрязненных битуминозных солончаков

Глубина, см	Общая щелочность в $H_2SO_3$	$Cl$	$SO_4$	$Ca$	$Mg$	$Na$	$K$	Сумма солей, %	$\frac{Cl}{SO_4}$	Гипс, %	$CO_2$ , %	Органическое вещество, %
<b>Разрез Р-1Ш</b>												
0...4	<u>0,019</u> 0,32	<u>1,088</u> 30,68	<u>0,954</u> 19,81	<u>0,326</u> 16,33	<u>0,097</u> 7,95	<u>0,605</u> 26,30	<u>0,010</u> 0,26	3,097	1,54	3,95	13,92	4,68
4...20	<u>0,016</u> 0,26	<u>0,34</u> 9,59	<u>0,322</u> 6,72	<u>0,126</u> 6,30	<u>0,030</u> 2,48	<u>0,177</u> 7,69	<u>0,004</u> 0,10	2,015	1,42	1,72	11,31	1,18
20...40	<u>0,007</u> 0,12	<u>0,058</u> 1,65	<u>0,712</u> 11,83	<u>0,261</u> 13,06	<u>0,018</u> 1,49	<u>0,041</u> 2,01	<u>0,002</u> 0,04	2,104	0,11	31,90	12,37	0,56
40...120	0,08 0,14	0,077 2,16	0,786 16,37	0,280 14,00	0,021 1,74	0,066 2,88	0,002 0,05	1,24	0,13	25,98	11,78	-
<b>Разрез Р-2Ш</b>												
0...21	<u>0,019</u> 0,32	<u>0,098</u> 2,76	<u>0,529</u> 11,03	<u>0,182</u> 9,10	<u>0,021</u> 1,74	<u>0,072</u> 3,15	<u>0,005</u> 0,12	0,921	1,55	3,62	9,07	5,87
21...46	<u>0,012</u> 0,20	<u>0,044</u> 1,23	<u>0,672</u> 14,01	<u>0,233</u> 11,66	<u>0,018</u> 1,49	<u>0,051</u> 2,22	<u>0,003</u> 0,07	1,033	1,43	14,05	10,58	0,65
46...75	<u>0,010</u> 0,16	<u>0,053</u> 1,49	<u>0,749</u> 5,62	<u>0,270</u> 13,52	<u>0,024</u> 1,98	<u>0,039</u> 1,71	<u>0,002</u> 0,05	1,147	0,01	25,47	10,96	0,46

Сравнение состава солей сточных вод и водных вытяжек из загрязненных почв показывает, что, несмотря на преимущественно хлоридный состав, они не идентичны. На пути движения солей со сточными водами в почвенной толще встают многочисленные почвенно-геохимические барьеры [1].

Геохимическая трансформация поступивших в почву сточных вод отчетливо прослеживается по характеру отношений между основными ионами. Изменения отношений между анионами являются очень чувствительным индикатором. Они могут служить одним из геохимических критериев при оценке влияния техногенных потоков. Достаточно ярко трансформация качественного состава простых солей в почвах видна по мере удаления от источника загрязнения. Это видно по изменению отношений катионов, как в вертикальном, так и в горизонтальном профиле.

Разная миграционная способность солей, поступающих со сточными водами, обнаруживается в изменении состава водных вытяжек. По мере удаления от источника загрязнения формируется определенная зональность техногенного потока. Из-за многократности актов засоления и динамичности простых солей в условиях аридного климата зональность эта может быть довольно сложной: формируются сложные ареалы техногенного загрязнения.

В рассматриваемом случае четко прослеживаются зоны аккумуляции карбонатов и сульфатных солей. Менее подвижные карбонаты, фиксируются в почвах, ближайших к источнику загрязнения. Сульфаты мигрируют несколько дальше. Аналогичным образом изменяются соотношения солей и в вертикальном профиле почв. При этом хлориды как самые подвижные мигранты распространяются дальше других соединений и создают внешний контур техногенного ареала; перераспределение остальных солей происходит с некоторым отставанием.

Приведенные материалы свидетельствуют о том, что поступающие в почву сточные минерализованные хлоридные воды вызывают интенсивное изменение солевого состава, концентрации и перераспределения солей в профиле исходных почв. Возникают специфические хлоридно-натриевые солончаки и солончаковатые разности почв, формирующиеся по исходным серо-бурым почвам. Сравнение состава, водной вытяжки, из местных фоновых серо-бурых суглинистых почв и из загрязненных нефтью модификаций на одном и том же промысле, показывает значительную разницу в их составе и концентрации. Они также неодинаковы по распределению солей, их составу и концентрации на разных участках промысла. Это связано с рядом причин.

Во-первых, на месторождениях бывает несколько нефтеносных горизонтов, и солевой состав пластовых вод каждого из них обычно неодинаков. Загрязнение почв нефтью из разных продуктивных горизонтов определяет и особенности их засоления, а также ионный состав и уровень минерализации. Кроме того, количество солей, поступающих в почву с нефтью, зависит и от степени обводненности продуктивного пласта, что в значительной степени определяется длительностью эксплуатации месторождения. Поэтому общее количество солей, которое может поступать в почвы, и состав солей изменчивы во времени даже в пределах одного промысла.

Во-вторых, новообразованный солевой профиль зависит от исходных свойств загрязненных почв. Это справедливо не только для разных генетических типов, но в определенной степени и для почв одного и того же типа. В последнем случае различия определяются характером природной (фоновой) изменчивости отдельных геохимических или физических свойств исходных почв: вариабельностью их исходных щелочно-кислотных условий, емкости их поглощающего комплекса, механического состава и т.д.

И, наконец, третьим критерием, от которого зависит новообразованный солевой профиль, является предшествующая история. Уже испытанные геохимическую трансформацию почвы обуславливают особые варианты новообразованного солевого состава. Таким образом, и уровни засоления, и состав солей, накапливающихся в почвах при поступлении в них нефти, могут быть достаточно разными. В рассматриваемом случае преобладает хлоридно-натриевое засоление, что соответствует составу местных пластовых вод. На отдельных участках большую роль могут играть и сульфаты. В отдельных горизонтах отмечается повышение концентрации магния. Из данных табл. 4, 5 видно, что количество солей в верхних горизонтах почв при поступлении в них сырой нефти может изменяться от 0,438 (Р-1Б) до 3,097 % (Р-1Ш). В нижних горизонтах концентрация солей также достаточно высока.

Сочетания в загрязненных почвах высоких концентраций битуминозных веществ и высоких концентраций простых солей определяют формирование в районах нефтепромыслов техногенно-обусловленных битуминозных солончаков и солончаковатых разностей почв. Аналогичные образования формируются и в случаях загрязнения почв в районах аварий на нефтепроводах, по которым идет сырая нефть.

Засоление почв вызывает в них глубокую трансформацию основных геохимических процессов, что отчетливо фиксируется в химических и морфологических признаках. Резко изменяются качественный и количественный состав поглощенных катионов и свойства поглощающего комплекса. Эти изменения в вертикальном профиле почв неоднозначны. Для элювиальной части профиля исходных почв  $A_K$  и  $A_{II}$  характерно существенное увеличение поглощенного кальция. Содержание этого катиона в верхних горизонтах загрязненных сточными водами почв увеличивается в 1,5...2 раза, что особенно характерно для той части потока, где в соотношениях солей водной вытяжки наиболее высока доля хлоридов (табл. 6). Аналогичным образом увеличивается количество поглощенного магния. В подкорковом горизонте  $A_{II}$  содержание кальция уменьшается, соответственно и магния. При сравнении с незагрязненной почвой наблюдается тенденция возрастания этих двух катионов по всему почвенному профилю.

Увеличение количества поглощенных катионов определяется сочетанием двух причин: а) повышением потенциала коллоидных систем; б) дополнительным поступлением катионов из минерализованных вод.

Наибольшее своеобразие свойств поглощающего комплекса загрязненных почв заключается в заметном участии  $Na^+$ . В незагрязненных почвах доля этого иона мала (табл. 6), максимум его концентрации в этом случае характерен для иллювиальных горизонтов. Содержание поглощенного натрия от суммы поглощенных катионов в незагрязненных почвах рассматриваемого месторождения составляет в среднем 6...8 %. Засоление почв вызывает коренную перестройку поглощающего комплекса. При поступлении сточных вод количество поглощенного натрия может достигать 2,59 мг/экв, что составляет более 13 % от суммы поглощенных оснований. Здесь наблюдается такая закономерность: при увеличении поглощенного натрия, содержание поглощенного кальция и магния уменьшается.

Засоление почв в условиях аридного климата сопровождается изменением окислительно-восстановительных условий. Активизация восстановительных процессов начинается уже в момент загрязнения при переувлажнении почв из-за поступления в них больших объемов минерализованных вод.

Усиление процессов оглеения наиболее характерно при осолонцевании этих почв, внедрении  $Na^+$  поглощающего комплекса и ухудшение их водно-физических свойств. Изменение окислительно-восстановительного потенциала отражается на миграционной активности ряда элементов и прежде всего железа.

Таблица 6

Изменение физико-химических свойств серо-бурых почв в разное время после их загрязнения

Индекс почвы	Индекс горизонта	Глубина, см	Поглощенные катионы, мг/экв				Сумма поглощенных оснований, мг/экв	Сумма солей, %
			Ca	Mg	Na	K		
<b>Разрез Р-2N (через 3 года)</b>								
Ск <sup>СН</sup>	А <sub>к</sub>	0...8	9,3	4,9	1,2	0,27	15,67	-
	А <sub>п</sub>	8...36	5,4	3,4	2,15	0,24	11,19	-
	В	36...75	13,7	5,9	0,68	0,12	20,40	-
<b>Разрез Р-2А (через 15 лет)</b>								
Ск <sup>БТ</sup>	А <sub>к</sub>	0...2	13,7	9,8	1,35	0,34	25,19	1,587
	А <sub>п</sub>	2...30	8,3	8,3	2,59	0,21	19,40	1,079
	В	30...60	12,3	11,8	2,07	0,15	26,32	0,962
<b>Разрез Р-1 (через 15 лет)</b>								
Ск <sup>К</sup>	А <sub>к</sub>	0...4	16,0	5,0	1,5	0,22	22,72	1,33
	А <sub>п</sub>	4...17	15,0	16,0	2,12	0,17	22,90	0,432
	В	17...51	16,5	6,0	0,91	0,10	23,51	0,766
Контроль Сб <sup>СК</sup>	А <sub>к</sub>	0...3	8,0	5,1	0,71	0,64	10,85	0,839
	А <sub>п</sub>	3...14	8,0	6,5	1,16	0,54	16,20	1,193
	В	14...35	12,0	7,5	2,15	0,18	21,83	0,993
		35...51	12,5	8,5	1,71	0,15	22,86	1,137

Примечание: Ск<sup>СН</sup> – солончак солонцеватый, Ск<sup>БТ</sup> – битуминозной солончак, Ск<sup>К</sup> – корковый солончак, Сб<sup>СК</sup> – серо-бурый солончаковатый; А<sub>к</sub> – корковый горизонт, А<sub>п</sub> – подкорковый горизонт, В – иллювиальный горизонт.

Тяжелые металлы в почвах представляет группа химических элементов плотностью более  $5 \text{ г/см}^3$  или относительной атомной массой более 40. Они являются приоритетными загрязнителями почвы 1 и 2 классов опасности, представляют канцерогенные и мутагенные элементы, вызывающие снижение ферментативной активности организма. Источниками тяжелых металлов в почвах являются почвообразующие породы и органические остатки в нефтедобывающих регионах, кроме того, сырая нефть и пластовые воды. Содержание их в почвах в большей степени зависит от механического и минералогического состава материнской породы, количественного и качественного состава гумуса, а подвижность по профилю определяется рН средой, содержанием  $\text{CO}_2$  карбонатов и окислительно-восстановительным потенциалом. Валовое (кларковое) содержание микроэлементов в почвах по А.П. Виноградову [2] составляют (мг/кг): медь – 20, цинк – 50, свинец – 10, кадмий – 0,5, кобальт – 8, молибден – 2, бор – 10.

Пределно-допустимые концентрации тяжелых металлов в почвах (ПДК) с учетом фона (кларка) по состоянию на 1991 г. (инструктивное письмо Госкомприроды КазССР) составляют, мг/кг; валовые формы: медь – 45, цинк – 50, свинец – 32, кадмий – 5; подвижные формы: медь – 3, цинк – 23, свинец – 6, кадмий – 1. Нормальными концентрациями тяжелых металлов в почвах по В.Б. Ильину [4], считается (мг/кг) для цинка – 15...150, меди – 3...40, кадмия – 0,05...2,0. Следует, однако, иметь в виду, что ПДК тяжелых металлов не могут быть одинаковыми для различных почв. Объективными показателями обеспеченности почв металлами может служить содержание их подвижных форм в растениях.

В исходных незагрязненных, а также в разной степени загрязненных почвах были определены валовые и подвижные формы меди, цинка, свинца и кадмия (табл. 7).

Литературные данные свидетельствуют о том, что в исходных нарушенных серо-бурых почвах содержание валовой меди колеблется в пределах 3,0...4,0 мг/кг и находится ниже значений кларка, следовательно не является токсичным для растений [3]. Количество подвижной меди составляет 0,5...0,8 мг/кг, что также не является токсичным [6].

Почвы региона [5] обеспечены валовыми 36 мг/кг и подвижными формами (0,5...1,0 мг/кг) цинка, марганца, кобальта и очень бедны молибденом (валовые 1,1...1,7; подвижные – 0,03...0,16). В почве отмечается высокое содержание подвижного свинца (6,0...7,9 мг/кг), но достаточно хорошо обеспечена кобальтом 0,7 мг/кг.

Таблица 7

Содержание тяжелых металлов в незагрязненных и нефтезагрязненных почвах, мг/кг

Почва	Разрез	Глубина образца, см	Валовые формы				Подвижные формы			
			Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd
Озен техногенно-битуминизированный корковый солончак	Р-1Т	0...4	6,4	4,0	57	2,0	1,2	0,7	7,8	0,7
		4...17	4,4	4,8	20	2,0	0,5	0,6	6,6	0,7
		17...51	3,6	3,0	18	1,8	0,4	0,5	5,9	0,6
Техногенный битуминизированный пухлый солончак	Р-3Т	0...7	6,4	4,0	45	2,0	0,8	0,7	7,4	0,8
		7...42	6,2	4,0	24	2,2	0,6	0,6	6,7	0,8
		46...76	6,0	3,0	17	1,6	0,4	0,4	5,1	0,6
Серо-бурая солончочковатая почва	Контроль	0...3	-	-	-	-	1,0	0,6	7,9	0,7
		3...14	-	-	-	-	0,7	0,8	7,6	0,7
		14...35	-	-	-	-	0,5	0,7	7,0	0,7
		35...51	-	-	-	-	0,6	0,6	7,8	0,7

Таким образом, почвенной покров рассматриваемого региона содержит много или в количестве, близком к среднему показателю обеспеченности для живых организмов валовой меди и цинка, ниже среднего и низкими значениями марганца и молибдена. Показатели содержания в почвах подвижных форм меди, цинка, марганца, кобальта и молибдена находятся в пределах пороговых границ концентрации, но недостаточных для нормального функционирования организмов.

В загрязненных и техногеннонарушенных почвах (табл. 7) повсеместно происходит накопление валовых (20...57 мг/кг) и подвижных форм (6,6...7,8 мг/кг) свинца выше ПДК в 1...6 раз и кадмия (1,6...2,0 и 0,6...0,8 мг/кг), что выше пороговой концентрации организма и значений ПДК. Накопление в загрязненных и нарушенных почвах избыточного количества свинца и кадмия значительно осложняет экологическую обстановку региона.

Наибольшее количество микроэлементов накапливается в верхних горизонтах почвенного покрова и с глубиной снижается. Содержание перечисленных микроэлементов вокруг скважины выше по сравнению с участками удаленными от скважины на 50 м. В распределении микроэлементов по профилю почвы в загрязненных почвах наблюдается следующая закономерность содержания микроэлементов:

<b>P-1T</b>	$Pb > Zn > Cd > Cu$
	$Pb > Cd > Cu > Zn$
	$Pb > Cd > Cu > Zn$
<b>P-3T</b>	$Pb > Zn > Cd > Cu$
	$Pb > Cd > Zn > Cu$
	$Pb > Cd > Cu > Zn$

Отсюда вытекает, что в разрезе P-1T по профилю почвы содержание кадмия относительно других элементов увеличивается, а цинка наоборот уменьшается. При удалении от скважины на 50 м в разрезе P-3T по профилю почвы возрастает содержание кадмия и меди, а содержание цинка уменьшается. В пространстве содержание кадмия и свинца возрастает, а содержание цинка и меди наоборот уменьшается.

## ВЫВОДЫ

1. Поступающие в почвы сточные высокоминерализованные хлоридные воды вызывают интенсивное изменение солевого состава, концентраций и распределение солей в профиле исходных почв. Возникают специфические хлоридно-натриевые солончаки и солончаковатые разности почв, формирующиеся по исходным серо-бурым почвам.

2. Засоление почв в условиях аридного климата сопровождается изменением окислительно-восстановительных условий. Активизация восстано-



вительных процессов начинается в момент загрязнения при переувлажнении почв из-за поступления в них больших объемов минерализованных вод.

3. Содержание поглощенного натрия от суммы поглощенных оснований в незагрязненных почвах составляет в среднем 6...8 %. Засоление почв вызывает коренную перестройку поглощающего комплекса. При этом количество поглощенного натрия может достигать 2,59 мг/экв, что составляет более 13 % от суммы оснований. Здесь наблюдаются такая закономерность – при увеличении поглощенного натрия, содержание поглощенного кальция и магния уменьшается.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана – М: Наука, 1978, 192 с.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М: Изд. АН СССР, 1957. – 239 с.
3. Грабаров П.Г., Квитко Б.Я., Солодников Е.А. Микроэлементы в почвах Гурьевской области. (Деп. Рж. ВНИИТэисх) // Земледелие. – 1978. – С. 76-82.
4. Ильин Б.В. К вопросу о разработке ПДК тяжелых металлов в почвах // Агрохимия. – 1986. – № 10. – С. 94-101.
5. Ковда В.А., Егоров В.В., Муратова В.С., Строганов Б.П. Классификация почв по степени и качеству засоления в связи с солеустойчивостью растений // Ботан. журнал. – 1960. – №8. – С. 115-121.
6. Ринькс Г.Я. Методы ускоренного калориметрического определения микроэлементов в биологических объектах. – Рига: 1963. – С. 18-21.

КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алмата

#### **ӨЗЕН МҰНАЙ КЕН ОРЫНЫНДАҒЫ СҰР-ҚҰБА ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ЖОҒАРЫ ДӘРЕЖЕЛІ МИНЕРАЛДАНҒАН АҚАБА СУЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІНЕН ГЕОХИМИЯЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАНУЫ**

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

*Мақалада жоғары минералданған ақаба суларының сұр-құба топырақтардың физика-химиялық қасиеттерінің тигізетін ықпалы баяндалады. Топырақтың тұздануы сіңіру негіздерінің өзгеруіне алып келеді. Нәтижесінде сіңірілген негіздердің құрамындағы натрийдың мөлшері 2,59 мг-экв дейін көтеріліп, сіңірілген негіздер жиынтығының 13 % құрайды. Топырақтың тұздануы техногендік сортаңдардың қалыптасуымен қатар жүреді.*

УДК 821.512.122.09.01

**ТАБИҒАТТЫ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ  
ГЕОГРАФИЯЛЫҚ АТАУЛАРДА БЕЙНЕЛЕНУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ  
(ШҚО мысалында)**

Геогр. ғылымд. канд. Қ.Т. Сапаров

*Мақалада Шығыс Қазақстан облысы материалдары негізінде ландшафт ерекшеліктерінің топонимдерде бейнелену заңдылығы жөнінде сөз болады. Сонымен қатар ерекше қорғалатын табиғи нысандармен топонимдердің өзара байланысы жан-жақты қарастырылған.*

Зерттеу аймағында табиғат қорғау шараларын ұйымдастыру идеяларының қазақ қоғамында ертеден болғандығы жер – су атауларында (*Хан қорық, Кеңқорық, Қорықшар т.б*) сақталғанын аңғаруға болады. А.Н Бернштам қола дәуірінің андронов мәдениеті кезеңінде Орта Азия мен Қазақстанда өмір сүрген көшпелі тайпаларда алғашқы тыйым салынған өңірлер «*қорықтар пайдаланатын жер*» деген ұғым пайда болды деп жазады [1]. Ал, М. Қашкари «қорық» сөзін кез-келген қоршалған аумақ жеке пайдаланушы адамның «*тыйым салынған жайылымы*» ретінде қарастырады [2]. Орта Азия мен Қазақстан өңірінде арнаулы қорыққа айналдырылған орындар көне дәуірлерден бастап болғандығына дәлел боларлық дәйекті мәліметтерді аңыз-әнгімелерден, жер – су аттарынан және тарихи жазба деректерден кездестіруге болады. Е.М. Массонның зерттеулеріне қарағанда X ғасырда Бұхара жерінде Шамсабад қорығы болғандығын, оның айналасы топырақ дуал мен қоршалып, ішінде көптеген жабайы жануарлардың ұсталғандығын Орта азиялық тарихшы Мұхаммед Наршахи баяндайды [3]. В.В. Бартольд: VI..VII ғасырларда Жетісу жерін мекендеген үйсін тайпалары шұрайлы, шалғынды салқын жерлерді қорыққа айналдырып, ретсіз мал жайылмайтындығын, мезгілсіз аң ауламайтындығын жазды. Бинюй VII ғасырда Талас өңірінде болып, «*Мыңбұлақ*» деген жердің табиғат әсемдігі мен хан қорығындағы мүйізді бұғыларды көргендігін жазып кетті. Осы өңірде «*Құлан қамалған*», «*Құлан қорық*» деген жерлер бар [4]. Жер ұйығын іздеген Асан Қайғы (15 ғасыр) жол үстінде келе жатып «*Хан қорығы*» деп аталатын көлемді жайылымды кездестіріп, оны күзететін

жендеттерін көргенін жазады [5]. 1897 жылы археолог В. Каллаур «Құлан қорық» деген жерде болып, қорықтан қалған дуал іздерін, төңірегіндегі қоныс орындарын аңғарған. Атап айтсақ *Арқарлы, Арыстанды, Бөріойнақ, Құлан тау, Құлан су, Құлан асу, Бала Құлан, Құланды, Қасқа Құлан* т.б. топонимдер қорықтар жөнінде мол ақпарат береді. Сонымен көшпенді және отырықшы халықтың екінші шаруашылығы аң аулау болды. Мұндай жерлерді, әсіресе құсбегілікпен айналысатын, қақпан құрушы аңшылар ерекше бақылауға алып жүрді [6]. Мұндай аңшыларды Алтайда, Сауырда, Тарбағатайда, Баянаулада, Шыңғыстауда, Қалба жатасында, Семейдің таспалы қарағай ормандарында (реликт) осы күндері кездестіруге болады. Бұл өңірде жабайы аңдардан – бұлан, марал, бұғы, қаракүйрық, құлан, арқар, аю, қасқыр, сілеусін, ілбіс, терісі бағалы құндыз, бұлғын, орман сусары, түлкі, қоян, дуадақ, ұлар, қырғауыл, құр т.б. кездеседі. Кезінде қыран бүркіт, ителгі салып байлар, хандар, сұлтандар аңшылық құрған және олар сол жерлерге аңшылық құруға басқаларға рұқсат бермеген. Ландшафтарды қорғаудың ең жоғарғы формасы – қорықтар ұйымдастыру болып табылады. Мәселен, Еліміз тәуелсіздік алғаннан кейін Батыс Алтай мен Алакөл қорығының ұйымдастырылуы, сонымен қатар Алтынемел, Ордабасы, Қарқаралы, Іле Алатау, Қатонқарағай ұлттық парктерінің құрылуы осының айғағы екенін аңғартады. Қазақстан жеріндегі экожүйелердің антропогендік өзгерістері байырғы табиғатты пайдалану үрдістер мен тәжірибесін кеңінен ғылыми ізденістерді және арнайы жобалар енгізу ісін жеделдетуді талап етеді. Аумақтағы ертеде қорғалатын аймақтардың болғандығын қазіргі кездесетін топонимдерден байқауға болады. **Қорық** – қоныс (б), тау атауы ҚХР – мен шекарада (Тарб. ауд.), елді мекен, өзен атауы (Аягөз ауд.) Қалыбай және Ақтомар өзендерінің қиылысқан жерінде орналасқан және Сандықтас тауының оңтүстік батыс бөлігіне жетпей құрғап қалады. **Қорықшар** атауын (Жарма ауд.) Шар өзенінің маңында қорғауға алынған аумақ деп топшылауға болады. Шыңғыстауда **Қорықбол** өз., жайлау атауын кездестірсек, **Қорымжайлау** өзені өзінің жайылым ерекшелігі жөнінде мол экологиялық ақпарат береді [6]. Сондықтан табиғат қорғаудың халықтық түрі қазақ жерінде әлдеқайда ертеде қалыптасқанын аңғаруға болады. Аңшылық құрудың кезеңдері, уақыты, орманда аң аулаудың ережелері болған [7]. Қазақ халқында табиғат оның нысандарын қорғау идеялары ертеден қалыптасып, ұрпақтан-ұрпаққа мұра болып беріліп, экологиялық мәдениеттің қалыптасуына біршама ықпал етті.

Геоэкология ғылымы адамзат қоғамы мен табиғат арасындағы қарым-қатынас туындайтын заңдылықтарды зерттейді десек, осы әрекеттердің нәтижесі – табиғи ортаның антропогендік әрекеттерге жауабы (экологиялық дағдарыс, апат т.б.) болып табылады. Осы тұрғыдан алып қарағанда Шығыс Қазақстан облысы аумағында ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жүйесін құрудың маңыздын геоэкологиялық тұрғыдан қарастыру қажеттілігі туындайды. Бүгінде ШҚО аумағында 2 қорық, 1 ұлттық табиғат паркі, 1 табиғат ескерткіші және 1 табиғи резерват, 8 қорықша (қорыққор), атап айтсақ: *Құлыджы, Тарбағатай Қаратал құмы, Төменгі Тұрғысын, Рахман бұлағы, Әділет, Әскер сайы, Ұржар (Ұрыжар) т.б.* орналасқан (Кесте 1) [8].

Кесте 1

Шығыс Қазақстан облысындағы қорғалатын табиғи аумақтардың (ҚТА) табиғат (ландшафт) зоналары бойынша орналасуы

Атауы	Әкімшілік аудан	Ландшафттық зона	Ауданы, га	Қорғалатын нысандар
<b>Мемлекеттік табиғи қорықша</b>				
Әділет (ботаникалық)	Жарма	Шөлейт	112	Сиверс алмасы, мойыл, марал, оты, шәңгіш, аю дәрі, аңдыз, жалбызтікен қылша т.б.
«Әскер сайы» (ботаникалық)	Үржар	Шөлейт	156	Сиверс алмасы, мойыл, итмұрын, Ледебур миндалы, долана, жануарлардан; қоңыр аю, марал, елік, сұр суыр сілеусін т.б.
Үржар (ботаникалық)	Үржар	Шөлейт	120	Мойыл, шәңгіш, долана, итмұрын, Сиверс алмасы, Ледебур миндалы жануарлардан: Жидков тышқаны, бүркіт, қабан актөс сусар.

Атауы	Әкімшілік аудан	Ландшафттық зона	Ауданы, га	Қорғалатын нысандар
Қаратал құмы (ботаникалық)	Зайсан	Шөлді тауаралық аңғар	1300	Шырқанақ өсімдіктері (реликт)
Тарбағатай (зоологиялық)	Зайсан	Сауыр-Тарбағатай белдеулілік типі	240000	Алтай арқары, ілбіс, қалқанқұлақ, ителгі, бүркіт, қарақұс, лашын, дала бүркіті, құр, үкі, дуадақ, жорға дуадақ, ақбастырна, қарабауыр бұлдырық өсімдіктерден: қайыңды – теректі шоқтар
Құлыджы (зоологиялық)	Көкпекті	Алтай тауы белдеулілік типі	46000	Марал, елік, бұлғын, бұлан, Роборский атжалманы, бүркіт үшбақайлы ергежейлі қосаяқ өсімдіктерден: жүзген, қазақ аршасы, актерек, қаратерек, Құлыджы өзені аңғарындағы қалдық қарағай орманы
Рахман бұлағы (ботаникалық-геологиялық)	Қатонқарағай	Алтай тауы белдеулілік типі	109100 Қатонқарағай МҰТП аумағына қарайды	Рахман минералды суы, геологиялық құрылым Сібір балқарағайы қарабүлдірген, марал оты, қызғылт семізоты, алтай көртышқаны, марал т.б.

Атауы	Әкімшілік аудан	Ландшафттық зона	Ауданы, га	Қорғалатын нысандар
Төменгі Тұрғысын (ботаникалық)	Зырян	Алтай таулы белдеулілік типі	2200	Сібір шыршасы, балқарағай, Сібір самырсыны, итмұрын, долана, жануарлардан: елік, тиін борша тышқан, түйеқұлақ
<b>Мемлекеттік табиғат ескерткіштері</b>				
Синегор самырсын бауы (ботаникалық)	Ұлан	Алтай тауы белдеулілік типі	197	Сібір самырсыны (реликт)
<b>Мемлекеттік табиғи резерват</b>				
«Ертіс орманы»	Бесқарағай Бородулиха	Құрғақ дала	658882	Ертіс өзені бойындағы реликті Таспалы қарағай ормандары

Шығыс Қазақстан облысында ең алғаш ашылған Марқакөл қорығына биыл 30 жыл толып отыр. 1976 жылы 4 тамызда ұйымдастырылған **Марқакөл мемлекеттік қорығы** – Күршім мен Азу (Азутас) жоталарының аралығында жатыр. Осы екі қыратпен көмкеріліп, айдыны күн бетіне шағылысқан Алтайдың ару көлі – Марқа адам қамқорлығына алынды. Қорықтың аумағы – 75 мың га. Шалқып жатқан Марқаның жағасы жасыл желек жамылған ну орманға тұнып тұр. Ақ қайын тал, көктерек, үйеңкі, долана, мойыл тау етегінде өссе, оның баурайында көкке тік шаншылған балқарағай бой түзейді [8]. Қорықта өсімдіктің 721 түрі, дәрілік өсімдіктерден аралий мен «алтын тамыр» кездеседі. Көлде балықтың бірнеше түрі бар. Атап айтқанда, жергілікті тұрғындар «қызыл қашаған» деп атап кеткен майқан, мөңке немесе қаяз балығы, хариус, талма, теңге балық (пескарь) ойнақ салады. Қорықтың хайуанаттар дүниесі де бай, сүтқоректілердің 58 түрі мекендейді, оның ішінде аю, сілеусін, бұғы, архар, қасқыр құстың 260 жуық түрі бар, оның ішінде қарақұтан, аққу, суқұзғындары кездеседі. Сондықтан қорықтың құстары облыстағы құс фаунасының 66 пайызын құрайды [9]. Биологиялық өнімділігі жағынан біздегі тау көлдерінің бірден-бірі Марқакөлге тең келе алмайды. Өсімдіктер мен хайуанаттар дүниесінің

ерекшелігімен қатар ол жергілікті ауа райын реттеп (микроклимат) отырады деуге болады. Сондықтан Алтайдың таулы тайгалық зонасының ландшафтын қорғау үшін құрылған қорықтың келешегіне мол үміт артуға болады. **Батыс Алтай қорығы** – Лениногор және Зырян аудандарының аймақтарын қамтиды. Еліміз тәуелсіздік алғаннан кейін алғаш ашылған қорықтың (1992 ж.) жер көлемі 56,7 мың га, Қазақстандық Алтайдың Линей, Қалзың (Холзун), Көксу тау сілемдерін алып жатыр. Қорық аймағында Ақ және Қара Оба өзендері мен Кедрово және Щербакова көлдері, т.б. кішігірім су жүйелері бар. Қорық негізінен табиғат белдемдерінің тау етегінен бастап орманды дала, субальпі, альпі биіктігіндегі табиғаттың сан алуан тайгалы аралас ландшафттарын қорғауға бағытталған. Қорықта дәрілік (марал оты, алтын тамыр) өсімдіктермен қатар, орманның яғни қылқан жапырақты ағаштардың, көп түрі шоғырланған. Әсіресе, бағалы самырсын, майқарағайдың орны ерекше. Қорықта жоғары сатыдағы өсімдіктердің – 799, құстардың – 153, сүтқоректілердің – 51, балықтың – 5 түрі, сүтқоректілерден алтай бұғысы, елік, құндыз, қоңыр аю, бұлан, қабырға (құдыр), бұлғын т.б. кездеседі. Батыс Алтай фаунасы да ерекше болғанымен ғылыми – зерттеу жұмыстары жаңадан қолға алынуда. Осы аумақтың фаунасын зерттеуші Б.В. Щербаковтың мәліметі бойынша көптеген құстар: бүркіт, қаршыға, латын ителгі, ақ құр, саңырау құр т.б. тіршілік етеді [8]. Сонымен зерттеу нысанына айналған Батыс Алтай қорығының ғылыми, экскурсиялық, танымдық мәні зор. Болашақта қорық экологиялық мониторингтік және ғылыми-зерттеу жұмыстарының ошағына айналатынына мол сенім артуға болады.

2001 жылы **Қатонқарағай ұлттық саябағы** құрылды. Онда Шығыс Қазақстан жерінде кездесетін 55 түрлі өсімдіктер дүниесінің 50 түрі, 20 түрлі емдік шөп, 250 түрлі құс (оның 30-ға жуығы Қызыл кітапқа енген) бар, аумағы – 643,7 мың га болатын, ұлттық саябақта сүтқоректілердің 66 түрі, олардың ішінде: қоңыр аю, марал, бұлғын, тоқал бұғы, таутеке, сілеусін, елік, құну, қар ілбісі т.б. мекендейді. Ұлттық парк орманының алып жатқан көлемі 219,9 мың га, оның 60 пайызын самырсын ағашы алып жатыр [10]. Туристерді ерекше қызықтыратын таза ауа, таулы ландшафт, көл, бұлақ, сарқырамалар, орман ландшафтары Қатонқарағай ұлттық саябағының келбетін қалыптастырады. Аумақта *Бұқтырма, Ақ және Қара Берел өзендері, Язовое, Рахман көлі, бұлағы, Көккөл құламасы, Өрел, Берел, Ақмарал (Парк)* елді мекен атауларымен бірге көптеген микропонимдер жүйесі бар. Ең көрнекті туристерді қызықтыратын жері – **Рахман бұлағы** емдік қасиеті мол ыстық су шығып жатқан табиғат

сыйы. Антропомикродроним атауының өзіндік тарихы бар. осыдан 215 жылдай бұрын Рахманов атты аңшы биік тауда маралды атып жаралайды. Ол екі күн жаралы аңның ізімен жүріп оның осы бұлақ басында екінші жұбымен аман-сау тұрғанын көріп таң қалады. Маралды атып өлтіріп, оның бірінші атқан оғы тиген аяғының жараланған терісі жіңішкеріп, жұқа қабықша болып жазылып жатқанының куәсі болады. Бұлақ суының емдік қасиеті бар екенін жобалап, оны сынап, зерттеп көргісі келеді. Бұлақ суына күніне үш рет шомылып, бір жұмада бірнеше жыл зардап шеккен құяң ауруынан құлан таза жазылады. Кейінірек бұлақ суы зерттеліп, оның басына емдік орындар салынып, рекреациялық аймақтарға айналды. Су құрамында радон, күкірт, күкіртті сутегі, сульфат, сульфит, карбонат, нитрат тұзбасы бар екені анықталды [10]. Бұлақ суы жүйке ауруларын емдеуге таптырмайтын емдік қасиеті бар киелі жер. 2002 жылы *Қатонқарағай ұлттық саябағына АҚШ, Батыс Еуропа, Ресей елдерінен 569 турист келген*. Қаракөл көлі маңынан туристік база құрылысы салына бастады. Сондықтан табиғи ландшафтысын қорғау, ғылыми тәжірибелер және экологиялық мониторинг жүргізуде мол мүмкіндіктер бар деуге болады. Болашақта мәдени ағарту жұмыстарын ұйымдастыратын қорыққа айналатыны сөзсіз (Кесте 1).

Резерваттардың ұйымдастыру мақсаты мен ережелері қорықшыларға ұқсас. Табиғи ресурстардың қорғалуына байланысты және жүргізілген жұмыстың сипатына қарай бірнеше топқа бөлінеді. өсімдіктер мен жануарлардың жойылу қаупіндегі және сиреп кеткен кеткен түрлерін қорғау мақсатында құрылады. Ондай резерваттар Батыс Еуропа, Оңтүстік Азия, Африканың кейбір елдері мен АҚШ-та көптеп саналады. Сонымен қатар көптеген елдерде өсімдіктерге ғылыми жұмыстар жүргізу үшін т.б резерваттар ұйымдастырылуда. Ертіс өзенінің оң жағалауында реликті таспалы қарағай ормандары «**Ертіс орманы**» (Павлодар обл.) «**Семей орманы**» (ШҚО) орналасқан. Ертіс өңірінің жасыл белдеуіндегі созылған мұндай қарағайларды Қазақстанның басқа жерлерінен кездестіре алмаймыз. Бұл ормандардың топырақ пен су қорғағыштық маңызы бар. Сондықтан резерваттарда орманды дала фаунасымен қоса, онда өсетін ағаш қоры қорғауға алынған. Қарағай ормандары бұл өңірлерде орынсыз кесу, өртеу әрекетінен жойылып барады. Қазіргі таңда (2000...2005 жж.) Семей өңірі мен Павлодар облысындағы болған өрттері салдарынан Ертіс жағасындағы қарағайлы ормандардың 300 мыңға жуық гектары жанып кетті деуге болады. Ғарыштық және жер беті зерттеулерінің нәтижелеріне



жүгінсек, бұл ормандардың 50 пайызы өрттен, орман зиянкестері мен аурулары және заңсыз ағаш кесу салдарынан зиян шекті [11].

Семей өңірінде қарағайлы ормандардың көлемі 30..40 пайызға азайып, мүлдем ойсырап қалды. Қалба тауларының ландшафтық келбетін қалыптастыратын гранитті тастарға бейімделе өскен қарағайлы алқаптардың аумағы біршама азайған. Ғалымдардың пікірінше су маңындағы орманды алқаптар ашылып қалғандықтан Кенді Алтайдың *Оба, Улбі, Бұқтырма* сынды өзендері шамамен жылына 1,5 млрд. текше метр көлемінде су қорларын жоғалтады екен. Сондықтан қатаң бақылауға алып, орман алқаптарын пайдалану жүйесін реттеп, ағаш отырғызу шараларын жүргізу арқылы қалыптасқан геоэкологиялық мәселелерді шешуге болады. Табиғат ескерткіштері – бұл сирек құрып бара жатқан, желдің, судың әрекетінен бұзылып жатқан және сонымен бірге ғылыми, эстетикалық, тарихи және мәдени жағынан құнды табиғат нысандары. Бұл сөздің мағынасы құрып бара жатқан өсімдіктер мен жануарлардың жеке бір түрлерін қорғау, мысалы: арқар, ілбіс, самырсын, сібір балқарағайы т.б. Сонымен қатар табиғаттың қорғауға алынған жекеленген нысандары, сирек кездесетін геологиялық құрылым, қима, үгілуден пайда болған тау жыныстарының ерекше формалары, сирек кездесетін ағаштар мен өсімдіктер бұлақтар мен сарқырамалар жатады.

Қорғалатын табиғи аумақтарды өз ерекшеліктеріне қарай мәселесі КТА жүйесіне құрылымын сипаттайтына және ол өзінше қиын әрі қарама – қайшылы немесе даулы ғылыми – әдістемелік мәселе екендігі де шындық. Бұл мәселені жан-жақты қарастырып, тиімді шешу өз мезгіліндегі және дәл бағытталған жұмыс болары сөзсіз, әрі қорғалатын аумақтар жүйесін дамытуға мүмкіндік береді.

КТА жүйелерін құру қажеттілігі алғаш рет Н.Ф. Реймерс Ф.Р. Штильмарк (1978), Ю.Б. Родоман (1981) және Ю.А. Исаковтардың (1983), Еуропа мен Балтық елдерінің ғалымдарының еңбектерінде мысалы, Латвия тәжірибесінде А.Ж. Меллуманы (1982), П.П. Кавалаяускас (Литва), ал Қазақстанда қорғалатын аумақтар жүйесі қандай ұстанымдарға сай келу қажеттілігі О.Т. Айдаровтың еңбектерінде алғаш рет (2006) қарастырылды [12]. Сондықтан бұл жұмыстардың шешімін табу үшін арнайы далалық кешенді зерттеу жүргізу қажеттілігі туындайды. КТА жүйесін құру үшін алдын-ала жерлерді таңдау негізінен әртүрлі тақырыптағы, әсіресе ландшафт картасын пайдаланып талдау арқылы жүзеге асады. ШҚО – аумағында болашағы бар табиғат ескерткіштер көптеп кездеседі. Оларды

болашақ ұрпақ үшін сақтау мен қорғау бүгінгі күннің басты талабы. Оларды сақтау мен қорғау (КТА) жүйесінің қарамағына енгізу арқылы ғана іске асырылады. Геоакпараттық жүйе (ГАЗ) арқылы модельдеу табиғи (ландшафтық), геоэкологиялық аудандау, әлеуметтік экономикалық т.б. карталарды салыстыра талдау, аумаққа жан-жақты сапалы баға беру және КТА-ға қажетті аумақтарды таңдаудағы оның ғылыми, мәдени-тарихи негіз болуы болашақтағы қорғалатын аумақтар жүйесін құрудың мәліметтік базасы бола алады. Олардың қатарында *Зайсан, Сауыр қорықтары, Сібе* ұлттық саябағы басқада табиғат ескерткіштері мен ландшафтық қорықшалар жатады [9].

*Зайсан шөлді қорығы* – Зайсан ауданында орналасқан (Қара Ертіс өзені аңғарының сол жақ жағалауы, Майқапшағай, Боран және Қаратау елді мекендер аралығындағы аймақ) «Бөкенқұмдары» филиалы (Көкпекті ауд.) болады. 120 мың гектар аймақты бұл қорықта Зайсан қазаншұңқырының шөлді аймағының өсімдіктер мен жануарлар дүниесі қорғауға алынады. Бұл қорық ұйымдастыру 2000...2030 жылдары аралығында құру жоспарланып отыр. Үржар ауданымен шекарада жатқан Алакөл қорығы (1998), (12520 га) мемлекеттік қорық статусын алды [8]. Қазіргі кезде сақталып қалған табиғат көріністері өткен табиғат жағдайларынан, мол геоэкологиялық ақпарлар береді. Олардың көпшілігі адамдардың шаруашылық әрекетінен жойылып барады. Болашақта табиғат ескерткіштері қатарына жаңадан «*Сауыр шыршалы орманы*», «*Тархан геологиялық кешені*» сияқты қайталанбас нысандар қосылады деген үміттеміз (Кесте 2).

Кесте 2

Шығыс Қазақстан облысының келешегі мол табиғи нысандарын табиғат зоналары бойынша орналастыру

Атауы	Әкімшілік аудан	Ландшафттық зона	Ауданы, га	Жалпы саны
<b>Мемлекеттік қорық</b>				
«Зайсан»	Зайсан	Шөлейт	120000	1
«Сауыр»	Тарбағатай	Сауыр – Тарбағатай таулы белдеулілік типі	-	1
<b>Ұлттық табиғи парк</b>				
Сібе	Ұлан	Құрғақ дала және Алтай таулы белдеулілік типі	-	1

Атауы	Әкімшілік аудан	Ландшафттық зона	Ауданы, га	Жалпы саны
<b>Мемлекеттік қорықша</b>				
«Асубұлақ» (геологиялық-минерологиялық)	Ұлан	Алтай таулы белдеулілік типі	-	1
<b>Мемлекеттік табиғат ескерткіші</b>				
«Тархан геологиялық қимасы»	Глубокое	Алтай таулы белдеулілік типі	2	1
«Ашутас» (геологиялық - палеоботаникалық)	Күршім	Алтай таулы белдеулілік типі	-	1
«Қиын – Керіш» (геологиялық палеоботаникалық)	Күршім	Алтай таулы белдеулілік типі	-	1
«Пылающие Адыры» (палеонтологиялық)	Тарбағатай	Сауыр-Тарбағатай таулы белдеулілік типі	-	1
«Голубой Залив» (геологиялық-петрологиялық)	Көкпекті	Алтай таулы белдеулілік типі		1

**Асубұлақ геологиялық-минералды қорықшасы** – оның аумағында жер бетіне шығып жатқан сирек кездесетін металдар орындарымен қызықты екені мәлім. Мұнда 100-ден аса минералдар, оның ішінде бағалы асыл тастар: турмалин апатит, аквамарин, тау хрусталі, лепидолит және басқа да минералдар металдар құрамында кездеседі.

**Тархан геологиялық қимасы** – (2 га) девон кезеңінің табиғи жағдайын сипаттайды. Бұл кезеңнің теңіздік түзілімдері қазбалы фауна қалдықтарына бай – маржан, молюска, брахиопод, мшанка т.б. Сондықтан Тархан қимасы Кенді Алтайдың стратиграфиялық құрылымын зерттеуде үлкен ғылыми маңызға ие.

**Ашутас** – геологиялық (палеоботаникалық) табиғат ескерткіші – үштік кезеңінің жалпақ жапырақтары флорасының түзілімдерін қорғау үшін құрылған. Түзілімдер ежелгі өсімдіктердің 79 түрінен тұрады және олардың 45 түрі басқа жерде кездеспейді.

**Қиын-Керіш** табиғат ескерткіші – саздық эрозиялық шұңқырлар мен жыралардан тұратын, тақырлар мен бөлінген жер бедері пішіндерімен ерекшеленеді. әртүрлі түстегі саздар субтропикалық фауна қалдықтары

үштік кезеңнің жануарлары: бронтоотерия, энтелодонттардың қанқа сүйек қалдықтарын тұрады.

**Пылающие Адыры** – табиғат ескерткіші – ежелгі жабық және жалаңаш тұқымды өсімдіктердің қалдықтарынан сүйек қалдықтары мен динозавр жұмыртқасының қабығынан тұратын ТМД-да алғаш рет табылған әртүрлі түсті саздар: алевралит, құмдардың түзілімдерінен тұрады.

**Голубой залив** – геологиялық петрологиялық табиғат ескерткішінің аумағында 280 млн жыл бұрын жер бетінде балқыған магманың шығып, жүруі, жолақты түзілімі бар нұсқадағы граниттерімен ажыратылады [12].

Аталған табиғи нысандар мемлекеттік статусқа ие бола алмай келеді. Аумағы 283,3 мың км<sup>2</sup> болатын ШҚО-да мұндай табиғи нысандардың саны өте аз. Аумақта қорғалатын табиғи аумақтар жүйесін ұйымдастыру, қорғауды қамтамасыз ету, нашарлап тозған экожүйелерді қалпына келтіру мәселелерін ғылыми тұрғыдан негіздеу қажет. Табиғатты қорғау проблемалары сан қырлы. Оларды шешуде бірін-бірі толықтырып отыратын экологиялық және географиялық, (кешенді-далалық), геоакпараттық жүйе (ГАЗ) т.б зерттеу әдістері маңызды рөл атқарады. Келтірілген осы мысалдар ШҚО өңірінде табиғат қорғау шараларын және туризмді дамыта түсуге дәлел бола алады және осы ғылыми жұмыстар келешегінің маңыздылығының зор екендігін көрсетеді. Ерекше қорғалатын аумақтар (КТА) жүйесінің ландшафтпен ажырамас бірлікте екені анықталып, оларды сақтап қалу тек ландшафты табиғи қалпында қорғағанда ғана жүзеге асырылатыны дау тудырмайтыны анық.

#### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Бернштам А.Н. Историческая география Тянь-Шаня и Памир-Алтая // Изв. ВГО. – Т. 87. – Вып.1, 1955. – С. 42-53
2. Кашгарий М. Девони лугат ат-турк-Ташкент, Т. 1, 1960. – 365 с.
3. Массон Е.М. О былых охотничьих парках Средней Азии. // Тр. АН ТаджССР. – 1953. – Т. 17. – С. 145
4. Сатимбеков Р. Древние заповедники Средней Азии и Казахстана // Изв. ВКО, Т 113. – 1981. – С. 242-247
5. Арғынбаев Х.А. Қазақтың мал шаруашылығы жайында этнографиялық очерк. – Алматы, 1969 – 172 б.
6. Государственный каталог географических названий республики Казахстан. Том 5. Часть 1, 2. Восточно-Казахстанская область, Алматы: 2004.

7. Лаптев Н.П. Научные основы охраны природы. – М: Наука, 1970.
  8. Бейсенова Ә.С., Самакова А.Б., Есполов Т.И., Шілдебаев Ж.Б. «Экология және табиғатты тиімді пайдалану». Оқулық. – Алматы: «Ғылым» ғылыми баспа орталығы, 2004. – 328 б
  9. Егорина А.В., Зинченко Ю.К., Зинченко Е.С. Физическая география Восточного Казахстана. Часть 1 Восточный субрегион. Учебное пособие. – Усть-Каменогорск. ВГИ, 2000. – 124с, ил.
  10. Байқонақова Р. Қатонқарағайдың ғажап табиғаты // Атамекен, 2003. №22. – Б. 3.
  11. Ландшафтное и биологическое разнообразие Республики Казахстан информационно-аналитический обзор Программы Развития ООН / Под ред. канд. биол. наук И. Миршахимова. – Алматы: ОО «OST – XXI век», 2005. – 242 с.
  12. Айдаров О.Т. Шығыс Арал өңірінде ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жүйесін қалыптастырудың геоэкологиялық негіздері (Қызылорда облысы негізінде): географ. ғылымд. канд. дисс. автореф. – Алматы, 2006 – 16 б.
- С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОТРАЖЕНИЯ ПРОБЛЕМ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В  
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАЗВАНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ВКО)**

Канд. геогр. наук                      К.Т. Сапаров

*В статье обсуждаются закономерности отражения особенностей ландшафтов в географических названиях Восточно-Казахстанской области. Также рассмотрена взаимосвязь топонимов с особо охраняемыми природными объектами.*