

*Қазақстан Республикасының  
қоршаған ортаны қорғау  
Министрлігі*

*Министерство охраны  
окружающей среды Республики  
Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық  
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное  
предприятие «Казгидромет»

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

**№ 4**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
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

**№ 4 (63)**

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

---

<i>Адрес редакции:</i>	050022, Алматы, пр. Абая, д. 32, к. 415, 420
<i>Телефон:</i>	(7272) 55-84-06
<i>E-mail:</i>	<i>caspian_almaty@mail.ru</i> <i><a href="http://www.kazhydromet.kz">http://www.kazhydromet.kz</a></i>

---

Подписано в печать

Формат бумаги 70 x 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

- В.В. Голубцов, Е.Е. Петрова**  
О вероятном сокращении ресурсов поверхностных вод северного и центрального Казахстана под влиянием изменения климата ..... 7
- В.В. Закурдаева**  
Патогенность метеорологических условий Таласской долины..... 17
- Н.И. Ивкина**  
Ветровые условия в северной и средней частях Каспийского моря..... 27
- Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова**  
Защита от селей. Проблемы оценки селевой активности ..... 39
- Т.В. Дедова, А.Б. Исаханова**  
Создание топографических карт на основе аэрофотосъемки для мониторинга экологических проблем по магистральному газопроводу..... 53
- А.Р. Медеу, Т.Л. Киренская, Н.К. Машукова, А.К. Мусина**  
Об общих закономерностях пространственного и временного распределения ледоводных паводков (шугоходов) на реках Илейского Алатау .. 65
- С.М. Романова**  
Характеристика гидрохимического режима рек северного склона Иле Алатау в 2010 году. Сообщение 3. Микроэлементы в воде..... 78
- А.М. Бажиева**  
Связь гидрохимического и гидрологического режимов р. Шу..... 84
- С.Қ. Давлетғалиев, А.С. Пшенчинова**  
Жайық өзенінің жылдық ағынды үлестірімін есептеу ..... 91
- Д.М. Бурлибаева**  
Изменение характеристик гидрохимического режима реки Иртыш во времени ..... 104
- А.М. Бажиева, Э.И. Турсунов**  
Качество водных объектов и масса загрязняющих веществ, поступающих в реки южного и юго-восточного Казахстана ..... 114

<b>М.А. Абдуев</b> Денудация в горных областях Азербайджана по данным о стоке наносов и растворенных веществ .....	122
--	-----

<b>И.И. Марданов</b> Выявление основных факторов при изучении трансформаций оползневых массивов юго-восточной оконечности Большого Кавказа.....	132
---	-----

## **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

<b>Н.Т. Ержанов, А.Б. Карабалаева</b> Современное экологическое состояние реки Иртыш в пределах Павло- дарской области.....	144
---	-----

## **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

<b>Б.Л. Сазанова, Т.В. Худякова, О.С. Голояд, А.Е. Абенова, Т.И. Криворучко, В.В. Жданов, Л.М. Соколова, И.П. Дерюгина</b> Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республи- ки Казахстан в 2009 г. ....	148
Указатель статей, опубликованных в журнале в 2011 г. ....	167

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

- V.V. Golybtsov, E.E. Petrova**  
About probable reduction of surface water resources at the Northern and Central Kazakhstan under climate change ..... 7
- V.V. Zakurdayeva**  
The pathogenicity of the meteorological conditions of the Talas River Valley piedmont zone ..... 17
- N.I. Ivkina**  
Wind conditions at the Northern and Middle parts of the Caspian Sea ..... 27
- B.S. Stepanov, R.K. Yafyazova**  
Protection from mudflow. Problems of an estimation of mudflow activity ..... 39
- T.V. Dedova A.B. Issakhanova**  
Creation of topographic maps based on aerial survey for monitoring environmental challenges by trunk pipelines ..... 53
- A.R. Medeu, T.L. Kirenskaya, N.K. Mashukova, A.K. Musina**  
About general principles of spatial and temporary distribution of an ice-water flood (frazil ice drift) at the Ile Alatau Mountains Rivers ..... 65
- S.M. Romanova**  
The chemical regime characteristic of the Northern Slope Ile Alatau Rivers. Message 3. Microelements in water ..... 78
- A.M. Bazhiyeva**  
Connection between hydrochemical and hydrological regimes of the Shu River ..... 84
- S.K. Davletgaliyev A.S. Pshenchinova**  
Calculation of the annual flow distribution of the river Ural River (Zhaiyk River) ..... 91
- D.M. Burlibayeva**  
Change of the characteristics of the Irtysh River hydrochemical regime in time ..... 104

<b>A.M. Bazhieyva, JA.A. Tursynov</b> Water objects quality and weight of polluting substances renouncing to the river of Southern and Southeast Kazakhstan.....	114
---	-----

<b>M.A. Abduyev</b> Denudation in the Azerbaijan's mountain zones with data about sediment flow and dissolved substances .....	122
---	-----

<b>I.I. Mardanov</b> Revealing of basic factors at the study of transformation landslips at the Southeast Extremity of the Large Caucasus .....	132
--	-----

**BRIEF REPORTS**

<b>N.T. Erzhanov, A.B. Karabalayeva</b> Modern ecological condition of the Irtysh River within the limits of the Pavlodar Region .....	144
---	-----

**REVIEWS AND CONSULTATIONS**

<b>B.L. Sazanova, T.V. Khudyakova, O.S. Goloyad, A.E. Abenova, T.I. Krivoruchko, V.V. Zhdanov, L.M. Sokolova, I.P. Deryugina</b> Dangerous hydrometeorological phenomena at the territory of the Republic of Kazakhstan in 2009 .....	148
Articles' List Published in «Hydrometeorology and Ecology» Magazine, 2011 .....	167

УДК 556.18:626/627:658

Канд. геогр. наук

В.В. Голубцов \*

Е.Е. Петрова \*

**О ВЕРОЯТНОМ СОКРАЩЕНИИ РЕСУРСОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОД СЕВЕРНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА ПОД  
ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА***ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА,  
АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ, РЕЧНОЙ СТОК, ПОЛОВОДЬЕ,  
РЕСУРСЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД*

*Рассматриваются вероятные причины изменения ресурсов поверхностных вод Северного и Центрального Казахстана в первой половине 21 века под влиянием изменения климата. Показано, что в результате повышения температуры воздуха в конце зимнего периода возрастет число лет с ранним началом снеготаяния и увеличенными потерями стока на инфильтрацию. В результате ресурсы поверхностных вод рассматриваемого региона в первой половине 21 века уменьшатся на 20... 30 %.*

Исследования, проведенные в РГП «Казгидромет», показали, что современные изменения климата Северного и Центрального Казахстана стали особенно заметными во второй половине 20-го века. За последние десятилетия существенно повысилась среднегодовая температура воздуха. Определенных тенденций в изменении атмосферных осадков как в сторону их уменьшения, так и в сторону их увеличения не наблюдалось [1]. На рис.1 приведена разностно-интегральная кривая среднегодовой температуры воздуха по данным М Астана за 1923...2010 гг.

Эта интегральная кривая отражает тенденцию увеличения температуры воздуха во второй половине 20-го, начале 21-го века.

В табл. 1 приведены значения средней температуры воздуха за различные периоды по М: Астана, Кокшетау, Костанай, Павлодар, Караганда, Жезказган. Период 1930...1987 гг. принят в качестве базового ( $T_0$ ) для сравнения средней температуры воздуха за периоды 1988...2010 гг. ( $T_1$ ) и 1997...2010 гг. ( $T_2$ ).

---

\* Казгидромет, г. Алматы

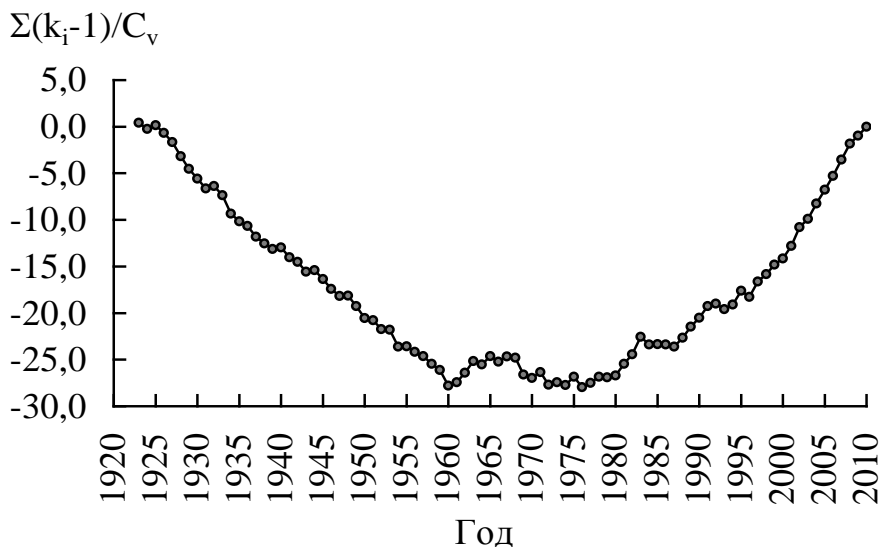


Рис. 1. Разностно-интегральная кривая среднегодовой температуры воздуха в г. Астане за 1923...2010 гг.

Таблица 1

Средняя температура воздуха за год и холодный период

Станция	Температура воздуха (°С), год					Температура воздуха (°С), за холодный период				
	1930...1987 (T <sub>б</sub> )	1988...2010 (T <sub>1</sub> )	(T <sub>1</sub> -T <sub>б</sub> )	1997...2010 (T <sub>2</sub> )	(T <sub>2</sub> -T <sub>б</sub> )	1930...1987 (T <sub>б</sub> )	1988...2010 (T <sub>1</sub> )	(T <sub>1</sub> -T <sub>б</sub> )	1997...2010 (T <sub>2</sub> )	(T <sub>2</sub> -T <sub>б</sub> )
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Астана	2,0	3,7	1,7	4,1	2,1	-15,8	-10,5	5,3	-10,0	5,8
Кокшетау	1,9	3,4	1,5	3,7	1,8	-14,3	-10,1	4,2	-9,6	4,7
Костанай	2,1	3,7	1,6	4,0	1,9	-14,7	-10,6	4,1	-10,1	4,6
Павлодар	2,2	3,4	1,2	3,5	1,3	-15,6	-11,3	4,3	-11,2	4,4
Караганда	2,8	3,9	1,1	4,2	1,4	-11,1	-9,4	1,7	-9,2	1,9
Жезказган	4,9	6,2	1,3	6,5	1,6	-10,2	-8,5	1,7	-8,1	2,1
<b>Среднее</b>	<b>2,7</b>	<b>4,1</b>	<b>1,4</b>	<b>4,3</b>	<b>1,7</b>	<b>-13,6</b>	<b>-10,1</b>	<b>3,6</b>	<b>-9,7</b>	<b>3,9</b>

В графе 2 приведены значения температуры воздуха за базовый период (1930...1987 гг.); в графе 3 – за период 1988...2010 гг., в графе 5 – за период 1997...2010 гг. В графе 4 – превышение температуры воздуха за период 1988...2010 гг. по сравнению с базовым периодом. Эти данные показывают, что средняя температура воздуха повысилась на рассматриваемой территории



в среднем на 1,4 °С. Минимальные изменения наблюдались на М Караганда – 1,1 °С, максимальные на М Астана – 1,7 °С. В графе 6 приведено превышение температуры воздуха за период 1997...2010 гг. также по сравнению с приведенным базовым периодом. Эти данные показывают, что за этот период средняя температура воздуха повысилась на рассматриваемой территории в среднем на 1,7 °С. По отдельным метеорологическим станциям наблюдавшееся повышение температуры воздуха изменялось от 1,3 °С (г. Павлодар) до 2,1 °С (г. Астана).

В графах 7...11 приведены аналогичные данные о средней температуре воздуха за холодный период (ноябрь – март).

В графе 9 приведено превышение температуры воздуха за период 1988...2010 гг. по сравнению с базовым периодом. Эти данные показывают, что средняя температура воздуха холодного периода повысилась в среднем по рассматриваемой территории на 3,6 °С. По отдельным метеорологическим станциям, наблюдавшееся повышение температуры воздуха изменялось от 1,7 (г. Караганда, г. Жезказган) до 5,3 °С (г. Астана).

В графе 11 приведено превышение температуры воздуха за период 1997...2010 гг. по сравнению с базовым периодом. Эти данные показывают, что средняя температура воздуха повысилась в среднем по рассматриваемой территории на 3,9 °С. По отдельным метеорологическим станциям, наблюдавшееся повышение температуры воздуха изменялось от 1,9 (г. Караганда) до 5,8 °С (г. Астана).

Приведенные данные показывают, что температура воздуха холодного периода за последние десятилетия повысилась в большей степени, чем среднегодовая температура воздуха [1].

В табл. 2 приведены значения средней температуры воздуха за различные периоды в марте и апреле по М Астана, М Кокшетау, М Костанай, М Павлодар, М Караганда, М Жезказган. Период 1930...1987 гг. принят в качестве базового ( $T_0$ ) для сравнения средней температуры воздуха за периоды 1988...2010 гг. ( $T_1$ ) и 1997...2010 гг. ( $T_2$ ).

В графе 2 приведены значения температуры воздуха в марте за базовый период (1930...1987 гг.); в графе 3 – за период 1988...2010 гг., в графе 5 – за период 1997...2010 гг. В графе 4 приведено превышение температуры воздуха в марте за период 1988...2010 гг. по сравнению с базовым периодом. Эти данные показывают, что за этот период средняя температура воздуха в марте повысилась в среднем по рассматриваемой территории на 2,5 °С. По отдельным метеорологическим станциям, наблюдавшееся повышение температуры воздуха изменялось от 2,0 (г. Караганда) до 2,9 °С (г. Астана). В графе 6 приведено превышение тем-

пературы воздуха в марте за период 1997...2010 гг. также по сравнению с приведенным базовым периодом. Эти данные показывают, что за этот период средняя температура воздуха повысилась в среднем по рассматриваемой территории на 3,6°C. По отдельным метеорологическим станциям, наблюдавшееся повышение температуры воздуха изменялось от 3,0 (г. Караганда) до 4,1 °С (г. Астана).

Таблица 2

Средняя температура воздуха за март и апрель

Станция	Температура воздуха за март, °С					Температура воздуха за апрель, °С				
	1930...1987 (T <sub>б</sub> )	1988...2010 (T <sub>1</sub> )	(T <sub>1</sub> -T <sub>б</sub> )	1997...2010 (T <sub>2</sub> )	(T <sub>2</sub> -T <sub>б</sub> )	1930...1987 (T <sub>б</sub> )	1988...2010 (T <sub>1</sub> )	(T <sub>1</sub> -T <sub>б</sub> )	1997...2010 (T <sub>2</sub> )	(T <sub>2</sub> -T <sub>б</sub> )
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Астана	-9,6	-6,7	2,9	-5,5	4,1	3,9	5,5	1,6	6,0	2,1
Кокшетау	-8,7	-6,1	2,6	-5,0	3,7	3,7	4,6	0,9	5,0	1,3
Костанай	-9,5	-6,6	2,9	-5,7	3,8	4,4	5,4	1,0	5,6	1,2
Павлодар	-9,4	-6,7	2,7	-6,0	3,4	4,4	5,8	1,4	6,2	1,8
Караганда	-7,8	-5,8	2,0	-4,8	3,0	4,6	5,7	1,1	6,2	1,6
Жезказган	-6,1	-4	2,1	-2,6	3,5	7,7	8,8	1,1	9,2	1,5
<b>Среднее</b>	<b>-8,5</b>	<b>-6,0</b>	<b>2,5</b>	<b>-4,9</b>	<b>3,6</b>	<b>4,8</b>	<b>6,0</b>	<b>1,2</b>	<b>6,4</b>	<b>1,6</b>

В графах 7...11 приведены аналогичные данные о средней температуре воздуха за апрель. В графе 9 приведено превышение температуры воздуха в апреле за период 1988...2010 гг. по сравнению с базовым периодом. Эти данные показывают, что средняя температура воздуха в апреле повысилась в среднем по рассматриваемой территории на 1,2 °С. По отдельным метеорологическим станциям, наблюдавшееся повышение температуры воздуха в апреле изменялось от 0,9 °С (г. Кокшетау) до 1,6 °С (г. Астана). В графе 11 приведено превышение температуры воздуха в апреле за период 1997...2010 гг. по сравнению с базовым периодом. Эти данные показывают, что средняя температура воздуха повысилась в среднем по рассматриваемой территории на 1,6 °С. По отдельным метеорологическим станциям, наблюдавшееся повышение температуры воздуха в апреле изменялось от 1,2 °С (г. Костанай) до 2,1 °С (г. Астана).

Значительное повышение температуры воздуха в марте и некоторое ее повышение в апреле указывают на то, что в условиях изменяющегося климата процессы снеготаяния и формирования весеннего половодья в последние

десятилетия происходят в более ранние сроки, чем до середины 80-х годов прошлого века.

Годовой сток рек Северного и Центрального Казахстана формируется в основном за счет весеннего снеготаяния. Объем весеннего половодья обычно составляет около 80...90 % годового стока этих рек. Сток весеннего половодья зависит от осеннего увлажнения почвогрунтов водосбора реки, предвесенних снегозапасов и характера изменения температуры воздуха в период снеготаяния. При одних и тех же значениях увлажнения почвогрунтов и предвесенних снегозапасов объем стока весеннего половодья значительно зависит от времени начала весеннего снеготаяния. При ранних сроках весеннего снеготаяния (3 декада марта – 1 декада апреля) в период снеготаяния в большинстве случаев происходит возврат холодов и понижение температуры воздуха. Это приводит к прекращению снеготаяния и инфильтрации воды из бессточных понижений, расположенных на поверхности речных бассейнов. При повышении температуры воздуха и возобновлении снеготаяния значительная часть воды повторно расходуется на заполнение указанных бессточных понижений, потому что склоновый и русловой сток может формироваться только после их заполнения.

При более поздних сроках снеготаяния (2 и 3 декады апреля) возврат холодов во время снеготаяния по сравнению с предыдущим периодом наблюдается очень редко. В большинстве случаев снеготаяние бывает непрерывным и дружным с однократным заполнением бессточных понижений. Кроме этого, при формировании стока в более поздние сроки, снегозапасы перед началом снеготаяния оказываются несколько выше за счет увеличения периода снегонакопления.

Потери стока при позднем начале снеготаяния оказываются значительно меньше, чем при ранних датах снеготаяния. Это можно показать на примере изменении годового стока р. Ишим – г. Астана за период 1933...1969 годы (табл. 3). В табл. 3 приведено среднее значение годового стока за период наблюдений с 1933 по 1969 гг. (0 группа), а также за период ранних дат начала снеготаяния (1 группа) и более поздних дат начала снеготаяния (2 группа). Оказалось, что при раннем начале снеготаяния (3 декада марта – 1 декада апреля), средний годовой сток за 19 лет составил 3,85 м<sup>3</sup>/с или 122 млн. м<sup>3</sup> в год. В группе лет с более поздним началом снеготаяния (2 и 3 декады апреля) средний годовой сток за 18 лет составил 8,04 м<sup>3</sup>/с или 254 млн. м<sup>3</sup> в год, т.е., примерно в два раза больше, чем в первой группе лет с ранним началом снеготаяния.

Таблица 3

Средний многолетний годовой сток р. Ишим – г. Астана за 1933...1969 гг. и за годы с ранним и более поздним началом весеннего половодья

Группа	Периоды дат начала половодья	Год	Число лет	Средний годовой сток	
				м <sup>3</sup> /сек	млн. м <sup>3</sup>
0	3 декада марта – 3 декада апреля	1933...1969	37	5,89	186
1	3 декада марта – 1 декада апреля	1933, 36, 39, 40, 44, 47, 51, 53, 55, 56, 59, 61...63, 65...69	19	3,85	122
2	2 – 3 декада апреля	1934, 35, 37, 38, 41...43, 45, 46, 48...50, 52, 54, 57, 58, 60, 64	18	8,04	254

По сравнению со стоком за весь рассматриваемый период (1933...1969 гг.), равным 5,89 м<sup>3</sup>/с или 186 млн. м<sup>3</sup> в год, сток с ранними датами начала снеготаяния оказался на 35 % ниже, а за период с поздним началом снеготаяния на 37 % выше.

Следует отметить, что в большинстве случаев сток многоводных лет, как правило, формировался в годы с более поздними сроками начала снеготаяния и формирования весеннего половодья (табл. 4).

Таблица 4

Характеристики среднегодовых расходов воды р. Ишим – г. Астана за 1933...1969 гг.

Год	Среднегодовой расход, м <sup>3</sup> /с	Q, м <sup>3</sup> /с в убывающем порядке	Год	P, %	Год с ранним началом половодья	Год с поздним началом половодья
1	2	3	4	5	6	7
1933	5,73	22,0	1948	1,44		х
1934	4,96	16,2	1949	4,78		х
1935	3,87	14,6	1942	7,15		х
1936	0,41	11,5	1941	14,1		х
1937	3,40	10,8	1966	16,2	о	
1938	1,00	10,7	1960	16,6		х
1939	0,61	10,6	1943	16,9		х
1940	1,10	9,60	1964	20,0		х
1941	11,5	9,43	1959	20,8	о	
1942	14,6	9,32	1954	21,3		х

Год	Среднегодовой расход, м <sup>3</sup> /с	Q, м <sup>3</sup> /с в убывающем порядке	Год	P, %	Год с ранним началом половодья	Год с поздним началом половодья
1	2	3	4	5	6	7
1943	10,6	8,11	1961	27,4	о	
1944	2,05	7,93	1962	28,3	о	
1945	1,64	7,82	1946	28,9		х
1946	7,82	7,00	1947	34,0	о	
1947	7,00	6,40	1958	38,1		х
1948	22,0	5,73	1933	43,3	о	
1949	16,2	5,64	1957	44,1		х
1950	3,06	5,40	1955	46,2	о	
1951	4,56	4,96	1934	50,1		х
1952	2,35	4,56	1951	53,9	о	
1953	2,60	3,87	1935	60,6		х
1954	9,32	3,40	1937	65,9		х
1955	5,40	3,06	1950	69,7		х
1956	1,57	2,60	1953	74,8	о	
1957	5,64	2,50	1965	76,0	о	
1958	6,40	2,35	1952	77,9		х
1959	9,43	2,05	1944	81,5	о	
1960	10,7	1,64	1945	86,1		х
1961	8,11	1,58	1968	86,8	о	
1962	7,93	1,57	1956	86,9	о	
1963	1,26	1,26	1963	90,3	о	
1964	9,60	1,10	1940	91,8	о	
1965	2,50	1,00	1938	92,7		х
1966	10,8	0,61	1939	96,4	о	
1967	0,097	0,46	1969	97,6	о	
1968	1,58	0,41	1936	97,9	о	
1969	0,46	0,097	1967	99,7	о	

В табл. 4 приведены среднегодовые расходы воды р. Ишим – г. Астана (графы 2 и 3) за 1933...1969 годы, а также значения их обеспеченности (графа 5). В графах 6 и 7 определенными знаками обозначены годы с ранним и поздним началом снеготаяния и весеннего половодья. Их расположение по отношению к ряду убывающих значений годового стока этой реки показывает, что сток многоводных лет в основном формировался в годы с поздними датами начала снеготаяния и весеннего половодья. А сток маловодных лет,

как правило, формировался в годы с ранними датами начала снеготаяния и весеннего половодья.

Исследования климатологов РГП «Казгидромет» показали, что за последние десятилетия среднегодовая температура воздуха в Северном и Центральном Казахстане увеличилась примерно на 1 °С. Среднее количество годовых осадков по сравнению с предыдущим периодом практически не изменилось. Кроме того, наметилось определенное изменение во внутригодовом распределении температуры воздуха – повышение температуры воздуха холодного периода. Для периода весеннего половодья равнинных рек особенно важно как будет изменяться температура воздуха при переходе от холодного к теплomu периоду, т.е., в марте и апреле. За последние десятилетия наметилась вполне определенная тенденция увеличения средней температуры марта и некоторое понижение температуры апреля. В этом случае существенно увеличится число лет с ранним развитием снеготаяния и формированием весеннего половодья.

Как показано выше, это приведет к уменьшению объема весеннего половодья и годового стока равнинных рек за счет увеличения потерь стока при наблюдающихся в этих случаях возврате холодов. Такое развитие изменения годового стока рек можно проследить на примере р. Ишим – г. Астана за период с 1933 по 2010 г., а также р. Ишим – с. Тургеневка и р. Мойылды – с. Николаевка за период 1973 по 2010 гг. (рис. 2).

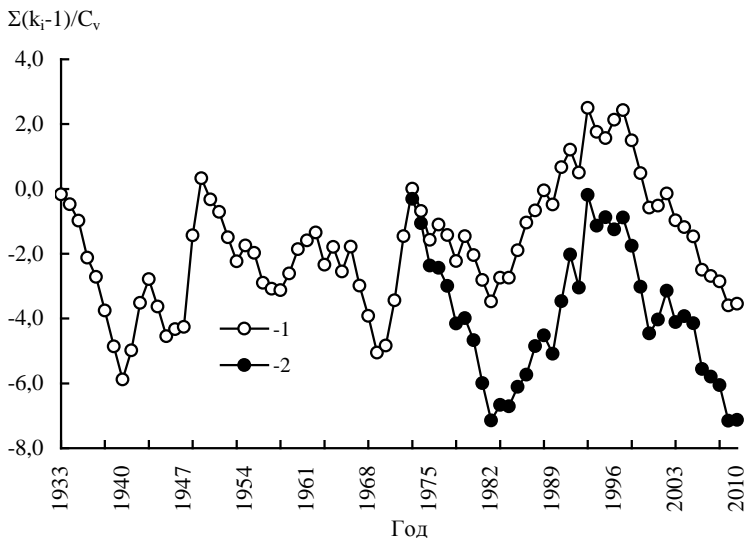


Рис. 2. Интегральные кривые естественного стока р. Ишим – г. Астана за 1933...2010 гг. (1) и суммарного стока р. Ишим – с. Тургеневка и р. Мойылды – с. Николаевка за 1973...2010 гг. (2)

На рис. 2 видно, что за последние 13 лет на р. Ишим и ее притоке р. Мойылды наблюдались пониженные значения речного стока. Восстановленный естественный годовой сток р. Ишим – г. Астана за этот период (1998...2010 гг.) составил  $4,13 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $0,13 \text{ км}^3$  в год), что на 35,3 % ниже нормы стока этой реки ( $6,38 \text{ м}^3/\text{с}$  или  $0,20 \text{ км}^3$  в год).

Аналогичным изменением характеризуется суммарный сток р. Есиль – с. Тургеневка и р. Мойылды – с. Николаевка. Гидрометрические наблюдения на р. Ишим и р. Мойылды показали, что к маловодному периоду также относится и 2011 год. Количество атмосферных осадков по данным метеорологической станции г. Астана в среднем за этот период составило для годовых значений около нормы, а для холодного периода на 10 % выше нормы. Повышенные значения температуры воздуха в этот период показывают, что начало снеготаяния и формирование стока весеннего половодья происходило в более ранние сроки. Это подтверждает вывод о том, что при раннем начале снеготаяния и формировании половодья весенний и годовой сток оказываются значительно ниже, чем при развитии этих процессов в более поздние сроки.

Проведенные исследования показали, что в перспективе до 2035 г. среднегодовая температура воздуха в рассматриваемом регионе увеличится примерно на  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Тенденция повышения температуры воздуха в марте, по-видимому, также сохранится. Это приведет к увеличению числа лет с формированием весеннего половодья в более ранние сроки (вторая половина марта – начало апреля) и уменьшению объема весеннего и годового стока рек рассматриваемого региона за счет сокращения периода снегонакопления и увеличения потерь на инфильтрацию, за счет уменьшения дружности снеготаяния [2].

В результате реализации рассматриваемых процессов ресурсы поверхностных вод Северного и Центрального Казахстана в первой половине 21 века сократятся на 15...20 %, а в случае продолжения дальнейшего повышения температуры воздуха – до 25 %. Это приведет к значительным затруднениям при решении вопросов промышленного и водохозяйственного водоснабжения, а также коммунального водоснабжения населенных пунктов рассматриваемого региона. В то же время увеличение потерь на инфильтрацию приведет к повышению увлажнения поверхности речных бассейнов и увеличению запасов подземных вод, что, по-видимому, благоприятно скажется на сельскохозяйственном производстве.





УДК 911. 52 (575.2) (04)

В.В. Закурдаева \*

**ПАТОГЕННОСТЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ТАЛАССКОЙ ДОЛИНЫ***ТАЛАССКАЯ ДОЛИНА, МЕТЕОСТАНЦИЯ, ИНДЕКС ПАТОГЕННОСТИ,  
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ*

*Численно оцениваются общий и частные индексы патогенности метеорологических условий (температура, давление, влажность, облачность и ветер) для Таласской долины по 5-летним наблюдениям метеостанций Кировское, Талас и Ак-Таш. Для всей территории Таласской долины комфортные условия наблюдаются с конца апреля по первую половину октября, попадая в область сильно раздражающих и острых лишь в январе – феврале.*

Таласская долина расположена в северо-западной области Кыргызстана, имеет широтное простираие и по своему строению напоминает треугольник с вершиной на востоке, где Таласский и Кыргызский Ала-Тоо, сближаясь, образуют горный узел Ак-Суу, поэтому ее принято относить к полузакрытым [1, 4, 5, 6]. К западу долина расширяется и граничит с полупустынями и пустынями Туранской низменности. Длина долины составляет около 200 км, максимальная ширина на западе 50 км. Долина заметно повышается к востоку от 650 м до 1550 м (кишлак Буденный) и до 2100 м в своей верхней части. Окружающие долину Таласский (южный борт) и Киргизский (северный борт) хребты, имеют средние высоты гребневой линии около 3,3...3,7 км с максимальными отметками от 4,5 до 5,17 км (Манас – 4 488 м). Основная река долины – Талас.

Таласская область может рассматриваться, как регион, обладающий хорошим потенциалом для экономического роста при развитии сельского хозяйства, перерабатывающих предприятий и эксплуатации минеральных ресурсов. Поэтому представляется весьма актуальной задача оценки «качества климатических условий» этой территории для проживания человека, исходя из критериев медицинской климатологии [2, 3, 7, 8, 9, 10].

---

\* Кыргызско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан

Считается, что оптимальными условиями, при которых возникает минимум метеопатических реакций является их следующий комплекс: среднесуточная температура воздуха 18 °С, относительная влажность 50 %, отсутствие ветра, облачности и межсуточных колебаний (изменений) температуры и давления. Любые отклонения от этих значений неблагоприятны для самочувствия и здоровья (патогенны) и численно могут быть оценены общим безразмерным индексом патогенности  $I$ , включающим частные индексы составляющих  $I_x$  по формуле [3]

$$I = 0,02(18-t)^2 + 0,3\Delta t^2 + 0,06 \Delta p^2 + 10^{\frac{f-70}{40}} + 0,2V^2 + 0,06n^2,$$

где первое слагаемое есть частный индекс патогенности  $I_t$  – отклонение средней суточной температуры от 18 °С; второе –  $I_{\Delta t}$  – индекс на междусуточные колебания (разности)  $\Delta t$  °С среднесуточных температур воздуха; третье –  $I_{\Delta p}$  индекс на среднесуточные колебания давления, гПа; четвертое –  $I_f$  – индекс на отклонения среднесуточной относительной влажности воздуха  $f$  (%) от оптимальной (50 %); пятое и шестое  $I_v$  и  $I_n$  – на наличие скорости ветра  $V$  (м/с) и облачности  $n$ , в баллах десятичной шкалы.

Между общим индексом патогенности  $I$  и «качеством погоды» установлены соотношения, приведенные в табл. 1 [2].

Таблица 1

Условия погоды и градации индекса патогенности  $I$  в баллах [2]

	Градация $I$				
	0...9,9	10...16	16,1...18	18,1...24	> 24
Условия погоды	комфорт	слабо раздражающие	умеренно раздражающие	сильно раздражающие	острые

В настоящей работе поставлена задача оценки патогенности погоды по индексу  $I$  для днища Таласской долины по 5-летним данным (1987...1991 гг.) трех расположенных в ней метеостанций: Кировское (855 м, западная часть), Талас (1216 м, центральная часть) и Ак-Таш (2100 м, восточная часть). Исходя из общих климатических условий Таласской долины, предположим, что её низкогорная западная и центральная части имеют более лучшие, а среднегорная, восточная – более худшие погодные условия [3]. Были рассчитаны среднесуточные значения частных  $I_x$  и общего  $I$  индексов патогенности, а также найдены их средние значения по месяцам и за год. Кроме того рассчитаны коэффициенты вариации, характеризующие межсуточную изменчивость самих индексов, что позволяет судить о их изменчивости по месяцам от суток к суткам.

В табл. 2 приведены рассчитанные средние за 1987...1991 гг. по месяцам и за год значения частных  $I_x$  и общих  $I$  индексов патогенности.

Таблица 2

Средние значения частных  $I_x$  и общего  $I$  индексов патогенности по метеостанциям, балл

Индекс	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
М Кировское (855 м) – запад долины													
$I_t$	12,0	11,5	5,6	1,8	0,5	0,3	0,5	0,2	0,5	2,8	5,3	6,9	4,0
$I_{\Delta t}$	4,2	3,5	2,0	1,9	1,5	1,0	1,0	0,8	1,2	2,2	3,3	2,4	2,1
$I_f$	3,9	4,7	5,2	2,5	1,4	0,4	0,4	0,2	0,7	2,4	4,3	5,6	2,6
$I_n$	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,6	1,6	1,9	2,0	1,4	1,4	1,3	1,3
$I_v$	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
$I_{\Delta P}$	1,2	1,2	0,8	1,0	0,9	0,7	0,3	0,2	0,2	0,5	0,7	1,0	0,7
$I$	22,1	21,6	14,6	8,4	5,3	3,7	3,9	3,4	4,9	9,6	15,3	17,4	10,9
М Талас (1216 м) – центр долины													
$I_t$	10,6	9,8	5,5	2,1	0,7	0,3	0,3	0,2	0,5	2,6	4,9	7,1	3,7
$I_{\Delta t}$	2,6	2,6	2,7	2,2	2,1	1,1	1,1	0,8	1,8	2,6	3,7	2,7	2,2
$I_f$	1,7	2,7	3,4	2,2	1,2	0,3	0,4	0,2	0,6	1,9	1,7	2,5	1,6
$I_n$	1,3	1,5	1,7	1,5	1,3	1,6	1,5	1,9	2,1	1,7	1,7	1,6	1,6
$I_v$	0,8	0,7	0,9	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9
$I_{\Delta P}$	1,0	0,8	0,8	0,8	0,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	0,6
$I$	18,0	18,2	15,0	9,9	6,7	4,5	4,3	4,1	6,1	10,2	13,6	15,5	10,5
М Ак-Таш (2100 м) – восток долины													
$I_t$	12,8	13,7	7,9	4,3	2,2	0,8	0,5	0,3	1,3	4,4	7,0	9,6	5,4
$I_{\Delta t}$	2,9	3,7	1,9	2,3	1,9	0,7	1,1	0,9	2,0	2,1	3,4	2,8	2,2
$I_f$	0,9	1,3	1,9	1,5	1,2	0,6	0,6	0,2	0,5	1,1	0,8	0,9	0,9
$I_n$	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,5	1,4	1,6	1,8	1,7	1,3	1,4	1,4

Индекс	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$I_v$	0,5	0,8	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
$I_{\Delta P}$	0,5	0,8	0,4	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3
$I$	18,8	16,1	13,9	10,3	7,2	4,1	4,0	3,5	6,3	9,8	13,2	15,4	10,2
$I_{Средняя}$	<b>19,6</b>	<b>18,6</b>	<b>14,5</b>	<b>9,5</b>	<b>6,4</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>3,7</b>	<b>5,8</b>	<b>9,9</b>	<b>14,0</b>	<b>16,1</b>	<b>10,5</b>

На рис. 1 показан годовой ход общего индекса  $I$ , на котором пунктирными линиями выделены три области погоды по значениям  $I$ .

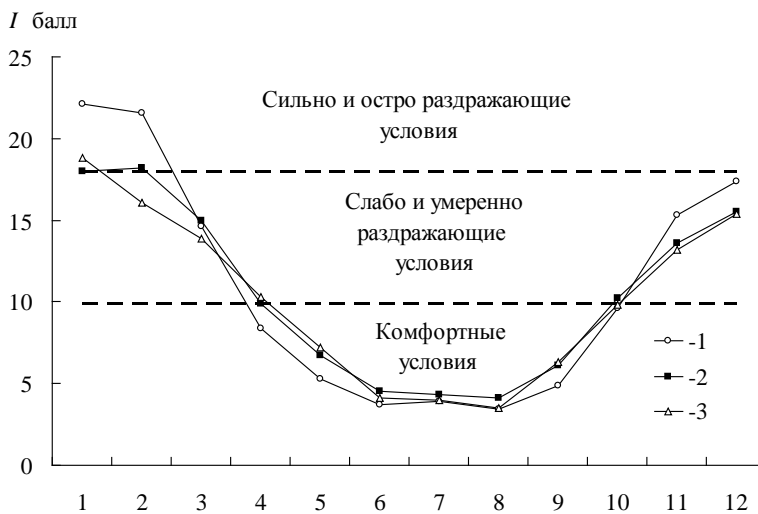


Рис. 1. Годовой ход средних месячных значений общего индекса патогенности метеорологических условий для Таласской долины.

1 – М Кировское, 2 – М Талас, 3 – М Ак-Таш.

Эти данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Годовой ход индекса патогенности в Таласской долине выражен очень четко: один максимум, который наблюдается зимой в январе – феврале (18,0...22,1 баллов) и один минимум – летом в августе (3,4...4,1 баллов).

2. Холодный период (с октября по март) характеризуется слабо и умеренно раздражающими условиями, только в нижней части на западе долины в январе-феврале наблюдаются сильно и остро раздражающие условия.

3. Теплый период (с апреля по октябрь) характеризуется комфортными условиями погоды.

4. Начиная с марта, по всей Таласской долине условия начинают очень быстро улучшаться, и осуществляется переход к слабо раздражающим, а за-

тем к комфортным (апрель) условиям, оставаясь таковыми все лето и первую половину осени. Затем следует обратный резкий переход к умеренно раздражающим условиям.

Таким образом, в теплый период (с середины весны и до середины осени) метеорологические условия в Таласской долине соответствуют комфортным, в холодный период (с октября по апрель) – слабо и умеренно раздражающим. Сильно раздражающие и острые условия наблюдаются лишь два самых суровых зимних месяца в январе – феврале в нижней западной части долины, где имеет место застой и выхолаживание воздуха.

В табл. 2, где также приведены средние значения частных индексов  $I_x$  по месяцам, виден их вклад в общий индекс  $I$ . Для наглядности на рис. 2 показаны графики годового хода  $I_x$  по М Талас. Аналогичный вид также имеют графики по М Кировское и М Ак-Таш.

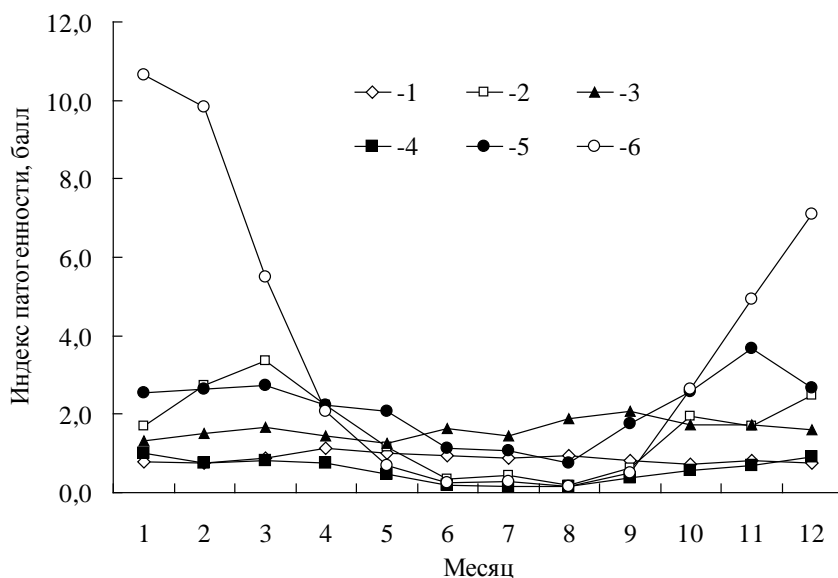


Рис. 2. Годовой ход частных индексов  $I_x$  по М Талас. 1 –  $I_v$ , 2 –  $I_f$ , 3 –  $I_n$ , 4 –  $I_{\Delta P}$ , 5 –  $I_{\Delta t}$ , 6 –  $I_t$ .

Из данных табл. 2 и рис. 2 видим, что в среднем для года основной вклад в общий индекс  $I$  для Таласской долины даёт частный индекс  $I_t$  (отклонение температуры воздуха от оптимальной, +18 °С), причем наибольший он в холодный период года. В центральной и восточной частях Таласской долины индекс  $I_{\Delta t}$  (междусуточные колебания температуры воздуха) по своей значимости занимает второе место после индекса  $I_t$ , а на западе – индекс  $I_f$  (отклонение среднесуточной относительной влажности воздуха от опти-

мальной). Вопреки широко бытующему среди населения мнению колебания давления не являются заметно важными и индекс  $I_{\Delta P}$  делит два последних места с индексом скорости ветра  $I_v$ . В целом ранжировка частных индексов по их вкладам в  $I$  выглядит так:

	1	2	3	4	5	6
Кировское	$I_t$	$I_f$	$I_{\Delta t}$	$I_n$	$I_{\Delta P}$	$I_v$
Талас	$I_t$	$I_{\Delta t}$	$I_f, I_n$	$I_v$	$I_{\Delta P}$	
Ак-таш	$I_t$	$I_{\Delta t}$	$I_n$	$I_f$	$I_v$	$I_{\Delta P}$

То, что самым малозначимым фактором является скорость ветра – не удивительно, т.к. район Таласской долины, как и Кыргызстана в целом, является слабо ветреными по сравнению со многими другими областями Мира [5]. Достаточно значимыми факторами (место 3 и 4) являются облачность и влажность воздуха, вклад которых выражен, преимущественно, в переходные периоды и зимой.

В табл. 3 приведены средние значения коэффициентов вариации  $C(I)$  и частных  $C(I_x)$ . Среднегодовые значения  $C(I)$  в Таласской долине находятся в пределах 0,63...0,65.

Таблица 3

Средние значения коэффициентов вариации  $C(I)$  и частных  $C(I_x)$  по метеостанциям

Коэффициент вариации индексов	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
М Кировское (855 м) – запад зоны													
$C_t$	0,41	0,57	0,68	0,85	1,63	1,20	0,77	1,27	1,27	0,90	0,74	0,61	0,91
$C_{\Delta t}$	1,45	1,60	1,76	2,11	2,19	1,82	1,85	1,40	1,86	2,07	2,09	1,56	1,81
$C_f$	0,85	0,92	0,91	1,64	2,09	1,83	2,81	1,77	2,25	1,72	1,14	0,97	1,57
$C_n$	1,07	1,15	1,14	1,07	0,91	0,63	0,63	0,56	0,56	0,83	0,96	1,05	0,88
$C_v$	2,44	2,66	1,89	1,33	1,33	1,58	1,43	1,30	1,78	2,54	3,39	2,85	2,04
$C_{\Delta P}$	1,26	1,41	1,69	1,64	1,94	2,41	1,79	1,57	1,78	2,05	1,64	1,64	1,73
$C(I)$	0,40	0,41	0,55	0,86	1,01	0,61	0,63	0,47	0,76	0,86	0,73	0,53	0,65

Коэффициент вариации индексов	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
М Талас (1216 м) – центр зоны													
$C_t$	0,35	0,44	0,86	1,02	1,61	1,28	0,93	1,12	1,38	1,01	0,86	0,60	0,96
$C_{\Delta t}$	1,56	1,47	1,79	1,88	1,86	1,75	2,03	1,66	1,98	1,91	1,97	1,89	1,81
$C_f$	1,46	1,35	1,46	1,99	2,00	1,84	3,76	1,96	2,67	1,95	1,73	1,42	1,97
$C_n$	0,86	0,87	0,83	0,79	0,85	0,57	0,63	0,52	0,50	0,74	0,75	0,79	0,72
$C_v$	0,62	0,58	0,64	0,55	0,51	0,50	0,44	0,38	0,45	0,55	0,66	0,71	0,55
$C_{\Delta P}$	1,28	1,36	1,65	1,71	1,92	1,62	1,53	1,48	1,82	1,99	1,63	1,53	1,63
$C(I)$	0,39	0,41	0,73	0,78	0,92	0,56	0,72	0,41	0,77	0,83	0,84	0,59	0,66
М Ак-Таш (2100 м) – восток зоны													
$C_t$	0,31	0,38	0,42	0,57	0,87	0,42	1,03	1,12	1,01	0,69	0,51	0,43	0,63
$C_{\Delta t}$	1,44	1,19	2,17	1,59	1,80	2,17	1,52	1,63	2,05	1,98	2,11	1,40	1,75
$C_f$	2,44	1,84	1,64	2,07	1,89	1,64	2,71	1,55	3,09	2,21	3,24	2,29	2,22
$C_n$	0,76	0,76	0,88	0,85	0,83	0,88	0,58	0,61	0,62	0,69	0,80	0,77	0,75
$C_v$	1,50	1,47	1,28	1,13	1,30	1,28	1,13	1,14	1,23	1,26	1,38	1,57	1,31
$C_{\Delta P}$	1,33	1,55	1,75	1,59	1,74	1,75	1,42	1,61	1,70	1,87	1,48	1,40	1,60
$C(I)$	0,40	0,37	0,55	0,70	0,83	0,55	0,71	0,55	0,92	0,69	0,77	0,48	0,63

На рис. 3 приведены графики годового хода осредненных по месяцам значений  $C(I)$ . Видно, что ход  $C(I)$  более сложен, чем ход самих  $I$  (рис. 1). Несмотря на индивидуальные различия отдельных кривых на рис. 3, качественно они образуют единый пучок траекторий, описываемый двумя основными минимумами (зима и лето), и двумя максимумами (конец весны и начало-середина осени). Зимний минимум характеризуется компактностью расположения кривых, их значения лежат в пределах 0,37...0,41. В области летнего минимума наблюдается частный максимум в июле с последующим переходом к значениям  $C(I) = 0,41...0,55$  в августе. Майский максимум  $C(I)$  лежит в пределах 0,83...1,01, а более широкий осенний (сентябрь-октябрь) 0,69...0,96.

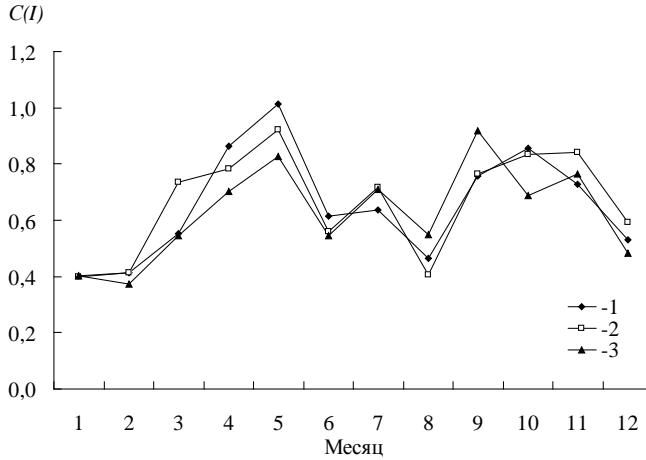


Рис. 3. Годовой ход коэффициентов вариации  $C(I)$  по станциям.  
 1 – М Кировское, 2 – М Талас, 3 – М Ак-Таш.

Такой ход коэффициента вариации  $C(I)$  отражает изменчивость наблюдаемой на станциях погоды: зимой на всей рассматриваемой территории погода стабильно метеотропна (хорошей погоды мало), тогда как весной, при резком снижении метеотропности, и осенью, при аналогичном ее возрастании, эти процессы имеют значительный элемент нестабильности, прерываясь их обратными изменениями. Летом метеотропность самая низкая, но и здесь могут возникать случаи ее заметного повышения (например, при очень жаркой погоде), о чем говорят колебания  $C(I)$  от месяца к месяцу и между станциями. Следует подчеркнуть, что коэффициенты вариации общего индекса патогенности  $C(I)$  не аддитивны относительно частных коэффициентов  $C(I_x)$ . Поэтому нормальной является ситуация, когда  $C(I_x) > C(I)$ .

Сравнивая значения разных  $C(I_x)$ , можно только судить о степени относительной колеблемости частных индексов  $I_x$ . Анализ вариаций  $C(I_x)$ , приведенных в табл. 3, говорит прежде всего о том, что относительная межсуточная колеблемость частных индексов  $I_x$  выше, чем колеблемость общего индекса  $I$ , за исключением значений  $I_v$  и  $I_{\Delta P}$ . Это, например, хорошо видно из ранжировки  $C(I_x)$  по станциям для года:

	1	2	3	4	5	6
Кировское	$C_v$	$C_{\Delta t}$	$C_{\Delta P}$	$C_f$	$C_t$	$C_n$
Талас	$C_f$	$C_{\Delta t}$	$C_{\Delta P}$	$C_t$	$C_n$	$C_v$
Ак-таш	$C_f$	$C_{\Delta t}$	$C_{\Delta P}$	$C_v$	$C_n$	$C_t$



Имеет место относительно высокое значение коэффициентов вариации  $C_f$ ,  $C_v$  и  $C_{\Delta t}$ , стоящее по рангу на 1-2 местах, тогда как сами  $I_f$ , и  $I_{\Delta t}$  занимают 2-3 места, индекс  $I_v$  – 4-6 места. Значения  $C_{\Delta P}$  устойчиво занимают 3 место, а индекс  $I_{\Delta P}$  – 5-6 места.

В качестве примера на рис. 4 приведен годовой ход коэффициентов вариации частных индексов  $C(I_x)$  по М Талас (аналогичная картина имеет место на М Кировское и М Ак-Таш).

Главной особенностью является ровность годового хода всех составляющих и параллельность их пучка с вертикальным рассеянием, согласно указанной ранжировки значений. Июльский и сентябрьский максимумы  $C_f$  объясняются периодами очень жаркой погоды с низкой относительной влажностью, которые наблюдались в эти месяцы.

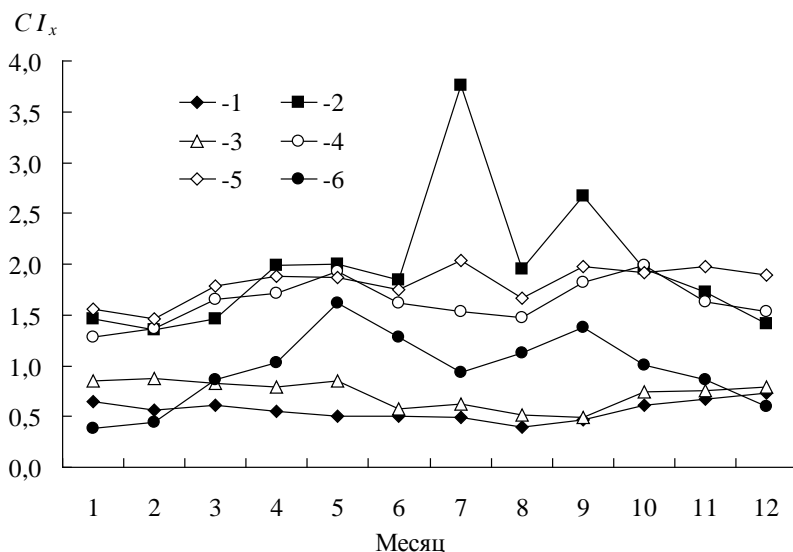


Рис. 4. Годовой ход частных коэффициентов вариации  $C(I_x)$  для М Талас.  
 1 –  $C_v$ , 2 –  $C_f$ , 3 –  $C_n$ , 4 –  $C_{\Delta P}$ , 5 –  $C_{\Delta t}$ , 6 –  $C_t$ .

Исходя из полученных результатов исследования, можно сделать вывод о том, что для всей территории Таласской долины комфортные условия наблюдаются с конца апреля по первую половину октября, попадая в область сильно раздражающих и острых лишь в январе – феврале.

Насколько известно, приведенная оценка степени метеотропности условий Таласской долины в таком объеме сделана впервые. Несомненно, что работы в этом направлении являются весьма актуальными и их следует продолжить для других районов Кыргызстана.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Киргизской ССР. Том I. Природные условия и ресурсы. – М.: 1987.
2. Будыко М.И. Климат и жизнь. – Л.: Гидрометиздат, 1972. – 472 с.
3. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. – Киев: Здоровье, 1980. – 262 с.
4. Климат Киргизской ССР / Под ред. З.А. Рязанцевой. – Фрунзе: Илим, 1965. – 292 с.
5. Подрезов О.А. Горная метеорология и климатология. – Бишкек: Изд-во Кырг. – Росс. Славян. ун-та, 2000. – 269 с.
6. Природа Кыргызстана. (Краткая физико-географическая характеристика) / Под общей ред. К.О. Оторбаева, Б.А. Лунина, В.А. Благообразова.
7. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. – Томск: Изд-во Томского университета, 1981. – 86 с.
8. Сухова М.Г. Биоклиматические условия жизнедеятельности человека в Алтае-Саянской горной стране. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2009. – 259 с.
9. Хайрулин К.Ш., Карпенко В.Н. Биоклиматические ресурсы России // Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей. – СПб: Гидрометиздат, 2005. – С. 25-46.
10. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации. — СПб: Гидрометиздат, 2005. – 217 с.

Поступила 15.11.2011

В.В. Закурдаева

### **ТАЛАС АҢҒАРЫНЫҢ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНЫҢ ПАТОГЕНДІГІ**

*Талас аңғары үшін Кировское, Талас және Ақ-Таш метеостансалары бойынша 5 жылдық бақылаулар нәтижелерінен метеорологиялық жағдайдың (температура, қысым, ылғалдылық, бұлттылық, жел) патогендік жеке және жалпы индекстері сандық бағаланды. Талас аңғарының барлық аумағы үшін жайлы жағдай сәуірдің аяғынын бастап қазанның бірінші жартысына дейін бақыланады, тек қаңтар – ақпанда өте қоздырғыш және өткір облысқа кіреді.*

УДК 556.536

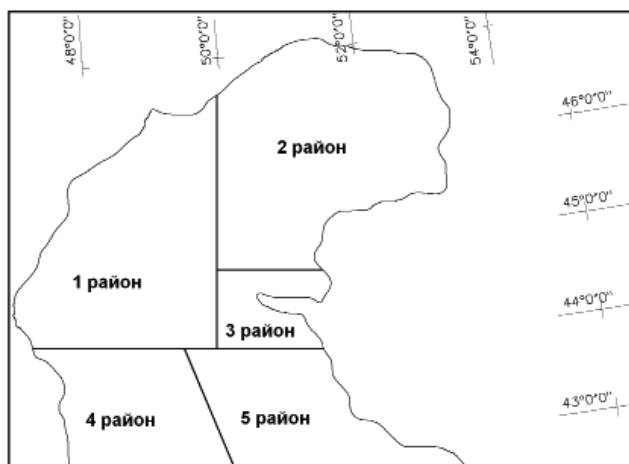
Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина \*

## ВЕТРОВЫЕ УСЛОВИЯ В СЕВЕРНОЙ И СРЕДНЕЙ ЧАСТЯХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

*РЕЖИМ ВЕТРА, СКОРОСТЬ, НАПРАВЛЕНИЕ, СРЕДНИЙ КАСПИЙ, СЕВЕРНЫЙ КАСПИЙ, РОЗА ВЕТРОВ, РАЙОНИРОВАНИЕ*

*В статье рассмотрен характер ветров в северной и средней части Каспийского моря. Выделены и описаны пять районов с устойчивым режимом ветра.*

Характер ветров над Каспийским морем определяется как крупномасштабным влиянием циркуляции атмосферы, так местными барикоциркуляционными и термическими условиями. Разнообразие ветровых условий на Каспии обусловлено большой меридиональной протяженностью моря, а также различиями в физико-географических условиях побережья [1]. Несмотря на значительную неоднородность физико-географических условий акватория Каспийского моря может быть разделена на районы с устойчивым режимом направления ветра (рис. 1), особенно четко такие районы выделяются в основные сезоны года – зимой и летом.



*Рис. 1. Районирование по ветровым условиям северной и средней частей Каспийского моря.*

\* Казгидромет, г. Алматы

К первому району относится западная часть Северного Каспия, ко второму – восточная часть Северного Каспия, к третьему району относится зона, примыкающая к полуострову Мангышлак и характеризующаяся особенностью орографии, к четвертому району относится западная часть Среднего Каспия и к пятому – восточная часть Среднего Каспия.

Как показали исследования (табл. 1, рис. 2), в северо-западном Каспии (1 район) преобладающими являются ветры юго-восточные и восточные, на которые в среднем приходится 35...40 % в году. Что касается ветров других румбов, то их повторяемость примерно одинаковая, от 8 до 14 %. Исключение представляют южные и юго-западные ветры, повторяемость которых, для открытых районов моря, меньшая (4...5 %).

Таблица 1

Средняя многолетняя годовая повторяемость направлений ветра и штилей, %

Станция	Направление								Штиль
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
<i>1 район</i>									
Тюлений	8	10	23	18	4	5	11	11	9
Ганюшкино	9	10	22	13	9	13	14	10	20
<i>2 район</i>									
Пешной	8	11	14	12	5	13	10	10	17
Кулалы, остров	7	18	16	16	3	6	4	16	13
Опорная	10	8	23	19	9	6	14	11	11
Кызан	10	8	23	19	9	6	14	11	11
<i>3 район</i>									
Форт-Шевченко	17	17	8	19	4	6	7	15	8
<i>4 район</i>									
Махачкала	7	7	3	42	1	4	1	27	7
<i>5 район</i>									
Актау	10	15	16	18	4	6	14	14	3

На северо-восточном побережье (2, 3 и 5 районы) ветровой режим характеризуется равновероятностью установления любых ветров с некоторым преобладанием юго-восточных ветров. Исключение также составляют ветры южного направления. На западном побережье Среднего Каспия (район 4) ветровой режим в значительной степени определяется орографией, отчетливо обнаруживается преобладание ветров двух направлений: юго-восточного и северо-западного. Ветры других направлений имеют значительно меньшую повторяемость.

Заметные изменения ветровой режим испытывает при переходе от сезона к сезону. Зимой циркуляция над Северным Каспием, восточным по-

бережьем и центральной частью Среднего Каспия в основном обусловлена влиянием западной и юго-западной периферий азиатского максимума, а также термическими различиями между морем и сушей. Воды Каспия зимой охлаждаются меньше, чем прилегающие к нему пустыни, в связи, с чем увеличивается тенденция переноса более холодных масс воздуха из пустыни в сторону моря [1]. Поэтому, в большинстве районов, в зимние месяцы отмечаются наибольшие значения повторяемости ветров восточных румбов (рис. 3). В тоже время активный циклогенез над Атлантикой и выход циклонов на Каспий способствуют увеличению в это время года ветров северной четверти, преимущественно северо-западного направления, особенно в третьем и четвертом районах, а также на открытой акватории первого района.

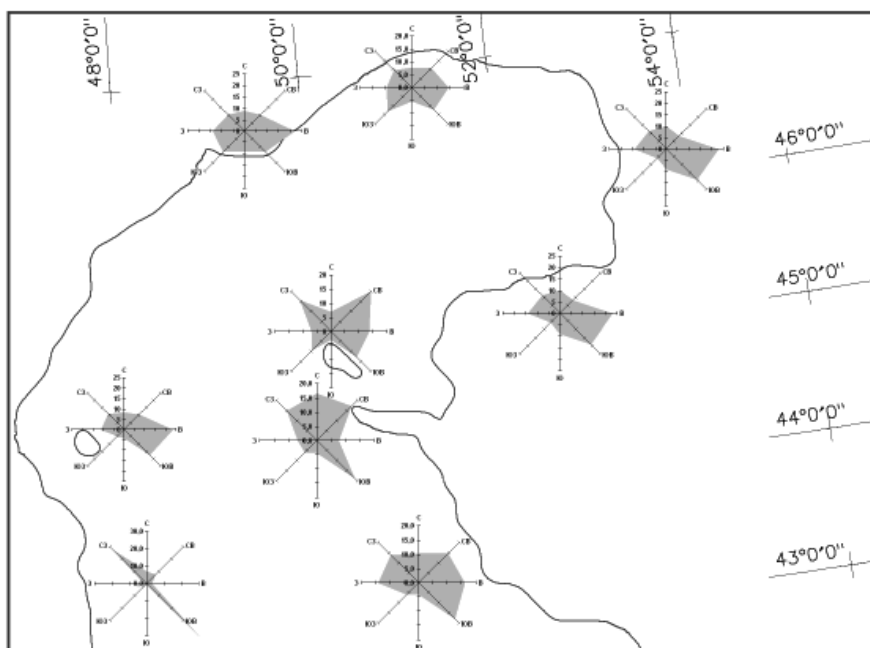
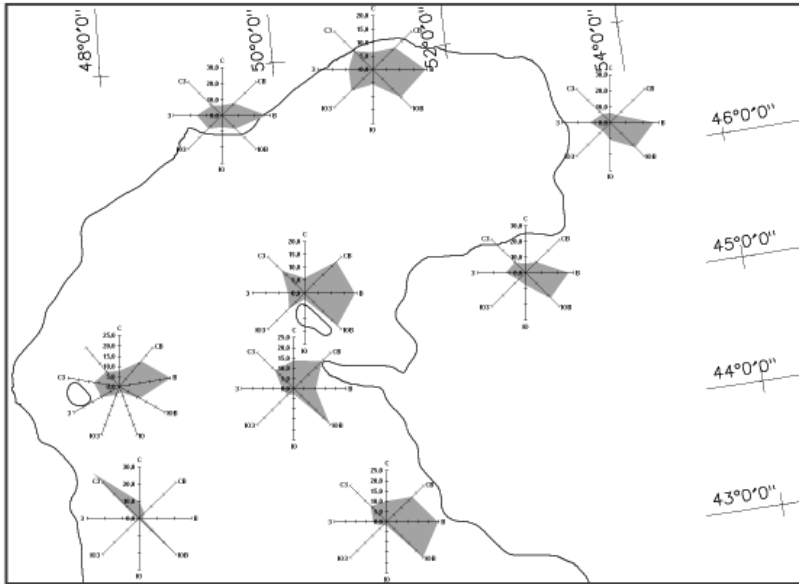
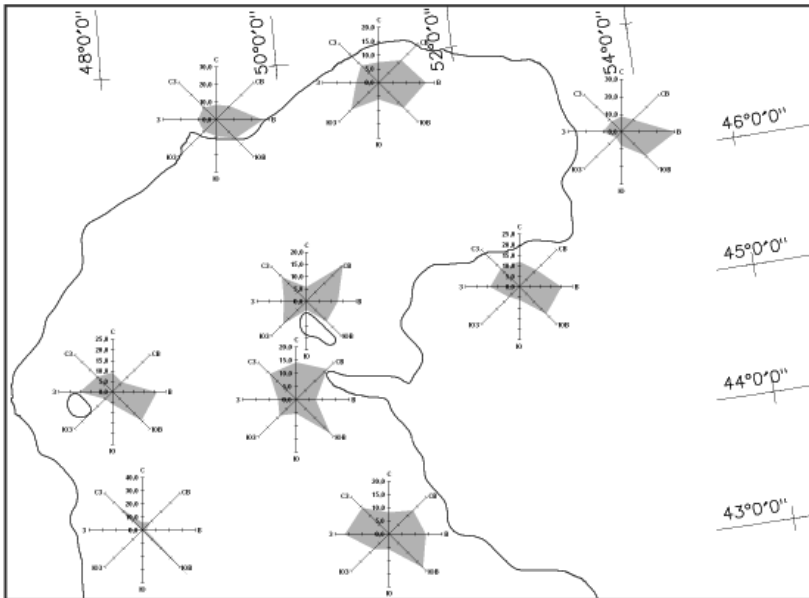


Рис. 2. Розы ветров над Северным и Средним Каспием в среднем за год.

Весной преобладающими ветрами над Северным и Средним Каспием являются юго-восточные и восточные потоки (рис. 4). Также не редки ветры западных направлений, особенно это характерно для четвертого района. Наиболее редко наблюдаются ветры южного направления. На их долю в Среднем Каспии и открытых районах Северного Каспия приходится не более 6 %. Только метеорологические станции, находящиеся на некотором отдалении от моря, фиксируют составляющую южных ветров до 9 %.



*Рис. 3. Розы ветров над Северным и Средним Каспием в среднем за зимний период.*



*Рис. 4. Розы ветров над Северным и Средним Каспием в среднем за весенний период.*

Режим ветра в теплое время резко изменяется. Это наглядно демонстрирует рис. 5, где приведено сопоставление роз ветров за январь и июль. Возрастает повторяемость ветров западных румбов (рис. 6), что связано с ча-

стым прохождением циклонов с Атлантики через Западный Казахстан и юг Урала. Происходит вынос воздушных масс из крайних северных широт континента в центральные районы.

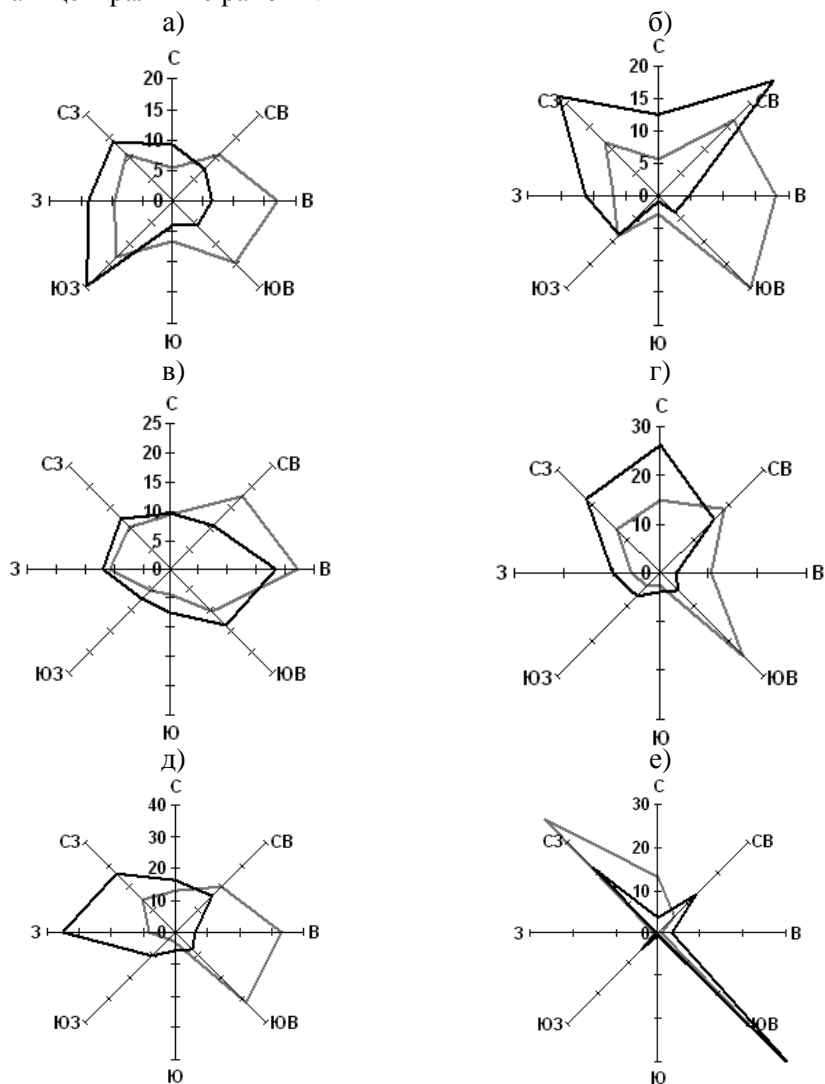
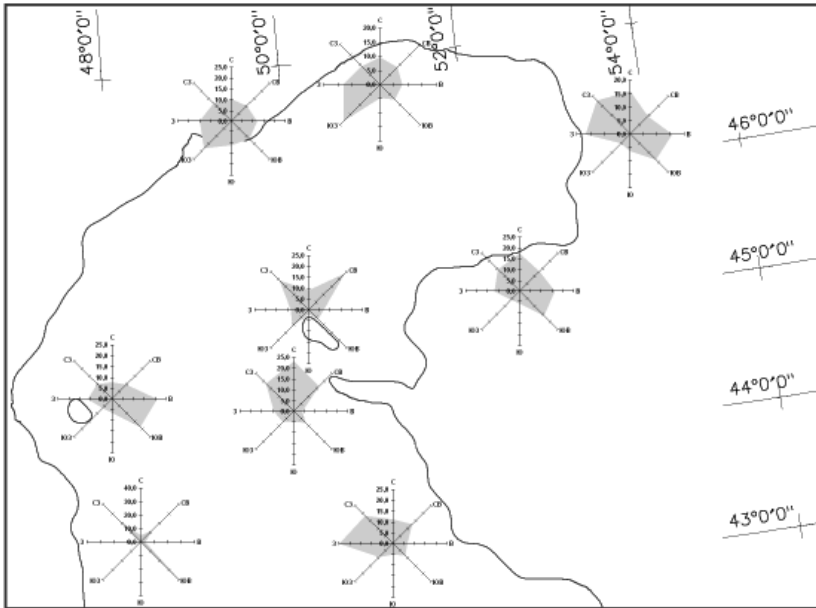
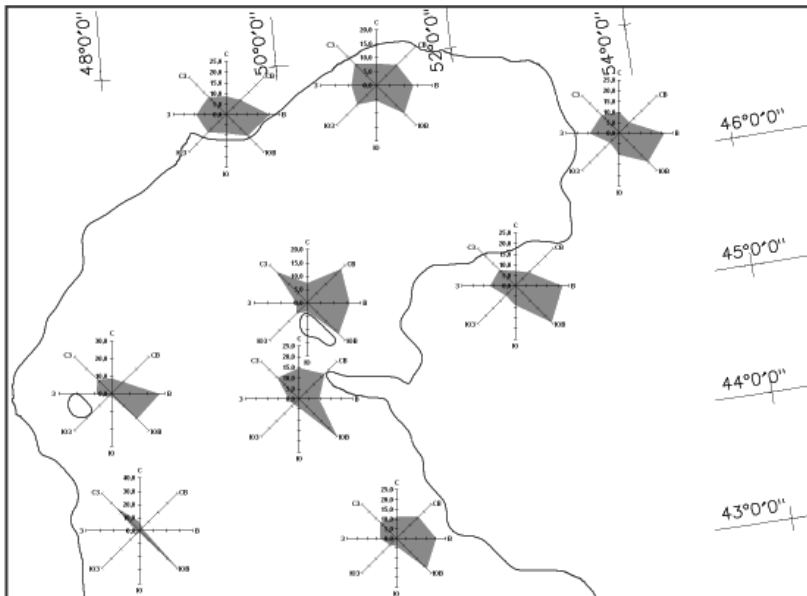


Рис. 5. Совмещенные розы ветров по данным морских гидрометеорологических станций за январь (—) и июль (—). а) – Пешной, б) – Кулалы, остров, в) – Тюлений, г) – Форт-Шевченко, д) – Актау, е) – Махачкала.

Осеннее распределение ветров по акватории Северного и Среднего Каспия сходно с зимним (рис. 7). Наибольшую повторяемость имеют ветры восточных румбов, но также в большинстве районов моря; отмечаются ветры западных направлений, преимущественно северо-западные.



*Рис. 6. Розы ветров над Северным и Средним Каспием  
в среднем за летний период.*



*Рис. 7. Розы ветров над Северным и Средним Каспием  
в среднем за осенний период.*

Таким образом, в исследуемом районе Каспийского моря, вполне отчетливо проявляются сезонные различия в режиме направления ветров, что



говорит о муссонной составляющей. Более наглядное представление дают графики годового хода повторяемости ветров, дующих как с моря на сушу, так и с суши на море (рис. 8). Анализ показывает, что в мелководной северной части Каспийского моря муссонность в ветровом режиме более слабо выражена на западном побережье (Тюлений) и несколько лучше на северо-востоке (Пешной), а в районах Среднего Каспия муссонность проявляется уже более отчетливо.

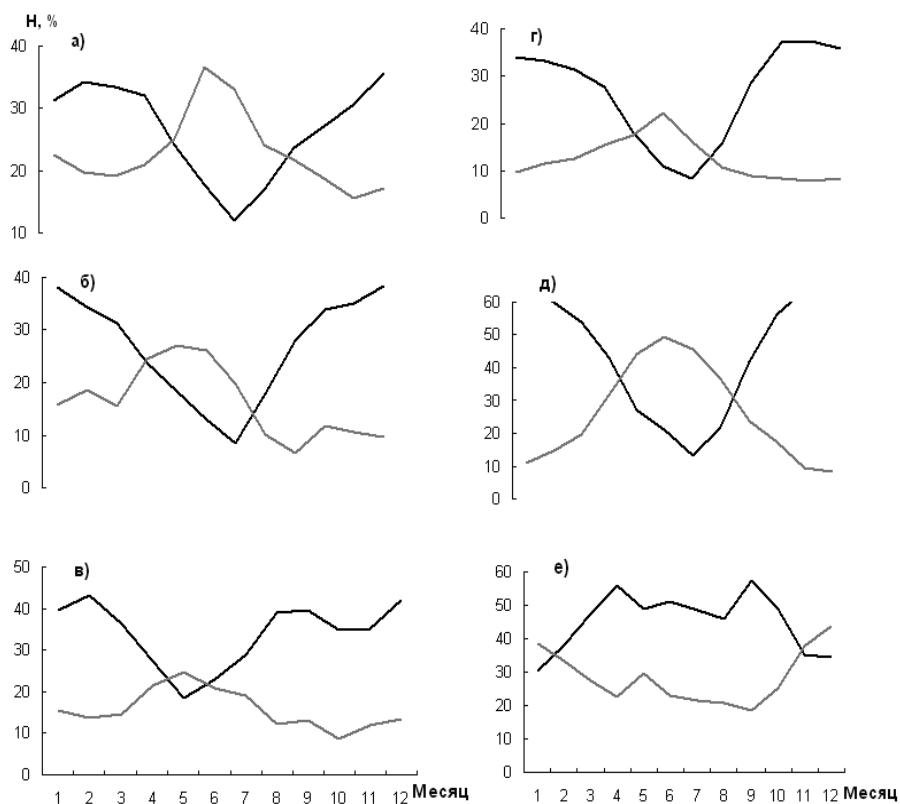


Рис. 8. Годовой ход повторяемости (%) морских (—) и береговых (---) ветров на побережье Северного и Среднего Каспия. а) – Пешной, б) – Кулалы, остров, в) – Тюлений, г) – Форт-Шевченко, д) – Актау, е) – Махачкала.

По характеру распределения среднегодовых скоростей ветра в общих чертах можно судить о режиме ветра в различных районах Каспийского моря. Распределение средней месячной и годовой скорости ветра по станциям данного региона приведено в табл. 2. В Северной части Каспийского моря (районы 1 и 2) средняя годовая скорость на прибрежных станциях изменяется в пределах 3,5...4,2 м/с. На открытой акватории режим скоростей характеризу-

ется значительно большими величинами среднегодовых значений – 4,6...5,9 м/с. На Среднем Каспии (районы 3 и 4) режим скоростей примерно одинаков – 4,8...5,0 м/с, только в пятом районе находится зона относительного затишья, где средняя скорость составляет 3,6 м/с [2-4].

Таблица 2

Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с

Станция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>1 район</i>													
Тюлений	5,0	6,0	5,5	5,6	6,3	6,2	5,5	5,5	6,7	6,1	6,2	6,9	5,9
Ганношкино	4,5	4,8	4,9	4,9	4,3	4,2	3,6	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3	4,2
<i>2 район</i>													
Пешной	3,9	4,2	4,2	4,4	3,6	3,0	2,5	2,6	3,0	3,2	3,5	3,6	3,5
Кулалы, остров	4,5	4,8	4,9	5,1	4,3	4,0	3,9	4,0	4,5	4,7	4,9	4,9	4,6
Опорная	3,6	3,9	4,0	4,2	3,6	3,2	2,9	3,4	3,1	3,3	3,3	3,3	3,5
Кызан	3,9	4,4	4,6	4,6	3,9	3,6	3,4	3,6	3,5	3,7	3,8	3,8	3,9
<i>3 район</i>													
Форт- Шевченко	4,9	5,3	5,1	5,1	4,4	4,7	3,8	4,1	4,5	5,2	5,0	5,2	4,8
<i>4 район</i>													
Махачкала	4,6	4,8	4,8	5,2	5,5	5,0	4,9	5,1	5,3	4,7	4,9	5,0	5,0
<i>5 район</i>													
Актау	4,0	4,2	4,1	3,8	3,4	3,4	3,2	3,2	3,4	3,5	3,8	3,9	3,6

В северной части Каспийского моря в годовом ходе выделяются два максимума (основной в середине весны и вторичный, несколько слабее выраженный, в конце осени или в начале зимы) и два минимума, один из которых приходится на июль или август, а второй на январь. Такой характер годового хода скоростей ветра определяется изменением активности атмосферных процессов от зимы к лету [5].

В годовом ходе скоростей ветра на восточном побережье Среднего Каспия обнаруживаются иные черты. Здесь выделяется максимум в середине зимы и минимум в середине лета. На западном побережье Среднего Каспия на режим скоростей оказывает влияние орография. Максимум в распределении средней скорости приходится на конец весны, а минимум на середину лета.

По исследованиям С.Д. Кошинского [4], и как было подтверждено выше, режим средних скоростей ветра в различных районах Каспийского моря, существенным образом зависит от времени года, характера циркуляционных процессов и рельефа окружающей местности. Существенным образом

скорость ветра у поверхности земли зависит и от времени суток. Эти изменения скорости в течении суток находятся в прямой зависимости от изменений коэффициента турбулентного обмена, в послеполуденные часы наблюдается максимум скорости ветра, а к ночи она уменьшается. Имеется одна общая особенность в годовом ходе суточной амплитуды скорости ветра: для всех районов наибольшего значения амплитуда достигает в середине лета и наименьшего – в середине зимы.

Влияние циркуляции атмосферы, орографии берегов и рельефа местности вокруг наблюдательных станций сказывается на характере распределения максимальных скоростей ветра. В табл. 3 приведены данные о максимальной месячной и годовой скорости ветра.

Таблица 3

Максимальная месячная и годовая скорость ветра, м/с

Станция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>1 район</i>													
Тюлений	17	25	19	20	20	21	20	20	20	20	18	25	25
Ганюшкино	20	26	22	22	22	22	20	20	18	22	20	20	26
<i>2 район</i>													
Пешной	20	24	24	22	24	20	19	20	24	18	24	20	24
Кулалы, остров	16	19	19	28	17	20	16	18	16	17	20	18	28
Опорная	18	22	20	20	20	18	16	16	16	18	16	16	22
Кызан	24	30	22	24	20	20	20	18	20	24	25	26	30
<i>3 район</i>													
Форт-Шевченко	24	24	28	28	21	28	21	20	19	20	24	20	28
<i>4 район</i>													
Махачкала	13	13	15	16	14	13	15	17	13	15	14	14	17
<i>5 район</i>													
Актау	18	22	16	18	18	16	16	15	14	18	21	18	22

Анализируя данные, представленные в этой таблице, можно сделать заключение, что максимальные скорости на Северном Каспии чаще наблюдаются в холодный период года. Их величина колеблется от 22 до 30 м/с. На Среднем Каспии наибольшие максимальные скорости ветра фиксируются в районе станции Форт-Шевченко, где проявляется «мысовый» эффект [6]. В районах Актау и Махачкалы величина и повторяемость сильных ветров заметно меньше. Различна и вероятность наступления наибольших скоростей ветра. В табл. 4 приведены результаты расчета по данным казахстанских метеостанций.

В табл. 5 приведена среднегодовая повторяемость скорости ветра по градациям. На основе этих данных можно сделать заключение, что для всех метеостанций исследуемого региона Каспия наиболее характерна скорость ветра от 2 до 5 м/с. С увеличением скорости ветра (6 м/с и более) быстро убывает её повторяемость. Повторяемость скоростей ветра от 16 до 20 м/с менее 1,5 %, исключение составляет станция Форт-Шевченко, где повторяемость более 3 %.

Таблица 4

Наибольшие скорости ветра различной вероятности [6]

Станция	Скорость ветра (м/с), возможная один раз в			
	год	5 лет	10 лет	20 лет
Ганюшкино	20	23	24	25
Пешной	20	23	24	25
Опорная	21	24	26	28
Кулалы, остров	21	23	24	25
Кызан	20	23	24	25

Таблица 5

Средняя годовая повторяемость скорости ветра по градациям, % [6]

Станция	Скорость ветра по градациям, м/с									
	0...1	2...3	4...5	6...7	8...9	10...11	12...13	14...15	16...17	18...20
Ганюшкино	22,1	27,7	18,9	12,1	8,4	5,4	2,9	1,1	1,2	0,2
Пешной	28,5	25,3	20,0	12,4	7,4	3,1	1,8	0,9	0,4	0,2
Опорная	36,1	26,2	16,3	9,6	6,6	3,3	0,8	0,7	0,3	0,1
Кулалы, остров	15,0	15,6	26,5	21,0	12,4	5,4	2,4	1,1	0,4	0,2
Кызан	28,5	23,9	19,8	13,1	8,6	3,5	1,3	0,7	0,5	0,1
Форт-Шевченко	15,0	17,0	18,9	15,7	11,3	9,2	5,7	4,0	1,8	1,3
Актау	13,5	34,9	27,8	13,0	6,0	3,0	1,1	0,4	0,2	0,1

Несмотря на малую повторяемость скоростей ветра более 15 м/с они представляют большой интерес. Так как усиление ветра может привести к продолжительности рейсов судов, прекращению погрузочно-разгрузочных работ. Ветер такой силы обычно вызывает сильное волнение, которое может привести к возникновению аварийных ситуаций при проведении работ на море. Шторм – опасное явление погоды, складывающееся из одновременного воздействия различных гидрометеорологических факторов: сильного ветра, развитого волнения, сгонов-нагонов, обильного выпадения осадков, а в зимнее время – подвижек ледяного покрова, метелей, обледенения.

Проведенный анализ повторяемости штормовых ветров показал, что в первом районе преобладают ветры западного (33 %), северо-западного (21 %), восточного (18 %) и юго-восточного (19 %) направлений. Во втором районе преобладающими штормовыми ветрами являются ветры западной четверти (от 46 до 57 %), а также юго-восточные, восточные (для верхней части района) и северо-восточные (для мористой части).

Третий район характеризуется явным преобладанием юго-восточных ветров (34 %), но также довольно часто фиксируются ветры северо-восточного (21 %) и северо-западного (21 %) направлений. В отличие от других районов Каспия, в третьем районе наиболее опасен юго-восточный штормовой ветер. Многообразии синоптических процессов в этом районе, приводящих к сильным ветрам, можно свести к числу барических ситуаций с типовыми траекториями циклонов и антициклонов.

В 71 % случаев возникновение штормов на Каспии связано с влиянием антициклонов. При этом в 47 % наблюдаются ветры северной четверти. Штормы циклонического происхождения с ветрами западного направления составляют 34 %. На штормовую деятельность в этом районе оказывает в значительной мере и мысовый эффект п-ова Мангышлак. В четвертом районе выделяются ветры двух основных направлений: юго-восточные (55 %) и северо-западные (37 %). В пятом районе чаще всего наблюдаются бурные ветры северо-западного направления (38 %), а на юго-восточные, западные и северные направления приходится не более чем 10 %. В четвертом и пятом районах на режим скорости ветра определенных румбов, в частности, южных и юго-западных, суммарная повторяемость которых оказывается небольшой, «ослабляющее» влияние оказывают Кавказские горы.

В течение года число дней с бурным ветром распределяется довольно неравномерно. На Северном Каспии чаще такие ветры наблюдаются весной, заметно реже – летом. На восточном побережье Среднего Каспия максимум числа дней со скоростью ветра > 15 м/с приходится на зиму и начало весны, минимум – на середину лета, а на западном побережье максимум приходится на весну, а минимум на лето.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том VI. Каспийское море, Вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб: Гидрометеиздат. – 1992. – 359 с.

2. Ивкина Н.И., Строева Т.П. Сравнительный анализ ветровых характеристик в районе Актау и пос. Курык // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 3. – С. 59-66.
3. Гидрометеорологические изыскания в районе порта Актау: Отчет о НИР / Казгидромет. – № ГР 0107РК00047; Инв. № 0207РК00196. – Алматы. – 2006. – 61 с. – Отв. исп. Н.И. Ивкина.
4. Кошинский С.Д. Режимные характеристики сильных ветров на морях Советского Союза. Часть 1. Каспийское море. – Л.: Гидрометеиздат, – 1975. – 412 с.
5. Ивкина Н.И., Тугелбаева А.Б. Режим ветра в районе острова Пешной // Гидрометеорология и экология.– 2008. – № 2-3. – С. 27-33.
6. Справочник по климату, Вып. I-IVX. Раздел 5. Ветер; раздел 6. Атмосферное давление. – Алматы: Казгидромет, 2005. – 337 с.
7. Научно-прикладной справочник по климату. Серия 3. – Многолетние данные. Ч. 1-6. – Вып. 18.– Казахская ССР. Книга 1 – Л.: Гидрометеиздат, 1989. –514 с.

Поступила 20.12.2011

Геогр. ғылымд. канд. Н.И. Ивкина

### **КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ ОРТА БӨЛІГІНДЕГІ ЖЕЛДІК ЖАҒДАЙЛАР**

*Мақалада Каспий теңізінің солтүстік және орта бөлігіндегі желдің мінездемелері қарастырылған. Қалыпты жел тәртібімен бес аудан айқындалды және суреттелді.*

УДК 551.311.8:551.583 (235.216):627.141.1

Доктор геогр. наук Б.С. Степанов \*

Доктор техн. наук Р.К. Яфязова \*

**ЗАЩИТА ОТ СЕЛЕЙ. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ СЕЛЕВОЙ  
АКТИВНОСТИ***СЕЛИ, ЗАЩИТА, АКТИВНОСТЬ, ПЛОТИНА, ОТЛОЖЕНИЯ,  
НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ*

*Приведены результаты анализа современного состояния оценки селевой активности на северном склоне Иле Алатау. Подчеркивается необходимость учета изменения климатического фактора селеформирования при разработке и реализации стратегии защиты от селей.*

Установлено, что главным фактором, определяющим селевую активность на северном склоне Иле Алатау, является климатический [6, 13, 15, 16, 18]. Мощные сели дождевого и гляциального генезисов, отложение которых происходит на конусах выноса, расположенных в предгорной зоне, формируются только в условиях климата, близкого (и более теплого) к климату 20 века. В ледниковые эпохи небольшие сели отлагаются в горных долинах.

Потепление климата, обусловившее окончание Малого ледникового периода в середине 19 века, привело к увеличению селевой активности в описываемом регионе. Возрастал, по мере освоения горных и предгорных районов, и селевой риск. Необходимость в проведении мероприятий по снижению ущерба, наносимого селями в Казахстане, в полной мере была осознана после прохождения селя 1921 г., разрушившего восточную часть г. Верного (Алматы) и приведшего к гибели более 500 человек.

Сель 1921 г. возник в результате выпадения больших по количеству и интенсивности жидких осадков на высотах 1500...3500 м. Поскольку в те времена озера на моренах и ледниках Иле Алатау только зарождались и их прорыв не был опасным, а сель представлялся мощным водным потоком, транспортирующим большое количество наносов, считалось, что защита от селей может быть обеспечена задержанием наносов инженерными сооружениями и пропуском водного паводка через городскую территорию по заранее созданным каналам.

---

\* Казгидромет, г. Алматы

Гидрологическая оценка вероятности возникновения дождевых паводков с объемом и расходом, близкими к таковым селя 1921 г., осуществленная в 30...40-ых годах, показала, что подобные паводки могут формироваться в среднем один раз в 10000 лет. Столь редкая расчетная повторяемость селей стала причиной потери интереса к защите г. Алматы от селей более чем на 30 лет.

К середине 20 века многие озера моренно-ледниковых комплексов стали, в случае их прорыва и трансформации водных потоков в сели, представлять реальную опасность для населенных пунктов, расположенных у подножия гор Иле Алатау.

Гляциальные сели 1956 г. (бассейн р. Киши Алматы) и 1958 г. (бассейн р. Есик), в силу незначительности ущерба, нанесенного ими, остались практически незамеченными. И только селя 1963 г. на р. Есик, во время которого погибли десятки человек, был нанесен большой экономический ущерб, заставил задуматься проектировщиков и директивные органы: что можно ожидать, если подобный селя сформируется в бассейнах рек Киши или Улькен Алматы? Так, после Есикской катастрофы проблема защиты столицы республики от селей приобрела первостепенное значение.

Результаты обследования следов прохождения гляциальных селей 1958 и 1963 гг. в бассейне р. Есик, селя 1956 г. в бассейне р. Киши Алматы свидетельствовали о том, что основная часть объема селей (около 80...90 %) представляет собой не воду, как считалось ранее, а обломки горных пород, различающихся по размеру в миллионы раз. Столь незначительное содержание воды в плотной селевой массе говорило о том, что паводки, способные трансформироваться в катастрофические сели, могут формироваться в условиях климата 20 века в десятки раз чаще, чем считалось ранее.

Осознание опасности разрушения селем г. Алматы – столицы Казахстана, ускорило строительство плотины в урочище Медеу, спасшей город в 1973 г. от селя, возникшего вследствие прорыва озера на леднике Туюксу. После этого селя проектная емкость селехранилища (путем наращивания высоты плотины) была увеличена с 6,2 до 12,6 млн. м<sup>3</sup>. В последующие годы проектировались и сооружались плотины в бассейнах рек Улькен Алматы, Каскелен, Есик, Узынкаргалы и Каргалинка. Последняя плотина возведена в бассейне р. Талгар. Эти плотины имели различную конструкцию и создавали существенно отличающиеся по емкости селехранилища: 14,5 млн. м<sup>3</sup> – на р. Улькен Алматы и 0,75 млн. м<sup>3</sup> – на р. Узынкаргалы.

Руководящими документами при проектировании селезащитных сооружений (основные проекты разработаны Казахским филиалом Гидропроекта)



служили: «Инструкция по проектированию и строительству противоселевых защитных сооружений» СН 518-79 и «Рекомендации по проектированию противоселевых защитных сооружений» П-814-84. В основу Рекомендаций П-814-84, разработанных в развитие Инструкции СН 518-79, были положены результаты исследований, выполнявшихся по заданию программы ГКНТ 08.02 «Разработать новые методы расчета, прогноза и моделирования селей» (КазНИИ Госкомгидромета СССР, 1980), методические рекомендации ГрузНИИГИМ, АрмНИИВ-ПИГ, ВНПО «Союзавтоматика», результаты научно-исследовательских работ институтов Госкомгидромета, Узгипроводхоза, Минводхоза СССР, Минэнерго СССР и других организаций.

В соответствии с Рекомендациями П-814-84 при проектировании селезадерживающих плотин, разрушение которых угрожает катастрофическими последствиями, необходимо было осуществлять проверку плотин на воздействие селевого потока, вызванного паводком с вероятностью превышения 0,01 %. При этом следовало предусматривать устройство поверхностных сбросных сооружений, обеспечивающих сброс избыточного (по сравнению с расчетным) объема селевого потока, или повышение отметки гребня плотины, обеспечивающее аккумуляцию всего объема потока.

В настоящее время мероприятия по защите от селей в Казахстане регламентируются нормами и правилами, представляющими собой усеченные варианты СНиП, разработанные в СССР в 80-е годы и подвергавшиеся критике еще в прошлом веке. В них не учтен опыт проектирования, строительства и эксплуатации селезащитных сооружений последних десятилетий, а также проблемы, обусловленные изменением климата.

О необходимости создания нормативных документов (СНиП), базирующихся на последних достижениях науки и мировом опыте эксплуатации селезащитных сооружений, на протяжении десятилетий писали ведущие специалисты СНГ в области селей:

«Нельзя признать удовлетворительным и положение с разработкой и изданием необходимых нормативных документов» [14].

«Создание нормативных документов для противоселевого проектирования следует считать задачей номер один...» [11].

«До сих пор у нас нет нормативных документов по расчетам параметров возможных селей, ущерба от стихийных явлений и эффективности защитных работ» [12].

«Существенным образом затрудняет разработку рекомендаций защитных мер и проектирование инженерных сооружений отсутствие необходимой расчетной базы и нормативных документов...» [3].

«Защита населенных пунктов и объектов хозяйственной деятельности от селей на территории Республики Казахстан осуществляется на базе научных представлений, господствовавших во второй трети прошлого столетия, впервые разработанных норм и правил проектирования противоселевых защитных сооружений, социально-экономического положения в стране. За последнюю четверть прошлого века в этой базе, за исключением, пожалуй, норм и правил строительного проектирования, произошли коренные изменения. Это обстоятельство обусловило необходимость оценки современного состояния и перспектив противоселевой защиты региона, так как последствия катастроф селевого генезиса могут оказать крайне негативное влияние на развитие страны» [8].

Крупнейшим недостатком действующих нормативных документов является отсутствие требований о разработке проектной документации, регламентирующей мероприятия, проводимые после заполнения селехранилищ. Заполненное селехранилище становится потенциальным очагом селеформирования, расположенным, как правило, в непосредственной близости от защищаемых объектов. Опыт эксплуатации сквозной плотины на р. Герхожансу, призванной защитить г. Тырнауз (Россия, Северный Кавказ) и разрушенной селом 1999 г. (рис.) [4], не нашел отражения в нормативных документах Казахстана. Подобная плотина построена для защиты от селей г. Каскелена и т.д.



*Рис. Плотина на р. Герхожансу (Россия, Северный Кавказ), разрушенная селевым потоком 20 августа 1999 г.*

Поскольку статистика паводков, образующихся при прорыве водоемов моренно-ледниковых комплексов, отсутствовала, при проектировании

селехранилищ в Казахстане во внимание принимались только паводки, образующиеся при выпадении ливневых дождей. Поверхностный аварийный сброс селевой массы из селехранилищ не предусмотрен на плотинах, сооруженных в бассейнах рек Есик, Киши Алматы и Каскелен.

Сель – многофакторный процесс, и только ограниченность возможностей теории селевых процессов, разработанной во второй половине 20 века, а также фактических данных о влиянии факторов селеформирования на селевую активность, стали причиной того, что в основу проектирования селехранилищ были положены вероятностные характеристики водных паводков.

Вопросами классификации (типизации) селевых бассейнов с целью оценки селевой активности в различных регионах СССР занимались М.Ф. Срибный, П.С. Непорожний, С.М. Флейшман, В.Е. Иогансон, М.В. Цювян и другие исследователи [10]. В Казахстане этой проблеме уделяли внимание Н.Ф. Колотилин, А.С. Бочкарев, И.П. Смирнов, А.С. Деговец, Г.А. Токмагамбетов, Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова и др.

К одной из первых попыток придания количественных характеристик факторам, определяющим степень «селеносности» бассейнов горных рек можно отнести работу И.П. Смирнова и А.С. Деговца [5]. По их мнению, к факторам, определяющим степень селеносности, относятся: форма бассейна, степень эродированности бассейна, крутизна склонов, уклон русла, наличие растительности, степень оледенения, удельная селеактивность, количество селей на единицу площади бассейна.

Крутизна склонов и уклон русла характеризовались средними значениями синусов углов наклона; степень эродированности – отношением селеактивной площади (не закрепленная растительностью овражно-балочная и речная сеть, различные размывы, осыпи, оплывины и оползни); форма бассейна – отношением площади стокообразования к квадрату длины водотока; влияние растительности – отношением площади, занятой лесом, к площади стокообразования; степень оледенения – отношением площади оледенения к площади стокообразования; повторяемость селей – один раз в число лет.

В работе А.С. Деговца и Г.А. Токмагамбетова [1] степень селеопасности бассейна определяется коэффициентом селеносности  $K_s$

$$K_s = I + i + \Phi + f_o + \mu + S_a + n, \quad (1)$$

где  $I$  – средний уклон бассейна;  $i$  – средний уклон русла;  $\Phi$  – форма бассейна;  $f_o$  – степень оледенения;  $\mu$  – степень эродированности;  $S_a$  – удельная селеактивность;  $n$  – количество селей на единицу площади бассейна.

Количественные показатели степени селеопасности бассейнов рек Иле Алатау приведены в табл. 1 [1].

По значениям коэффициентов селеопасности селевые бассейны Иле Алатау разделены на четыре категории:

1. Весьма селеопасные ( $K_s \geq 1,6$ ). К ним относятся бассейны рек Киши и Улькен Алматы, Аксай и Есик.
2. Сильноселеопасные ( $1,6 > K_s \geq 1,4$ ). Бассейн р. Талгар.
3. Среднеселеопасные ( $1,4 > K_s \geq 1,1$ ). Бассейны рек Шамалган, Каскелен и Узынкаргалы.
4. Слабоселеопасные ( $1,1 > K_s$ ). Бассейны рек Шелек и Турген.

Оценить насколько данные, приведённые в цитируемой статье, могут быть использованы при проектировании противоселевых сооружений и других защитных мероприятий трудно, хотя бы по тому, что используемые в ней термины отличаются по смыслу от понятий, заложенных в основу терминологического словаря «Селевые явления» [2], изданного в 1996 г. Так, степень селевой опасности по словарю «... целесообразно проводить на основе двух показателей – степени селевой активности и степени освоенности территории или значимости объектов, расположенных в зоне возможной селевой угрозы в стоимостном выражении». Для оценки селевой активности «... используют показатели повторяемости и объем селевых выносов» [2].

Тем не менее, данные, приведенные в работе [1], вызывают сомнения в правильности оценки «степени селеопасности» селевых бассейнов Иле Алатау. Согласно данным табл. 1, степень селеопасности бассейна р. Аксай выше, чем бассейна р. Талгар, хотя площадь последнего в 3,6 раза, годовой сток в 1,2 раза и площадь оледенения в 7,5 раза больше соответствующих характеристик бассейна р. Аксай (табл. 2).

Низкая оценка степени селеопасности бассейна р. Талгар (табл. 1) обусловлена, прежде всего, относительно малым значением количества селей на 1 км<sup>2</sup> площади бассейна. Но ведь подавляющее число селей бассейна р. Аксай – малые по объёму и расходу сели, формирующиеся в очаге Акжар и отлагающиеся в горной долине, не принося существенного ущерба. Высокая оценка степени селеопасности бассейна р. Улькен Алматы – результат учета селей ещё более малых по масштабу селей очага Малютинский.

Таблица 1

Количественные показатели степени селеопасности бассейнов рек Иле Алагау [1]

Река	Количественные показатели селеопасности бассейнов											степень селеопасности реки
	средний уклон бассейна, $l$	средний уклон русла, $l$	форма бассейна, $\Phi$	лесистость, $f_n$	степень оледенения, $f_o$	степень эродированности, $n$	селеактивность бассейна, $S_a$	количество селей на $1 \text{ км}^2$ бассейна, $n$	повторение селей один раз в число лет, $n$	коэффициент селеопасности, $K_s$		
Узынкаргалы	0,345	0,075	0,47	0	0,04	0,32	0,02	0,02	0,02	16	1,3	Средне селеопасная
Шамалган	0,382	0,105	0,19	0	0,02	0,26	0,03	0,03	0,09	11	1,1	
Каскелен	0,400	0,077	0,19	0,5	0,04	0,31	0,04	0,04	0,06	9	1,1	
Аксай	0,429	0,116	0,33	0,10	0,11	0,20	0,21	0,21	0,49	1,5	1,9	Весьма селеопасная
Улькен Алматы	0,620	0,091	0,43	0,12	0,14	0,37	0,34	0,34	0,55	0,9	2,5	
Киши Алматы	0,533	0,122	0,33	0,10	0,10	0,27	0,15	0,15	0,54	0,22	2,1	
Талгар	0,466	0,074	0,11	0,10	0,26	0,21	0,14	0,14	0,14	2	1,4	Сильно селеопасная
Есик	0,422	0,103	0,48	0,14	0,21	0,28	0,04	0,04	0,06	9	1,6	Весьма селеопасная
Турген	0,303	0,064	0,30	0,05	0,03	0,20	0,01	0,01	0,01	24	0,9	Слабо селеопасная
Шелек	0,310	0,039	0,13	0	0,04	0,34	0,01	0,01	0,002	13	0,8	

Таблица 2

## Характеристики речных бассейнов северного склона Иле Алатау

Река	Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Годовой слой стока, мм	Площадь оледенения, км <sup>2</sup>	Сумма площадей крупных ледников, км <sup>2</sup>
Каракастек	212	221		
Узынкаргалы	388	320	12,3	11,5
Шамалган	139	292	2,1	1,0
Каскелен	300	436	12,3	10,4
Аксай	124	617	15,6	14,5
Улькен Алматы	256	558	31,5	27,6
Киши Алматы	107	614	11,4	9,4
Талгар	444	742	117,1	110,5
Есик	293	609	53,0	49,4
Турген	583	363	39,5	36,8

Степень селеопасности бассейна по [1] определяется суммой безразмерных коэффициентов, характеризующих различные по физическому смыслу факторы селеформирования. Характеристика факторов безразмерными коэффициентами удобна тем, что позволяет суммировать «землекопов с лопатами», однако требует придания каждому слагаемому коэффициента, характеризующего степень влияния каждого фактора на процесс селеформирования – его «вес». Согласно формулы (1), влияние всех семи факторов одинаково, что практически невероятно. Использование безразмерных коэффициентов при оценке степени селеопасности не позволяет получать и абсолютное её значение. Так, одна и та же «степень селеопасности» может быть получена для селевых бассейнов, площади которых многократно отличаются, если значения слагаемых остаются неизменными.

Результаты изучения геологии и геоморфологии конусов выноса основных рек северного склона Иле Алатау [17, 19] свидетельствуют о том, что более 90 % их объемов представлены селевыми отложениями. Следовательно, значения объемов конусов выноса характеризуют селевую активность речных бассейнов северного склона Иле Алатау, а данные о мерах, предпринятых по защите населения и объектов хозяйственной деятельности от селей, позволяют оценить степень их защищенности при наличии объективной информации о селевой активности хотя бы одного из речных бассейнов. В табл. 3 приведены данные о продольном уклоне, площади и объёме конусов выноса основных рек северного склона Иле Алатау.

Объем и некоторые другие морфометрические характеристики конусов  
выноса рек северного склона Иле Алатау

Река	Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Площадь конуса выноса, км <sup>2</sup>	Объем конуса выноса, км <sup>3</sup>	Продольный уклон конуса выноса, ‰
Каракастек	212	52,9	0,8	21,4
Узынкаргалы	388	124,6	4,93	20,4
Шамалган	139	12,2	0,35	41,5
Каскелен	300	25,1	1,16	31,7
Аксай	124	39,6	1,32	34,0
Улькен Алматы	256	71,6	7,58	33,8
Киши Алматы	107	41,5	2,55	36,7
Талгар	444	175,9	10,3	29,6
Есик	293	162,0	18,0	29,6
Турген	583	176,0	11,4	23,3

Данные табл. 3 показывают, что объем конуса выноса р. Есик превышает таковой р. Талгар, хотя площадь бассейна и площадь оледенения р. Талгар существенно больше. Причиной этого несоответствия является относительно более высокая сейсмичность, имевшая место в прошлом в бассейне р. Есик.

Устойчивость скальных откосов определяется многими факторами, что делает невозможным длительную устойчивость крутых склонов в трещиноватых скальных породах, если наклон склона превышает естественный угол откоса. Выравнивание склона контролируется трещиноватостью, поэтому конечная форма склона зависит от ориентировки преобладающих систем трещин. Степень влияния сейсмичности на селевую активность может характеризоваться коэффициентом трещиноватости, определяемым отношением длины разломов, приходящихся на единичную площадь речного бассейна.

Определение коэффициента «трещиноватости» для различных бассейнов рек Иле Алатау проводилось на основе данных о тектонических разломах, приведенных в «Схеме новейшей тектоники Алма-Атинского сейсмоактивного района», составленной Н.М. Чабдаровым. Значения этих коэффициентов приведены в табл. 4.

Сопоставляя данные, приведенные в табл. 3 и 4, нетрудно видеть, что практически двукратное превышение объема конуса выноса р. Есик относительно значения, предписываемого общей закономерностью, хорошо согласуется со значением коэффициента «трещиноватости» для бассейна этой реки.

То же можно сказать и об объеме конуса выноса р. Каскелен. Его малое значение хорошо согласуется с относительно слабым проявлением тектоники Иле Алатау на территории бассейна р. Каскелен, а также влиянием образования верхней предгорной ступени в середине плейстоцена.

Таблица 4

Коэффициенты «трещиноватости» бассейнов рек северного склона Иле Алатау

Бассейн реки	Коэффициент «трещиноватости»
Есик	0,063
Талгар	0,036
Киши Алматы	0,037
Улькен Алматы	0,031
Аксай	0,032
Каскелен	0,020
Шамалган	0,039
Узынкаргалы	0,028

Результаты анализа процессов выветривания коренных пород, слагающих центральную часть хребта Иле Алатау, и переноса его продуктов в высокогорной зоне показали, что главная роль в генерации наносов принадлежит экзарации, их перенос также осуществляется ледниками. Основная масса наносов в высокогорной зоне концентрируется в конечных моренах. Следовательно, определение объема наносов, накопившихся в виде морен в том или ином речном бассейне северного склона Иле Алатау, позволяет оценить объем рыхлообломочных пород, который в ходе глобального потепления может быть вынесен на конусы выноса.

Определение объема рыхлообломочных пород, накопившихся к настоящему времени в речных бассейнах Иле Алатау, – трудоемкое и дорогостоящее мероприятие, связанное с проведением геодезических, геофизических и буровых работ. Существует и другая, соизмеримая по точности и не требующая особых затрат, методика определения. В ее основе лежат два достоверно установленных факта:

- основная масса моренных отложений перемещается на предгорную равнину селями;
- сели, выходя на предгорную равнину, формируют конусы выноса. За их пределы выносятся лишь незначительная часть относительно мелких фракций твердого компонента селевой массы.



Сказанное выше позволяет предполагать о существовании зависимости объема конуса выноса от площади оледенения в речном бассейне, способности горных пород противостоять экзарации, среднего годового слоя стока, времени накопления наносов в высокогорной зоне, а также возможности переноса наносов из высокогорья на предгорную равнину. При этом следует учитывать и наносы, образующиеся в результате выветривания в той части бассейна, где оледенение отсутствовало.

В ситуации, когда почти все наносы, образовавшиеся до вюрма, перенесены из высокогорной зоны на конусы выноса, а наносы, образовавшиеся в вюрме – в малой мере, то простейшая модель, описывающая такую зависимость, может быть записана в виде

$$V_{к.в} = \sum_{i=1}^k \left\{ T_i \frac{\sum L}{S_{\dot{a}}} C \cdot [K_1 S_i + K_2 (S_{\dot{a}} - S_i)] \right\}, \quad (2)$$

где  $V_{к.в}$  – объем конуса выноса, в котором сосредоточены наносы, образованные в течение  $i$ -х периодов оледенений (км<sup>3</sup>);  $T_i$  – продолжительность  $i$ -го оледенения (число лет);  $\sum L$  – суммарная длина разломов, приходящихся на речной бассейн (км); принимается постоянной для четвертичного периода;  $S_{\dot{a}}$  – площадь речного бассейна (км<sup>2</sup>);  $C$  – средний годовой слой стока, принятый неизменным в четвертичном периоде и равным среднему годовому слою стока из наблюдаемых в 20 веке (мм);  $S_i$  – площадь  $i$ -го оледенения (км<sup>2</sup>);  $K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты.

Площадь оледенений в различные ледниковые периоды может быть вычислена по данным о положении снеговой линии, определяемой, например, по формуле Л.А. Варданянца.

Коэффициент  $K_1$  может быть определен на примере любого бассейна северного склона Иле Алатау, несущего оледенение. Коэффициент  $K_2$  целесообразно рассчитывать на примере бассейна р. Каракастек, где роль оледенения в генерации наносов была незначительной.

В период Международного геофизического года на леднике Центральный Туяксуйский (Иле Алатау) проводились работы по оценке его транспортирующей способности. Результаты проведенных исследований показали, что за период 1957...1959 гг. ледник вынес около 1000 т рыхлообломочных пород [9], т.е. примерно 330 т/год. Эта величина близка к значению веса наносов, получаемого расчетным способом с помощью (2).

Расчеты показывают, что за период вюрмского оледенения, продолжавшегося около 100 тыс. лет, в высокогорной зоне северного склона Иле Алатау накопилось около 4 км<sup>3</sup> отложений, способных принимать участие в процессах селеформирования. Из этого объема за последние 10 тыс. лет на предгорную равнину

ну селями было вынесено менее 5 %. Объем оставшегося материала примерно в 70 раз превышает суммарную емкость селехранилищ, защищающих населенные пункты и объекты хозяйственного назначения от разрушительного воздействия селей. При потеплении глобального климата на 2...3 °С наносы, накопившиеся в высокогорной зоне, в течение нескольких десятилетий 21 века могут быть вынесены на предгорную равнину. Такое развитие событий привело бы к экологической катастрофе в Казахстане. Альтернативой описанному выше сценарию является своевременное широкомасштабное проведение превентивных работ по предотвращению зарождения и развития селей дождевого и гляциального генезисов [7].

Создание современных СНиП позволит не только повысить эффективность существующих селезащитных сооружений, но и разработать и внедрить новую стратегию борьбы с селевыми явлениями, в основе которой должны лежать превентивные мероприятия по снижению и даже ликвидации селевой опасности. Такая стратегия не только значительно экономичнее стратегии, реализуемой в настоящее время, но и позволит предотвратить развитие эрозионных процессов, приводящих к опустыниванию и снижению биоразнообразия в условиях глобального потепления.

Стоимость создания пакета нормативной документации по проектированию, строительству и эксплуатации селезащитных сооружений, правил проведения превентивных мероприятий, эксплуатации селеопасных объектов не превысит 75...100 млн. тенге, что составляет около 20 % от стоимости убытков, нанесенных только селом 1999 г. или 4 % от стоимости плотины, возведенной на р. Талгар. Экономический эффект до конца столетия может составить десятки миллиардов долларов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деговец А.С., Токмагамбетов Г.А. Оценка степени селеопасности бассейнов рек Заилийского Алатау // Вестник АН КазССР. – №11. – 1986. – С. 51-63.
2. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 45 с.
3. Попов Н.В. Опыт разработки и реализации комплексных и специальных схем инженерной защиты территорий от опасных геологических процессов в Казахстане // Проблемы противоселевых мероприятий: Сборник трудов. – Алматы, 1990. – С. 18-24.
4. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья. (Эволюция оледенения и селевой активности). – М.: Научный мир, 2001. – 204 с.
5. Смирнов И.П., Деговец А.С. Оценка степени селеопасности бассейнов рек при практических расчетах максимального селевого стока // Вестник АН КазССР. – 1970. – №3. – С. 42-47.

6. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Климат голоцена и селевая активность на северном склоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2002. – №1. – С. 74-81.
7. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Разработка и реализация современной стратегии защиты от селей – актуальная проблема обеспечения устойчивого развития Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2004. – №3. – С. 112-119.
8. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Концепция защиты от селей г. Алматы в условиях изменяющегося климата // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №1. – С. 67–79.
9. Токмагамбетов Г.А. Ледники Заилийского Алатау. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 367 с.
10. Флейшман С.М. Сели. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 352 с.
11. Флейшман С.М., Иванов Б.Н., Хегай А.Ю. Насущные задачи селевой науки и практики // Проблемы противоселевых мероприятий: Сборник трудов. – Алматы, 1981. – С. 3-18
12. Хегай А.Ю., Попов Н.В. Перспективы и проблемы инженерной защиты от селей в Казахстане // Проблемы противоселевых мероприятий: Сборник трудов. – Алматы, 1988. – С. 3-7.
13. Шиварева С.П., Долгих С.А., Степанов Б.С., Яфязова Р.К., Ли В.И., Голубцов В.В., Попова В.П., Баймагамбетов Б.О., Петрова Е.Е. Влияние изменения климата на водные ресурсы бассейнов озера Балхаш и Аральского моря // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №3. – С. 36–61.
14. Штепа Б.Г. Основные проблемы защиты территорий СССР от селевых потоков // Проблемы противоселевых мероприятий: Сборник трудов. – Алматы, 1979. – С. 7-22.
15. Яфязова Р.К. Влияние климата на селеформирующие факторы // Гидрометеорология и экология. – 1997. – №3. – С. 209-216.
16. Яфязова Р.К. Глобальное потепление климата и селевая активность. Проблемы адаптации // Гидрометеорология и экология. – 2001. – №3-4. – С. 97-106.
17. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 1998. – 21 с.
18. Yafyazova, R.K. 2003. Influence of climate change on mudflow activity on the northern slope of the Zailiysky Alatau Mountains, Kazakhstan. In D. Rickenmann & C.L. Chen (eds), Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment; Proceedings 3rd International DFHM Conference, Davos, Switzerland, September 10-12, 2003:199-204.

19. Yafyazova, R.K. 2007. Debris cones as a source of information on debris-flow activity. In C.L. Chen & J.J. Major (eds), Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment; Proceedings 4th International DFHN Conference, Chengdu, China, September 10-13, 2007:87-93.

Поступила 13.12.2011

Геогр. ғылымд. докторы      Б.С. Степанов

Техн. ғылымд. докторы      Р.К. Яфязова

### **СЕЛДЕН ҚОРҒАУ. СЕЛ БЕЛСЕНДІЛІГІН БАҒАЛАУ ПРОБЛЕМАЛАРЫ**

*Іле Алатаудың солтүстік баурайындағы сел белсенділігінің қазіргі жағдайын бағалау нәтижелері келтірілген. Селден қорғау стратегияларын өңдеу мен іске асыруда селдің құрылуының климаттық факторларының қазіргі кездегі өзгеруін ескеру қажеттілігі айқындалады.*

УДК 528.93:574

Канд. техн. наук

Т.В. Дедова \*

А.Б. Исаханова \*

**СОЗДАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ НА ОСНОВЕ  
АЭРОФОТОСЪЕМКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОБЛЕМ ПО МАГИСТРАЛЬНОМУ ГАЗОПРОВОДУ**

*МАГИСТРАЛЬНЫЙ ГАЗОПРОВОД, АЭРОФОТОСЪЕМКА,  
ОРТОФОТОПЛАН, ВЕКТОРНАЯ ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА,  
ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА*

*Описана технология обработки данных аэрофотосъемки с целью создания крупномасштабных топографических планов и экологического мониторинга магистральных газопроводов. Описаны основные этапы получения и обработки аэроснимков, построения ортофотопланов и цифровой модели рельефа, создания векторных топографических планов.*

Казахстан обладает громадными запасами природных ископаемых. На его территории расположены многочисленные месторождения нефти и газа. В настоящее время очень велика перспектива развития газовой промышленности. Вместе с тем, магистральные газопроводы (МГ) являются объектом повышенной экологической опасности и имеют специфические условия эксплуатации из-за большой протяженности и удаленности от центра управления. В этой связи, на первое место в общем технологическом процессе транспортировки газа выходит использование эффективных методов и технологий диагностики и планирования ремонтных работ на магистральных газопроводах. Значительное влияние на возникновение аварийных ситуаций оказывают физико-географические условия пролегания трассы магистральных трубопроводов, которые до последнего времени практически не учитывались при планировании диагностических и ремонтных работ. В связи с этим база данных о техническом состоянии магистральных газопроводов должна быть дополнена информацией о гидрологических, геологических и других техногенных условиях пролегания трасс магистрального газопровода, полученных в результате аэрокосмического мониторинга и наземных наблюдений. Кроме

\* АО «Казгеокосмос», г. Алматы

того, подобная информация может служить основой для проектирования линейных объектов [2, 5].

АО «Казгеокосмос» имеет большой опыт проведения работ по созданию актуальных топографических и тематических карт на основе аэросъемки, предназначенных, в том числе, и для оценки экологического состояния газопровода.

### Состав и основные характеристики аэросъемочной аппаратуры

Для проведения цифровой аэросъемки производственных объектов используется двухмоторный самолет King Air 90С (Рис. 1), оборудованный широкоформатной цифровой аэрокамерой Ultra Cam X (Рис. 2), синхронизированной с бортовой и трассовыми системами GPS. Использование бортовой и трассовых систем GPS, а также инерциальной системы IMU позволяет повысить точность создаваемой топографической продукции, а также существенно сократить полевые работы по плано-высотному обоснованию.



Рис. 1. Двухмоторный самолет King Air 90С.



Рис. 2. Широкоформатная цифровая аэрокамера Ultra Cam X.

В зависимости от требуемой точности аэросъемка производственных объектов может проводиться с различной высоты. Например, для создания топографических карт масштаба 1:2000 для линейной части газопровода, высота съемки составляла 3000 м, а для создания карт масштаба 1:500 (компрессорные станции (КС), АГРС, переходы через транспортные и водные преграды и пр.) съемка производилась с высоты 800 м.

На рис. 3а, 3б приводятся аэросъемочные данные по КС «Джангала».

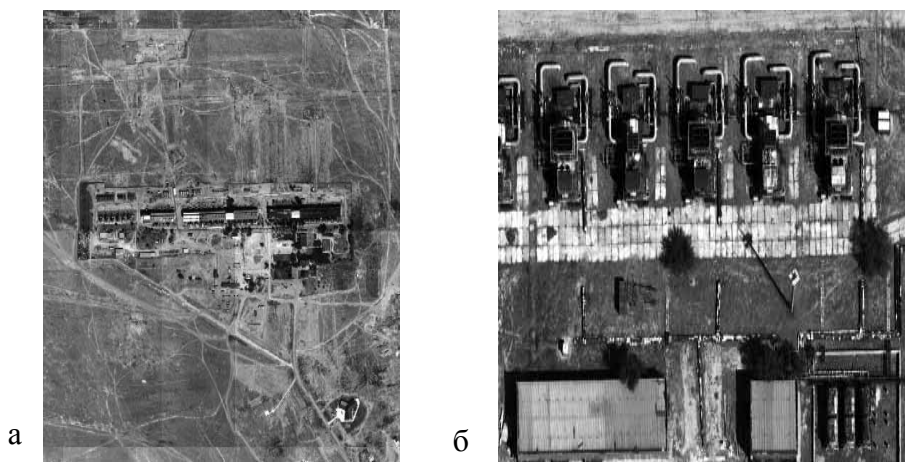


Рис. 3. а – КС «Джангала», б – цех № 5. Высота съемки 800 м.

### **Ортофотоплан участка магистрального газопровода**

Следующим этапом после аэрофотосъемки идет построение ортофотоплана, который является исходной моделью для цифровых топографических данных, содержащий модель рельефа и, по сути, являющийся растровым аналогом топографической карты.

Цифровая технология создания ортофотоплана на линейную часть МГ включает следующие этапы:

- ***Планово-высотное обоснование аэрофотосъемки;***

Для построения трехмерной модели местности достаточно знать взаимное положение снимков, какое было в момент съемки. Но в этом случае модель занимает произвольное положение, т.е. модель строится не в геодезической, а в фотограмметрической системе координат, которая задается произвольно.

Чтобы построенная модель имела геодезические координаты, осуществляется ее регистрация (привязка к опорным точкам). В качестве точек привязки служат опорные точки, которые имеют известные (измеренные) геодезические координаты и высоты и опознаются на снимке. Полученные в результате полевых измерений координаты точек загружаются в проект.

- ***Уравнивание фотограмметрической модели местности;***

Уравнивание сети фототриангуляции является необходимым процессом для точного позиционирования аэрофотоснимков в пространстве. В рамках процесса уравнивания производится вычисление тригонометрических функций, позволяющих минимизировать ошибку, связанную с неточностью определения координат полевыми методами.

- ***Построение цифровой модели рельефа местности.***

Основным элементом (функциональным слоем) цифровой топографической карты является цифровая модель рельефа DEM (Digital Elevation Model) или ЦМР. Цифровая обработка данных стереоскопической аэросъемки, с целью создания цифровой модели рельефа, проводится с использованием фотограмметрического программного комплекса Photomod на современных цифровых фотограмметрических станциях (ЦФС) «PLANAR».

Фотограмметрические работы на ЦФС «PLANAR» включали следующие этапы: построение блока аэрофотоснимков и их внутреннее ориентирование; создание фотограмметрической сети и ее уравнивание; сгущение фотограмметрической сети до плотности соответствующим требованиям конечной продукции, автоматизированное построение горизонталей и создание ортофотоплана. На рис. 4 показаны результаты накладки монтажа аэрофотоснимков (справа – весь маршрут: граница с Узбекистаном – Бейнеуский ЛПУ – Опорненский ЛПУ – юг Ульсаринского ЛПУ; слева – увеличенные фрагменты КС Бейнеу) и на рис. 5 – этапы построения TIN, линий рельефа в ПО Photomod на территорию КС Бейнеу. На рис. 6 приведены этапы создания цифровой модели рельефа (аэроснимок – TIN – ЦМР) на примере перехода через водную преграду.

В результате фотограмметрической обработки материалов стереосъемки создается цифровая модель рельефа и ортонормированный (без геометрических искажений) цветной ортофотоплан.

### **Проведение работ по полевому дешифрированию**

Полевое дешифрирование является следующим этапом при создании топографических карт и включает:

- сбор информации о расположении (координатах) и маркировке агрегатов технологической инфраструктуры МГ, на основе технологической документации и консультаций со специалистами различных производственных подразделений,



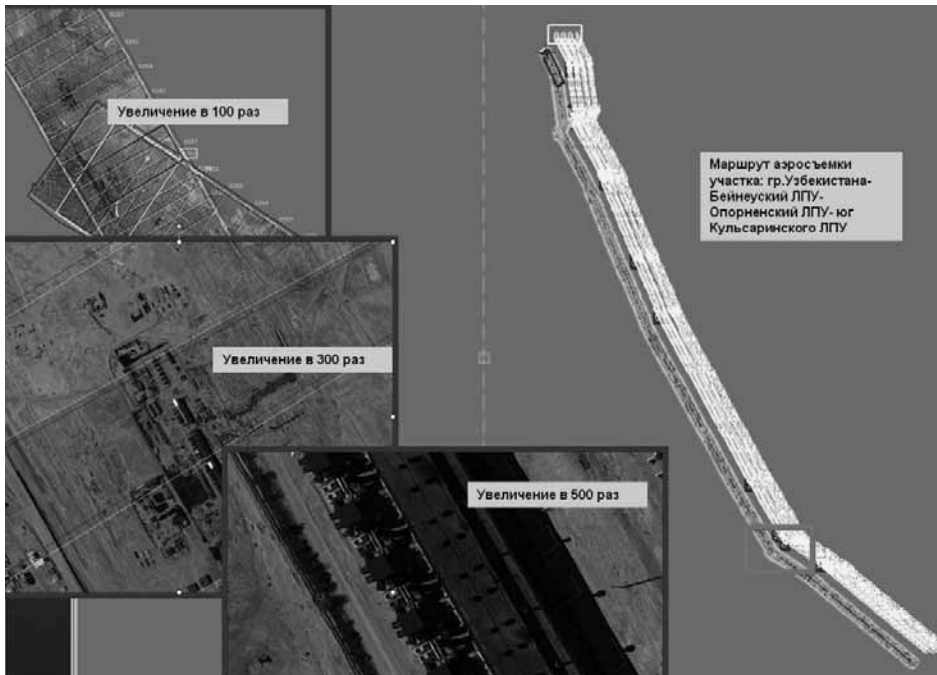


Рис. 4. Результат накладки аэрофотоснимков в ПО Photomod.

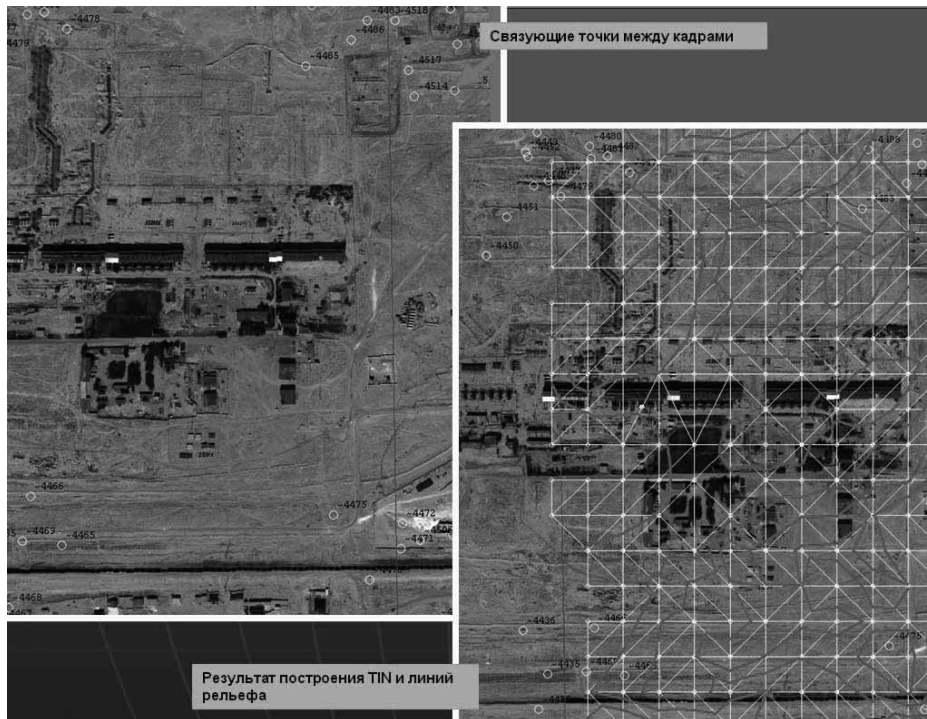
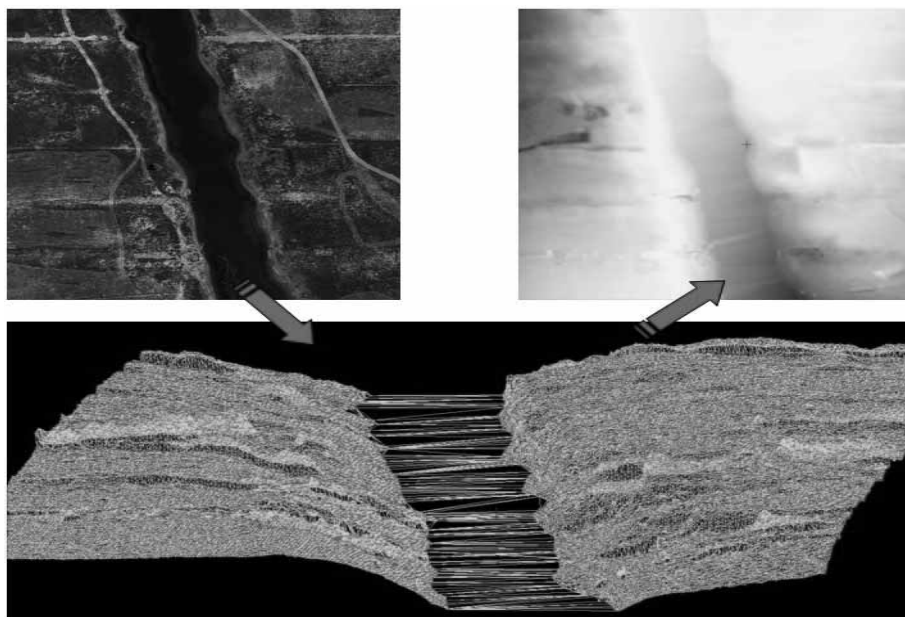


Рис. 5. Этап построения TIN и линий рельефа в ПО Photomod.



*Рис. 6. Этапы создания цифровой модели рельефа.*

- фотографирование объектов производственной инфраструктуры,
- координирование отдельных элементов инфраструктуры не подлежащих дешифрированию по аэрофотоснимкам с применением GPS,
- документирование собранного материала,
- сортировка и предварительная обработка собранного материала.

В результате выполнения полевых работ создаются упрощенные карты технологических объектов МГ с точной картографической регистрацией.

### **Векторизация данных аэросъемки**

На основе ортофотоплана и данных полевого дешифрирования (в том числе подземных коммуникаций) создаются топографические карты различного масштаба. Векторизация аэросъемочных данных проводится в программном комплексе ArcGIS и AutoCAD.

Векторные картографические данные состоят из следующих тематических слоев:

#### **Общие векторные данные**

- километровые пикеты (тип геометрии: точечный);
- вдоль трассовые ЛЭП (тип геометрии: линейный);
- опоры ЛЭП (тип геометрии: точечный);
- знаки на земле – запрещающие, предупреждающие, информационные

- (тип геометрии: точечный);
- подземные силовые линии, линии связи (тип геометрии: линейный);
- переходы (тип геометрии: линейный);
- мосты (тип геометрии: точечный, линейный);
- дороги, железные дороги (тип геометрии: линейный);
- гидрография (тип геометрии: линейный, площадной);
- населенные пункты (тип геометрии: площадной);
- прочая ситуация – грунты, растительность, рельеф (тип геометрии: точечный, линейный, площадной);
- закладываемые реперы (тип геометрии: точечный);

#### **Индустриальные векторные данные:**

- магистральный газопровод, др. трубопроводы (тип геометрии: линейный);
- линейная запорная арматура (тип геометрии: точечный);
- устройства ЭХЗ магистрального газопровода, выходящие на поверхность земли – КИП, анодные заземлители (тип геометрии: точечный);
- установки катодной защиты (УКЗ) (тип геометрии: точечный);
- линии технологической связи (тип геометрии: линейный);
- оборудование связи (мачты, НУП, башни УКВ, спутниковые антенны) (тип геометрии: точечный);
- охранный зона (тип геометрии: площадной);
- ограждения (тип геометрии: линейный).

На рис. 7-9 приведен пример процесса векторизации топографической карты для компрессорной станции «Джангала».

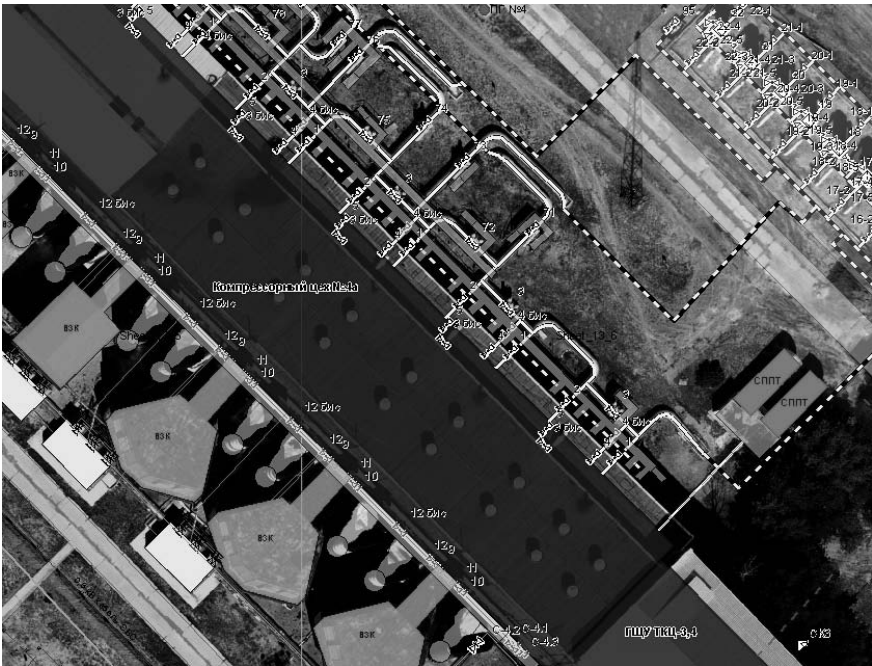
#### **Картограмма продольного профиля МГ**

На основании замеренной глубины залегания газопровода может быть построена картограмма продольного профиля. Для этого замеры осуществляются не реже чем 1 замер на 50 м (на прямолинейных участках) трассоискателем.

Картограмма продольного профиля строится средствами AutoCad – Civil-3D. Программный комплекс AutoCad – Civil-3D позволяет создавать продольный профиль глубины залегания магистрального газопровода, топологически связанного с топографической картой. Такая топологическая связь позволяет оперативно получать информацию о глубине залегания трубы на любом выделенном участке магистрального газопровода.



*Рис. 7. Аэроснимок участка КС «Джангала».*



*Рис. 8. Аэроснимок с наложенной векторной картой.*



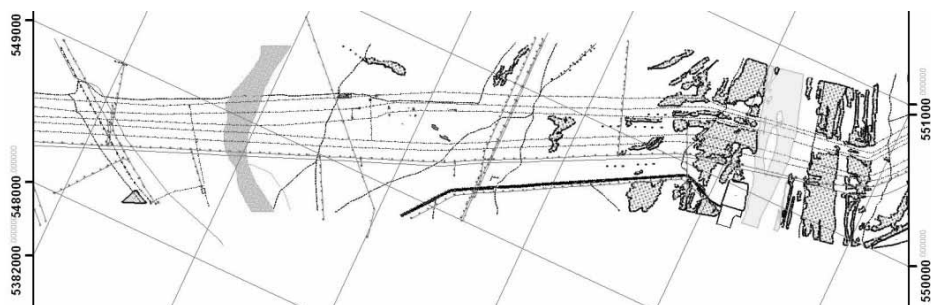
Рис. 9. Векторная карта М 1:500 участка КС «Джангала».

В нижней части картограммы продольного профиля содержатся данные трассировки с глубиной залегания трубопровода относительно рельефа топографической карты.

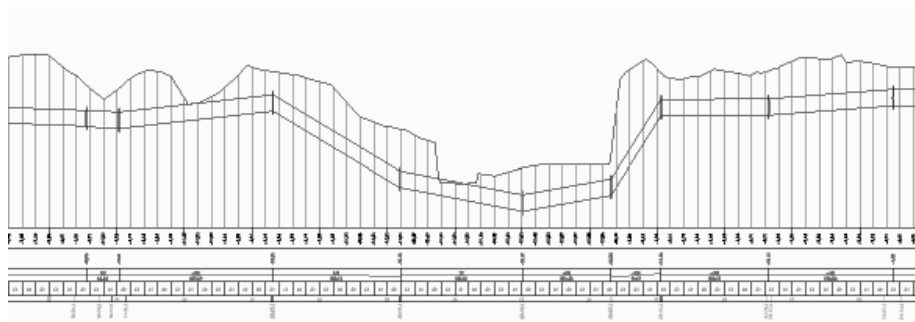
Процесс создания картограммы продольного профиля состоит из четырех этапов:

- импортирование картографических данных из ПО ArcGIS в ПО AutoCAD; настройка стилей и символов;
- создание трехмерной модели нитки трубопровода путем сложения 2D карты нитки трубопровода на 3D модель рельефа, используя ПО AutoCAD Civil 3D 2008;
- определение глубины залегания трубопровода в каждой точке, с помощью специальной программы (написанной на C++ и интегрированной в AutoCAD Civil 3D 2008);
- настройка шаблона картограммы продольного профиля. Создание подписей, зарамочного оформления, стилей. Создание таблицы соответствия между профилем и картой. Диаграмма продольного профиля создана в ПО AutoCAD Civil 3D 2008.

На рис. 10, 11 показаны примеры созданной карты в ПО AutoCAD и соответствующего продольного профиля нитки магистрального газопровода (участок Индерского ЛПУ, переход через р.Урал (Жайык)). Изолинии рельефа на карте соответствуют перепаду высот 16 м, на построенном графике профиля также фиксируется перепад – 16 м [3].



*Рис. 10. Карта линейной части МГ в формате AutoCAD.*



*Рис. 11. Картограмма продольного профиля нитки МГ.*

### **Использование топографических данных для оценки экологической ситуации**

Практика эксплуатации магистральных трубопроводов показывает, что значительное влияние на возникновение аварийных ситуаций играет воздействие природных факторов. Одним из наиболее эффективных индикаторов, характеризующих степень влияния природных факторов на возникновение аварийных ситуаций, является наличие «рисковых зон», т.е. участков магистрального газопровода, подверженных ускоренному развитию деформационных и коррозионных процессов. Возникновение и развитие таких участков на магистральных трубопроводах, как правило, обусловлено происходящими эндогенными и экзогенными геологическими процессами (геодинамических подвижек, пучения грунтов, появления карста и др.), а также геоморфологическими и ландшафтными особенностями изучаемого региона.

К «рисковым зонам» следует в первую очередь отнести участки магистрального газопровода, характеризующиеся наличием активных геодинамических зон, агрессивных почв, грунтовых вод, солончаков, водных преград, др. Значительное влияние на возможность возникновения аварийных ситу-

аций оказывает антропогенный фактор, который на участке магистрального газопровода играет определяющую роль.

При пространственном совмещении активных геодинамических зон по трассе трубопровода и повышенных значений градиента температуры или давления на топографическую карту можно прогнозировать катастрофическое развитие процессов деформации на том или ином участке магистрального газопровода. В дальнейшем необходимо формировать комплексные параметры, учитывающие влияние внешней среды на техническое состояние магистрального газопровода [1, 4]. Так как топографическая карта строится в векторном виде, то построение зон риска и зон поражающих факторов можно автоматизировать на основе использования геоинформационной системы (ГИС). Применение ГИС обеспечивает автоматизированное построение тематических карт различного содержания за сравнительно короткий промежуток времени.

Таким образом, использование современных методов построения топографических карт даёт большие перспективы в оперативной оценке экологической ситуации МГ, автоматического нахождения рискованных зон, а также при планировании ремонтных и диагностических мероприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малютин Е.А. Защита трубопроводов от коррозии, коррозионные свойства грунтов и методы их определения. [Электрон. ресурс] – 2000 URL: <http://yanvictor.narod.ru/index.htm> (дата обращения: 24.01.2012).
2. Мухамедгалиев А.Ф., Мухамедгалиев А.А. Геоинформационные технологии в задачах и обновления цифровых картографических данных // Математические методы распознавания образов: Тезисы докладов 11-й Всероссийской конференции ВЦРАН, Россия. – М.: 2003. – С. 376-378.
3. Отчет по договору №352-01-09R от 14.12.2009 г. «Создание единой цифровой топографической карты производственных объектов АО «Интергаз Центральная Азия» (2-ой участок)» Алматы: 2009. – С. 5-7, 14-17, 48-56.
4. Назарбаев Н.А. Долгосрочная стратегия развития Казахстана «Казахстан–2030» [Электрон. ресурс] – 1997 г. – URL: [http://mod.gov.kz/mod-ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=187&Itemid=149](http://mod.gov.kz/mod-ru/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=149) (дата обращения: 22.01.2012).

Поступила 15.12.2011

Техн. ғылымд. канд. Т.В. Дедова  
А.Б. Исаханова

**МАГИСТРАЛДІ ГАЗ ҚҰБЫРЫ БОЙЫНША ЭКОЛОГИЯЛЫҚ  
МӘСЕЛЕЛЕРДІ БАРЛАУЫ ҮШІН АЭРОФОТОТҮСІРУ НЕГІЗІНДЕ  
ТОПОГРАФИЯЛЫҚ КАРТАЛАРДЫ ЖАСАУ**

*Үлкен масштабтағы топографиялық пландар және магистралді газ құбырларының экологиялық мониторингін жасау мақсатпен аэрофототүсіру деректерін өңдеу технологиясы сипатталған. Суреттерді түсіру және өңдеудің, ортофотоплан мен жер бедерінің сандық сұлбасын жасаудың, векторлық топографиялық пландарды сызудың негізгі кезеңдері баяндалған.*



УДК 551.311

Доктор геогр. наук

А.Р. Медеу \*

Канд. геогр. наук

Т.Л. Киренская \*

Н.К. Машукова \*

Канд. геогр. наук

А.К. Мусина \*\*

**ОБ ОБЩИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО И  
ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕДОВОВОДНЫХ ПАВОДКОВ  
(ШУГОХОДОВ) НА РЕКАХ ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ***ЛЕДОВОВОДНЫЕ ПАВОДКИ, ГОРНЫЕ РЕКИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ,  
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ, ВРЕМЕННОЕ, ИЛЕЙСКИЙ АЛАТАУ*

*Собраны и систематизированы данные о наблюдавшихся за 1994...2010 гг. ледововодных паводках (шугоходах) на реках Иле Алатау, выявлено их пространственно-временное распределение, особенности формирования и прохождения.*

Освоение горных и предгорных территорий связано с опасностью, вызываемой экзогенными, гидрологическими и метеорологическими явлениями. Особым типом катастрофических явлений являются ледововодные паводки (шугоходы). Ущерб, наносимый ими, нередко сопровождается человеческими жертвами и это обуславливает необходимость учитывать подверженность территорий их разрушительному действию при освоении и использовании, прогнозировать опасности их возникновения, осуществлять превентивные и защитные мероприятия в зонах распространения ледововодных паводков (шугоходов).

Работ, посвященных изучению ледововодных паводков (шугоходов), мало. Чаще всего это работы, посвященные изучению ледововодного режима равнинных рек и прохождению на них шугоходов, образованию и развитию ледовых явлений и процессов на крупных горных реках, а также шугоходных явлений и заторообразования в зонах расположения ГЭС [1, 2, 5]. О слабой изученности этого явления свидетельствуют используемые в научно-справочной литературе неоднозначные толкования и термины.

Гляциологический словарь толкует этот процесс следующим образом: «Водолеяной поток речного генезиса образуется в период зимних оттепелей

---

\* Институт географии, г. Алматы

\*\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

вследствие срыва ледяных порогов из донного льда или прорыва снежных завалов, созданных лавинами. Твердая составляющая потока формируется, помимо тел ледяных порогов и снежных завалов, за счет снежно-ледяного покрова, наледей, шуги, русловых отложений. Такие потоки возможны до 3...5 раз за зиму. Несмотря на ограниченную мощность, они приносят значительный ущерб водохозяйственным и дорожным сооружениям» [2].

В «Большой советской энциклопедии» определение ледоводного паводка (шугохода) трактуется следующим образом: «Шуга, скопления рыхлого губчатого льда, находящиеся в водной толще (глубинная шуга) или на поверхности водоёма (поверхностная шуга). Образуется из кристалликов глубинного льда (внутриводного и донного), а также сала и снежуры. Возникает до ледостава при переохлаждении воды ниже 0 °С преимущественно на горных и порожистых реках, ниже поймы и в нижних бьефах гидроузлов, реже – на равнинных реках и озёрах. Шуга, сплывая вниз по течению (шугоход), занимает большие площади, забивает живое сечение, образуя зажоры. Шуга создаёт существенные затруднения в эксплуатации гидротехнических сооружений, забивая фильтры водозаборов и решётки отверстий ГЭС».

В научных статьях и монографиях отмечается в основном, что шугоход – движение всплывающего на поверхность водного потока и переносимого течением внутриводного льда (шуги), представляющего собой ноздреватую, рыхлую массу, состоящую из кристаллов пластинчатой формы. Шугоход образуется перед ледоставом, а также зимой на незамерзающих порожистых участках рек [7, 8]. На горных реках ледоводный паводок (шугоход) может быть весь зимний период и состоит из скоплений отдельных, не смерзшихся между собой кристаллов льда крупчато-шарообразной формы или в виде комьев. Значительные скопления шуги на реках подо льдом могут образовывать зажоры, что приводит к подъёму уровня воды, иногда значительному. Рассматриваются особенности развития процессов при наличии крупных гидротехнических сооружений и на отдельных конкретных крупных реках и водоёмах, предлагаются методы расчета характеристик шугоходов.

В терминологическом словаре В.Ф. Перова [6] ледоводным паводком (шугоходам) дается следующее объяснение: «водоледяной поток – один из типов параселевых потоков, в селевой массе которых твердая составляющая представлена обломками льда, с участием снега и обломков горных пород. Водоледающие потоки бывают ледникового и речного генезиса. Водоледающие потоки ледникового генезиса образуются вследствие срыва ледяных масс, на-

сыщенных трещинными водами; причинами срыва служат неустойчивое положение конца ледника, возникающее на определенном этапе его деградации или вследствие пульсации. Характеризуются гигантскими объемами выноса и очень высокими скоростями движения. Водолеяные потоки речного генезиса образуются в период зимних оттепелей вследствие срыва ледяных порогов из донного льда или прорыва снежных завалов, созданных лавинами. Твердая составляющая потока формируется помимо тел ледяных порогов и снежных завалов за счет снежно-ледового покрова, наледей, шуги, русловых отложений. Сход водолеяных потоков возможен до 3...5 раз за зиму. Несмотря на ограниченную мощность, приносят значительный ущерб водохозяйственным и дорожным сооружениям».

Механизмы формирования шугоходов на горных реках имеют ряд принципиальных особенностей.

Ниже приводится теория механизма формирования шугоходов рассмотренная Б.С. Степановым, Р.К. Яфязовой и В.В. Ждановым, именуемая ими водолеяными селями [3, 4, 9, 10].

Благоприятные условия для образования водолеяных селей создаются при резком понижении температуры воздуха, когда водная поверхность не защищена от переохлаждения ледяными образованиями. Интенсивный теплообмен между водной и воздушной массами приводит к переохлаждению воды, благоприятствующему образованию внутриводного льда, ледяных перемычек и т.д. В местах стеснения русла образуются зазоры. Образование зазора приводит к подъему уровня воды непосредственно на участке зазора и выше по течению. В свою очередь увеличение уровня воды, при практически неизменном расходе, сопровождается уменьшением скорости потока и, следовательно, уменьшением турбулентного перемешивания. Это ухудшает условия образования внутриводного льда, но создает предпосылки для образования поверхностного льда. За счет увеличения смоченного периметра возрастает гидравлическое сопротивление. Это приводит к уменьшению скорости потока, дальнейшему увеличению уровня воды и выходу на поверхность образующегося ледяного покрова. Описанный процесс многократно повторяется и, как следствие, образуется «слоеный пирог» из тонких прослоек льда и воды. Уровень заполнения русла водолеяными образованиями может превышать 2 м, тогда как до наступления низких температур уровень воды не превышал нескольких десятков сантиметров. Суммарные потери стока на ледообразование и подъем уровня воды в реке могут достигать десятков тысяч кубометров. Неоднородность морфологических характеристик по

длине реки приводит к формированию системы водоледовых образований ступенчатой формы. Их разрушение в результате быстрого потепления, антропогенного воздействия или недостаточной прочности отдельных ступеней водоледовых образований может приводить к формированию водоледового потока. По механизму и составу эти потоки могут быть отнесены к селям: лавинообразное нарастание расхода, большая концентрация льда (твердой составляющей). Особенностью водоледового селя является формирование одиночной волны, так как при ее прохождении в движение вовлекается практически весь лед, находящийся в русле, и снежный покров, попадающий в зону воздействия потока. В течение зимы неоднократное формирование водоледовых селей становится возможным при чередовании теплых и холодных периодов. Расход водоледовой волны может в 100 раз и более превышать расход воды в реке, предшествовавший селевому процессу.

По мнению Касенова М.К. (сотрудника ГУ «Казселезащита»), имеющего большой опыт наблюдения за формированием и прохождением шугоходов, эти явления целесообразно называть ледоводными селями. Процессы, их обуславливающие, в схематическом виде описываются Касеновым М.К. следующим образом: «Главная роль в формировании и прохождении шугоходов принадлежит донному льду: появление его – как первая предпосылка формирования, нарастание – как признак повышения опасности, срыв и всплытие – как начало процесса движения шугохода» (рис. 1а, 1б).



а



б

*Рис. 1. Фрагмент зон формирования (а) и прохождения (б) ледоводного паводка на р. Каскелен (Фото М.К. Касенова).*

Появление донного льда отмечается при отрицательных значениях температуры воздуха. При дальнейшем похолодании толщина донного льда увеличивается, что вызывает повышение отметок дна русла. Водный поток выходит за пределы соответствующего данному расходу сечения русла, рас-

текаясь по прилегающим к нему берегам, где часть воды застывает, образуя наледи. В местах скопления крупных камней или расположения элементов технических сооружений интенсивность нарастания донного льда резко возрастает. Возникают ледовые дамбы, частично или полностью препятствующие прохождению бытового стока. Вследствие возникающего подпора на вышерасположенных участках русла отмечается подъем уровня водного потока, который снова не вмещается в отведенное ему сечение, разливается и частично застывает, образуя новые наледи, ледяные мосты и ледяные дамбы. Процесс развивается как вверх, так и вниз по течению реки. Таких ледяных дамб по течению реки может образовываться несколько, с расстоянием примерно от 10 до нескольких сот метров между ними и на протяжении 1 км и более. Это период появления и увеличения потенциальной опасности шугоходов, а участки между ледяными запрудами – места наиболее вероятного их зарождения. Возникновение и формирование шугоходов происходит сверху вниз по течению и происходит при резком и значительном повышении температуры.

При повышении расхода за счет притока талых вод, объем воды на верхнем, характеризующемся наличием потенциально опасной обстановки, участке, происходит отрыв и всплытие фрагментов донного льда. При этом частично происходит срыв мелко фракционной части самоотмостки русла. О последнем свидетельствует появление красноватого оттенка потока. При движении смеси воды, ледяных обломков и грунтовых включений происходит сначала разрушение первого (сверху по течению) ледяного барьера. Затем при возрастающем расходе потока за счет вовлечения все новых масс воды, льда и грунта – последующих, расположенных на пути его движения. При этом в одних случаях движение потока в силу малых расходов или чрезмерной насыщенности ледово-грунтовыми включениями может замедляться или прекращаться перед очередным препятствием или преодолевает его, и активизируется вновь после поступления дополнительных порций талого стока. В других – характеристики потока могут непрерывно возрастать, достигая максимальных значений к выходу за пределы участков его формирования.

Такие процессы неоднократно наблюдались на реке Каскелен и являются типичными для других рек рассматриваемой территории.

Описания механизмов формирования наблюдаемых на горных реках шугоходов свидетельствует о том, что они могут быть выделены в самосто-

ятельный класс явлений с присвоением им отличного от принятого в основном для равнинных рек названия.

На основе приведенных выше описаний механизмов и особенностей прохождения представляется целесообразным называть наблюдающиеся на горных реках Иле Алатау явления *ледоводными паводками*.

Образование шуги, а также сала и снежуры обуславливают название явления – шугоходы. Явления, наблюдаемые на горных реках Иле Алатау, имеют ряд принципиальных отличий, поэтому вышеназванный термин не вполне им соответствует. В тоже время, отнесение наблюдаемых процессов к селевым может приниматься с оговорками. Наряду с такими признаками, как внезапность возникновения, быстрое протекание, со значительным увеличением расходов и большая разрушительная сила, плотность их, благодаря большому содержанию включений льда, невелика. В связи с этим данные явления более идентичны наносоводным селевым потокам. Поэтому предлагаемое название складывается из первой части – ледоводные (что показывает представление твердой составляющей льдом и частично относится к селевым) и второй – паводки, в связи с присутствием таких основных «паводочных» признаков, как резкое нарастание расходов, значительно превышающих исходные и быстрый их спад.

В наибольшей степени ледоводные паводки свойственны рекам центральной и особенно восточной частей Илейского Алатау. Их прохождение зафиксировано на реках Узынкаргалы, Шамалган, Каскелен, Аксай, Улькен Алматы. Формирование ледоводных паводков преимущественно происходит на низкогорных, реже среднегорных участках рек. Карта-схема распространения ледоводных явлений приведена на рис. 2.

В результате сбора, анализа и систематизации данных за 1994...2010 гг. установлено прохождение 20 ледоводных паводков. Из них наибольшее количество относится к реке Каскелен. – 55 %. Второй по повторяемости ледоводных явлений является река Узынкаргалы – 15 %; 10 % – приходится на р. Шамалган, по 5 % – на реки Аксай, Улькен и Киши Алматы (рис. 3).

Ледоводные паводки на реках отмечаются практически ежегодно. За период с 1994 по 2010 гг. лишь в течение пяти зимних сезонов (1995...1996, 1998...2000 и 2008...2010 гг.) не зафиксировано их прохождение (рис. 4).

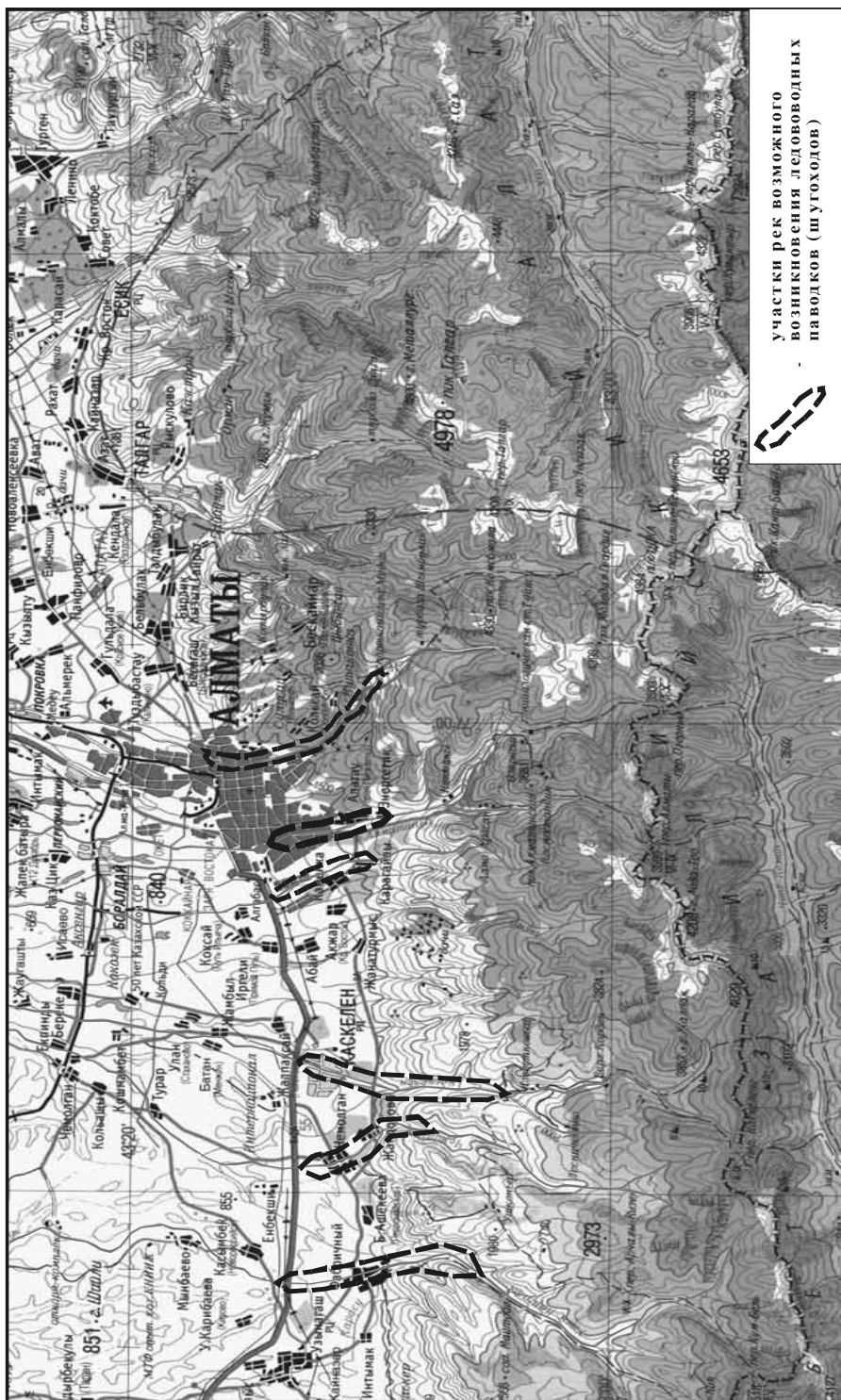


Рис. 2. Карта-схема ледоводных паводков на реках Илейского Алатау.

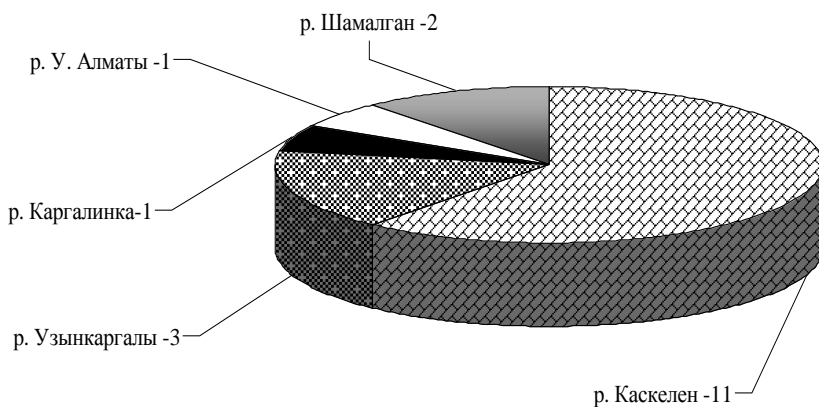


Рис. 3. Распределение ледоводных паводков в бассейнах рек Иле Алатау.

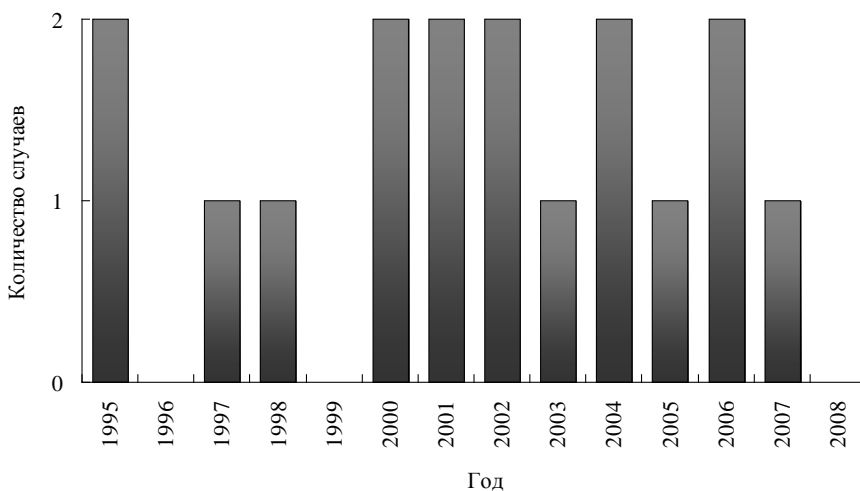


Рис. 4. Распределение ледоводных паводков в бассейнах рек Илейского Алатау по годам.

Период наиболее вероятного прохождения ледоводных паводков в холодный сезон начинается со второй половины ноября и продолжается до второй половины февраля. Наиболее характерны ледоводные паводки для января и декабря, на которые приходится суммарно 76 %, почти по 40 % на каждый, 15 % случаев составляют ледоводные паводки, формирующиеся в феврале, наименьшее число их в ноябре. В отдельные сезоны проходит по не-



Таблица

Сведения о прошедших ледоводных паводках в бассейнах рек Илейского Алатау\*

№ п/п	Дата прохождения	Река	Участки прохождения и воздействия	Расход, м <sup>3</sup> /с	Основные причины процессов формирования и возникновения	Ущерб
1	28.11.1987 г.	Киши Алматы	Быстроток селехранилища на р. Есентай	-	Гидрометеорологические и антропогенные	Существенное нарушение прочности ж/б конструкций
2	12.01.1995 г.	Каскелен		50	Преимущественно гидрометеорологические	Жертв и разрушений нет
3	18.12.1995 г.	Каскелен		30		
4	23.01.1997 г.	Каскелен	В черте г. Каскелена	1	Преимущественно гидрометеорологические	Жертв и разрушений нет
5	02.12.1998 г.	Улькен Алматы	В районе 7-ой ГЭС	12	Преимущественно гидрометеорологические	Снесено 12 откосных плит стабилизации русла реки
6	18.01.2000 г.	Каскелен	В черте г. Каскелена	110	Преимущественно гидрометеорологические	Частично поврежден пешеходный мост, нарушена стабилизация русла
7	05.02.2000 г.	Узынкаргалы	Низке селезадерживающей плотины		Преимущественно гидрометеорологические	Жертв и разрушений нет
8	08.12.2001 г.	Каскелен	В черте г. Каскелена	80...100	Преимущественно гидрометеорологические	В районе Казахско-арабского интерната была подтоплена территория
9	18.12.2001 г.	Каскелен	В черте г. Каскелена	40	Преимущественно гидрометеорологические	Скопление воды в районе а/д моста Алматы – Бишкек

№ п/п	Дата прохода	Река	Участки прохода и воздействия	Расход, м³/с	Основные причины процессов формирования и возникновения	Ущерб
10	07.12.2002 г.	Каскелен	В черте г. Каскелена	30	Преимущественно гидрометеорологические	Жертв и разрушений нет
11	09.12.2002 г.	Шамалган		5	Преимущественно гидрометеорологические	Снесен пешеходный мост в с. Шамалган
12	10.12.2003 г.	Каргалы			Антропогенные	Забит мостовой переезд по а/д пос. Калкаман – пос. Каменка
13	03.02.2004 г.	Каскелен	В р-не санатория «Сары-Ар-ка» в р-не казахско-арабской школы в р-не центрального рынка	5...6 12 до 30	Преимущественно гидрометеорологические	
14	04.02.2004 г.	Каскелен	В 300 м ниже устья р. Касымбек в створе селезадерживающей плотины в р-не санатория «Сары-Ар-ка» в створе казахскоарабской школы в р-не центрального рынка	5...6 17 50...60 60...65 до 75	Преимущественно гидрометеорологические	В районе центрального рынка в поток попал ребенок Жертв и разрушений нет.

№ п/п	Дата прохождения	Река	Участки прохождения и воздействия	Расход, м <sup>3</sup> /с	Основные причины процессов формирования и возникновения метеорологических	Ущерб
15	13.12.2005 г.	Шамалган		10...12	Преимущественно гидрометеорологические	Снесен пешеходный мостик выше школы, жертв нет
16	04.01.2006 г.	Каскелен		от 17 до 30	Преимущественно гидрометеорологические	Жертв и разрушений нет
17	05.01.2006 г.	Аксай			Гидрометеорологические и антропогенные	При прохождении ледяной массы под мостом образовался затор, вода вышла из русла и подтопила прилегающую территорию
18	05.01.2006 г.	Узынкаргалы	п. Фабричный	20...30 – 70...80	Гидрометеорологические и антропогенные	Погибли люди, разрушены гидротехнические сооружения и мосты, нарушено водоснабжение
19	05.01.2007 г.	Узынкаргалы	п. Фабричный	40...80	Антропогенные	Снесены пешеходные мостики через реку в п. Фабричном, ледяная масса в 3 местах вышла на а/дорогу на протяжении 150 м, повреждены элементы шпозов
20	07.01.2007 г.	Каскелен	В черте г. Каскелена	от 40 до 45	Преимущественно гидрометеорологические	Жертв и разрушений нет.
21	07.01.2007 г.	Узынкаргалы	п. Фабричный		Преимущественно гидрометеорологические	Жертв и разрушений нет.

*Примечание:* \* материалы сети наблюдений ГУ «Казселезашита» МЧС РК.

сколько ледовоходных паводков только в одном каком-либо месяце, в другие – в течение различных месяцев.

Наиболее типичным является прохождение ледовоходных паводков во второй половине суток, а именно в вечернее и даже ночное время.

В основном в течение зимы отмечалось по 2 случая ледовоходных паводка, в 15 % зим рассматриваемого периода – по 1 ледовоходному паводку. В зимний период 2006...2007 гг. было зафиксировано 3 случая.

В отдельные годы общее количество наблюденных ледовоходных паводков относится только к одной реке, на которой они имели место. В другие годы общее количество ледовоходных паводков является суммой случаев их прохождения по разным рекам.

Ледовоходные паводки могут проходить синхронно по разным рекам или с разницей во времени в 1...2 суток. Одновременное прохождение ледовоходных паводков может наблюдаться на 2...3 реках. При одновременном прохождении ледовоходных паводков на двух реках, в дальнейшем они могут продолжать формироваться только по одной из них последовательно друг за другом в течение достаточно короткого периода.

Систематизированные основные сведения по ледовоходным паводкам на реках Илейского Алатау приводятся ниже (табл.).

Несмотря на значительную угрозу для населения и хозяйственных объектов это природное явление мало изучено. В тоже время в целях избежания негативных последствий необходимо своевременное выявление опасности его возникновения и принятие защитных мер.

Для принятия управляющих решений по защите от разрушительных воздействий ледовоходных паводков необходимы методы их прогноза, профилактики, а также защитных мероприятий. Разработка таких методов является сложной задачей, требующей проведения углубленных научных исследований по обоснованию условий и механизмов формирования и движения ледовоходных паводков на базе не только материалов наблюдений, но и с использованием математического и физического моделирования, исследования геоморфологических факторов, русловых процессов и т.д.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берденников В.П. Условия шугохода в зоне кромки льда при формировании затора // Труды ГГИ. – 1962. – Вып. 93. – С. 24-39.
2. Гляциологический словарь. / Под ред. Котлярова В.М. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 528 с.
3. Жданов В.В. Гидрометеорологические условия зимнего периода на север-

- ном склоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №4. – С. 102-107.
4. Жданов В.В. К оценке роли изменения температуры воздуха в формировании водоледовых селей // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №2. – С. 73-78.
  5. Козлов Д.В. Лед пресноводных водоемов и водотоков. – М.: Изд-во МГУП, 2000. – 263 с.
  6. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 46 с.
  7. Пехович А.И., Трегуб Г.А. Расчет шугообразования и движения кромки ледяного покрова в нижних бьефах ГЭС. // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – 1980. – Т. 143. – С. 87-91.
  8. Рымша В.А. Методика расчета стока шуги. // Труды ГТИ. – 1956. – Вып. 55. – С. 70-93.
  9. Степанов Б.С., Яфязова Р.К., Жданов В.В. Водоледающие сели. К механизму формирования водоледающих конструкций // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №3. – С. 143-152.
  10. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.

Поступила 21.12.2011

Геогр. ғылымд. докторы	А.Р. Медеу
Геогр. ғылымд. канд.	Т.Л. Киренская
	Н.К. Машукова
Геогр. ғылымд. канд.	А.К. Мусина

**ІЛЕ АЛАТАУЫ ӨЗЕНДЕРІНДЕ МҰЗДЫ-СУЛЫ СУ  
ТАСҚЫНДАРЫНЫҢ (АНЖЫР ЖҮРІСІ) КЕҢІСТІК ЖӘНЕ УАҚЫТ  
БОЙЫНША ҮЛЕСТІРІЛУІНІҢ ЖАЛПЫ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ  
ЖАЙЫНДА**

*Іле Алатауы өзендеріндегі 1994...2010 жж. аралығында бақыланған мәліметтер жиналып, жүйеленген, олардың кеңістіктік-уақыттық үлестірімдері анықталып, олардың қалыптасуы мен жүріп өту ерекшеліктері қарастырылған.*

УДК 556. 114

Доктор геогр. наук С.М. Романова \*

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК  
СЕВЕРНОГО СКЛОНА ИЛЕ АЛАТАУ В 2010 ГОДУ\*****Сообщение 3. Микроэлементы в воде***МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ИЛЕ АЛАТАУ,  
СЕВЕРНЫЙ СКЛОН, РЕКИ*

*Приведены материалы собственных исследований по изучению режима микроэлементов (фтора) и ряда металлов (меди, цинка, марганца, свинца, кадмия и др.) в воде рек северного склона Иле Алатау за 2009...2010 гг.*

Поверхностные и подземные воды кроме компонентов основного химического состава содержат микроколичества других ионов и их соединений. Название микроэлементов в некоторой степени условно, поскольку содержание их в различных объектах гидросферы значительно варьирует. Начало исследований микроэлементов положено классическими трудами выдающихся геохимиков В.И. Вернадского и А.П. Виноградова. Наиболее полные, разносторонние и систематические исследования микроэлементов в поверхностных водах проводятся в Гидрохимическом институте (г. Новочеркасск и Ростов на Дону) с 1954 г. На основании этих исследований установлены закономерности распределения и поведения микроэлементов в природных водах большей части СНГ, впервые рассчитан их вынос реками с территории России в морские бассейны и решен ряд других задач и проблем.

С точки зрения химии микроэлементов природные воды Казахстана недостаточно изучены. Отметим, что большую роль в изучении закономерностей распределения редких и рассеянных элементов в природных водах Казахстана сыграли исследования, проведенные в лаборатории природных солей Института химических наук МОН РК под руководством А.И. Мун [1], относящиеся к периоду 50-х...60-х годов прошлого столетия. К большому сожалению, такие исследования прекратились после кончины доктора химических наук А.И. Мун. Исследование режима и динамики микроэлементов, как составной части комплексных

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

исследований природных водоемов и водотоков Казахстана проводятся с 1960 г. на кафедре неорганической химии КазНУ им. аль-Фараби вначале под руководством Б.А. Беремжанова, М.А. Ибрагимовой [2], затем автора данного сообщения [3]. Определенный вклад в развитие гидрохимии микроэлементов внесен крупными учеными Казахстана Н.А. Амиргалиевым [4], М.Ж. Бурлибаевым [5] и др.

В данном сообщении представлены результаты исследования неметалла фтора, а также металлов меди, цинка, марганца, свинца, хрома, кадмия, алюминия, стронция в воде рек Северного склона Иле Алатау (ССИА) в годичном цикле 2009...2010 гг. Микроэлементы определялись: фтор и марганец – фотометрическим методом, с ализарином и формальдоксимом соответственно; металлы – методом атомной адсорбции [5]. Определение содержания металлов методом атомной адсорбции проведено при участии Н.Б. Казангаповой.

Содержание *фтора* в воде рек ССИА по течению в период исследования колебалось в пределах 0...2,20 мг/дм<sup>3</sup>, причем в нижнем течении, в большинстве случаев, вода содержала больше фтора на 0,20...1,40 мг/дм<sup>3</sup>, чем в верховье (табл. 1). Кроме того, вода рек Шамалган, Аксай, Каскелен и Есентай в течение годичного цикла содержит фтор на всем протяжении от верховья до устья, а р. Улькен Алматы – только в верховье.

Таблица 1

Предельные значения содержания фтора и марганца в воде рек ССИА по течению, 2009...2010 гг.

Река	Фтор, мг/дм <sup>3</sup>	Марганец, мкг/дм <sup>3</sup>
У. Алматы, верховье	0,64...2,00	1,0...33,5
У. Алматы, низовье	0...1,12	0...90,0
К. Алматы, верховье	0...2,10	0...42,0
К. Алматы, низовье	0...3,50	0...59,0
Шамалган, верховье	0,40...1,60	0...38,3
Шамалган, низовье	0,03...1,50	0...67,0
Аксай, верховье	0,05...1,60	0...50,0
Аксай, низовье	0,55...1,81	0...116,7
Каскелен, верховье	0,02...1,80	0...43,0
Каскелен, низовье	0,62...2,20	0...108,3
Есентай, верховье	0,75...1,50	10,0...33,5
Есентай, низовье	0,05...1,42	0...55,0

В январе 2010 г. в воде р. Талгар (г. Талгар) обнаружена повышенная концентрация фтора, превышающая ПДК (0,75 мг/дм<sup>3</sup>) в 4,0 раза, в остальные сезоны года его содержание колебалось в пределах 0...1,26 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2). В 13 случаях из 40 талгарская вода обогащена фтором в 1,4...2,1 ПДК. Вода

рек ручейкового типа в большинстве случаев содержит фтора в концентрации 0,8...3,3 ПДК, редко фтор не обнаруживается или находится в пределах ПДК. Вода р. Шарын, отобранная в районе Шарынского каньона, содержит меньше всего фтора, 0,14...0,25 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1).

Таблица 2

Предельные значения содержания фтора и марганца в воде рек ССИА, 2009...2010 гг.

Река	Фтор, мг/дм <sup>3</sup>	Марганец, мкг/дм <sup>3</sup>
Талгар, г. Талгар	0...3,00	0...83,8
Иссык, г. Иссык	0...1,60	0...42,0
Бесагаш, с. Ават	0,05...1,35	0...128,0
Тургень, с. Таутургень	0...1,60	0...28,0
Лавар, с. Лавар	0,88...1,00	8,0...42,0
Шарын, каньон	0,14...0,25	17,0...92,0
Мойка, роща Баума	0,10...2,42	0...250,0
Карасу, ГКБ №4	0,02...2,44	0...133,0
Теренкара, пересеч. БАК	0...1,16	0...108,9
Ащибулак, пересеч. БАК	0...1,60	0...25,0
Султанка, ул. Федеративная	0,02...1,43	0...33,5
Казачка, вход в зоопарк	0...1,60	17,0...46,0
Солоновка, ул. К. Либкнехта	0...1,40	1,2...75,0

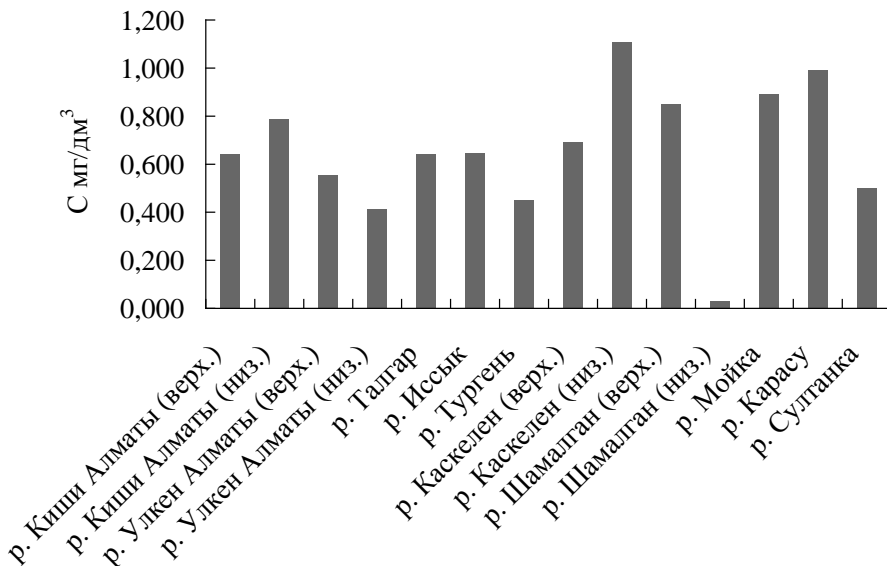


Рис. 1. Среднегодовая концентрация фтора в воде рек ССИА.

Важным источником фторид ионов и других микроэлементов в природных водах служат продукты разрушения горных пород, в состав которых входят



фторапатит, турмалин, фосфорит, гранит, слюды, почвенная пыль и алюмосиликаты. Нами установлено, что влияние отдельных ионов на миграцию фтора в воде рек проявляется в неодинаковой степени в различные сезоны года.

*Марганец* относится к наиболее распространенным в воде микроэлементам. Главными факторами, определяющими содержание марганца в воде объектов гидросферы, являются: значения рН, присутствие диоксида углерода, насыщенность кислородом и концентрация органического вещества. По данным Г.С. Коновалова за период 1960...1980 гг. размах варьирования концентрации марганца в речных водах СНГ составил 1...160 мкг/дм<sup>3</sup>, а среднее его содержание – 10 мкг/дм<sup>3</sup> [5].

Вода всех рек ССИА содержит марганец в растворимой двухвалентной форме в количестве 0...250 мкг/дм<sup>3</sup>, причем повышенные его концентрации обнаружены в воде р. Мойка в феврале 2010 г. (250 мкг/дм<sup>3</sup>), р. Карасу в марте 2010 г. (133 мкг/дм<sup>3</sup>), р. Бесагаш в июне 2009 г. (128 мкг/дм<sup>3</sup>), р. Теренкара в ноябре 2009 г. (108 мкг/дм<sup>3</sup>). В остальных реках содержание марганца изменяется в пределах 0...9,2 ПДК. Обнаружено, что содержание марганца в воде рек значительно варьирует не только в течение года, сезона, но даже месяца. Так, в январе 2009 г. в воде р. Каскелен (низовье, п. Заречный) концентрация марганца колебалась в пределах 42,0...108,3, марте – 0...80,0, а в июле – 8,0...50,0 мкг/дм<sup>3</sup>; в воде р. Теренкара в апреле 1...16,5; мае 20,0...35,0 мкг/дм<sup>3</sup>. Этот факт свидетельствует о влиянии антропогенного фактора на режим и динамику марганца.

По течению рек в большинстве случаев наблюдается обогащение воды соединениями марганца, в среднем на 17,0...66,7 мкг/дм<sup>3</sup>. Наиболее загрязненную воду имеют нижние участки рек Аксай и Каскелен. Среднегодовая концентрация марганца варьирует в пределах 6,25...67,5 мкг/дм<sup>3</sup>, причем наибольшее содержание зафиксировано в воде нижнего участка р. Шамалган (рис. 2).

В последнее десятилетие *тяжелые металлы* вышли на одно из первых мест, среди загрязняющих веществ в водотоках и водоемах Казахстана. Известно, что металлы участвуют во многих важнейших процессах и являются индикаторами загрязнения водных масс. Так, медь и цинк относятся к так называемым «приоритетным» металлам и требуют постоянного контроля, поскольку увеличение их содержания может превратить эти жизненно необходимые для организмов элементы в токсиканты. Контроль содержания марганца, свинца и других элементов необходим, поскольку они играют большую роль в развитии гидробионтов и их содержание строго регламентировано при водоподготовке и использовании для различных целей.

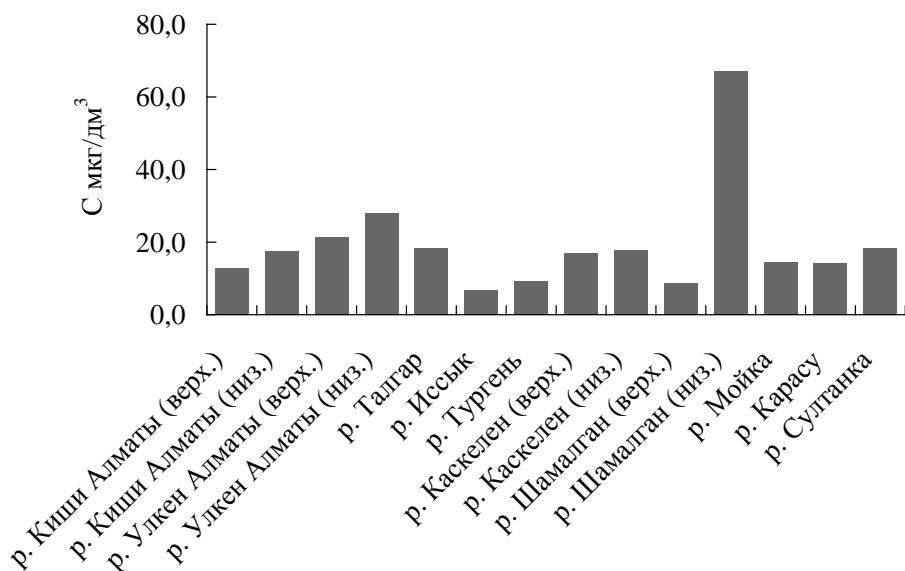


Рис. 2. Среднегодовая концентрация марганца в воде рек ССИА.

Определено содержание 12 металлов в воде 8 рек ССИА (Тургень, Иссык, Талгар, Каскелен, Киши Алматы, Есентай, Бесагаш, Теренкара) в весенний период 2009 г. Так, по убывающей концентрации металлов располагаются в следующий ряд: *стронций*  $(6...190) \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup> } *хром*  $13 \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup> } *свинец*  $(2...7) \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup> } *молибден* (следы... $3 \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup>) } *алюминий*  $(0...1) \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup> } *кобальт*  $15 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup> } *никель*  $(7...8) \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup> } *медь*  $6 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup> } *цинк*  $(4...6) \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup> } *серебро*  $3 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup> } *кадмий*  $(5...25) \cdot 10^{-5}$  мг/дм<sup>3</sup> } *бериллий*  $(0...16,8) \cdot 10^{-4}$  мкг/дм<sup>3</sup>.

По длине реки Есентай из всех металлов наблюдается некоторое увеличение только концентрации стронция (на  $0,011$  мг/дм<sup>3</sup>).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мун А.И., Бектуров А.Б. Распределение микроэлементов в водоемах Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1971. – 290 с.
2. Ибрагимова М.А. Физико-химическая характеристика воды рек бассейна оз. Балхаш: Автореф. дис. ... канд. хим. наук / Казахский Государственный университет им. С.М. Кирова. – Алма-Ата, 1969. – 24 с.
3. Романова С.М. Антропогенная трансформация гидрохимического режима и качества вод бессточных водоемов Казахстана: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. / КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2006. – 40 с.
4. Амиргалиев Н.А. Гидрохимия канала Иртыш-Караганда. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 199 с.

5. Бурлибаев М.Ж., Базарбаев С.К. и др. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов.– Алматы: Каганат, 2002. – 256 с.

Поступила 18.01.2011

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова

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

**3 Хабарлама. Судағы микроэлементтер.**

*Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі өзен суларындигы микроэлементтер( фтор) мен металдардың (Cu, Zn, Mn, Pb, Cd) 2010 жылғы режимін өзіндік зерттеу материалдары келтірілген.*

УДК 556.114(282.255.45)

А.М. Бажиева \*

**СВЯЗЬ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО  
РЕЖИМОВ РЕКИ ЧУ***ИОНЫ, КАТИОНЫ, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ,  
ВОДНОСТЬ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, УСЛОВНО-  
ЕСТЕСТВЕННЫЙ, НАРУШЕННЫЙ.*

*В статье рассматривается изменение ионного состава воды р. Чу в зависимости от водности реки (многоводные, среднемноговодные, маловодные и среднемаловодные) при условно-естественном и нарушенном режимах.*

По гидрохимическим особенностям р. Чу условно разделена на три участка: верхнее течение (от поста с. Кочкорка до поста с. Милянфан), среднее течение (от поста с. Милянфан до поста свх им. Амангельды), нижнее течение (ниже поста свх им. Амангельды) [1].

В многоводные годы естественного гидрологического режима среднее значение минерализации воды р. Чу – с. Кочкорка (верхнее течение) составляет 262,4 мг/дм<sup>3</sup>. Изменение минерализации носит сезонный характер, что обусловлено изменением в течение года питания реки. При увеличении поверхностного стока минерализация падает до 212,7 мг/дм<sup>3</sup>, а при его уменьшении и увеличении грунтового питания она возрастает, и достигает наибольших величин (309,2 мг/дм<sup>3</sup>). Зависимость минерализации от расхода воды в створе с. Кочкорка характеризуется обратно пропорциональной связью, где корреляционное отношение находится в пределах -0,81.

В анионном составе воды верхнего течения реки в этот период доминируют ионы гидрокарбонатов, преобладание которых хорошо выражено (60,8 % экв.). Концентрации ионов сульфатов и хлоридов не превышают в большинстве случаев 10,98 и 3,9 % экв., соответственно. Преобладающими катионами в воде на этом участке реки являются ионы кальция, относительное содержание которых составляет 17,4 % экв. Концентрация суммы натрия и калия, ионов магния незначительная и не превышает соответственно 5,15 и 3,8 % экв. Жесткость воды в период половодья на этом участке реки составляет 1,88...3,03 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

---

\* Институт географии, г. Алматы

В естественных условиях в годы с  $P = 25\%$  обеспеченностью зависимость минерализации от главных ионов характеризуется теснотой связи только с кальцием, где корреляционное отношение достигает 0,72, а с гидрокарбонатами и сульфатами корреляционное отношение находится в пределах 0,58. С остальными ионами связи практически нет. Сезонные изменения минерализации и ионного состава воды на р. Чу – с. Кочкорка в сопоставлении с расходом воды приводятся на рис. 1, где видно, что внутригодовое изменение минерализации воды и ионно-солевого состава происходит согласно с водным режимом реки. Наименьшие расходы воды наблюдаются в осенне-зимний период, наибольшие – летом, т.е. в период интенсивного поступления в реку талых ледниковых вод.

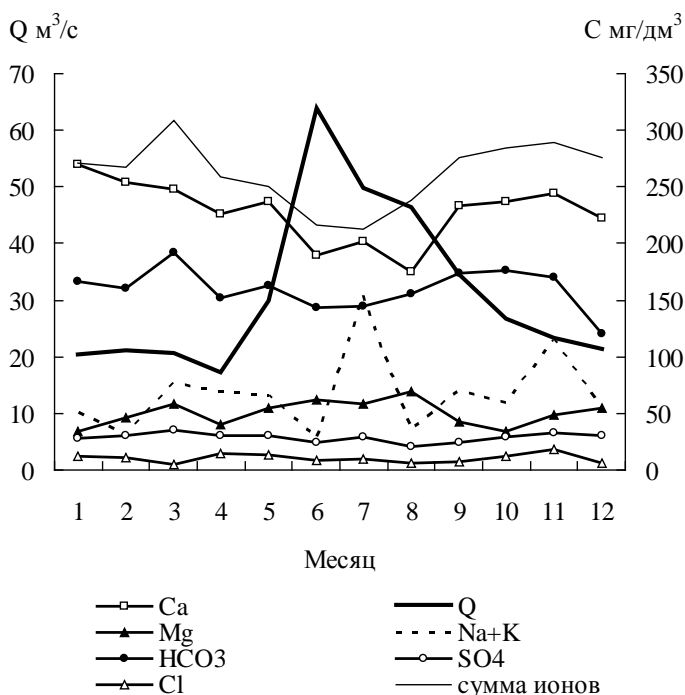


Рис. 1. Сезонные изменения минерализации, главных ионов и расхода воды р. Чу – с. Кочкорка.

Связь минерализации и расхода воды в створе с. Милянфан не большая, корреляционное отношение имеет значения в пределах -0,42. В ходе исследования двойных интегральных кривых определяем, что с вводом в эксплуатацию в 1946 году Восточного Большого Чуйского канала (ВБЧК) и зарегулирования стока реки, соответственно произошло изменение ионно-

го состава. В годы с  $P = 25$  % обеспеченностью минерализация в среднем составляет  $317,5 \text{ мг/дм}^3$ . Наибольшее значение наблюдается в сентябре ( $354,6 \text{ мг/дм}^3$ ), а наименьшее – в августе ( $261,5 \text{ мг/дм}^3$ ).

В анионном составе воды на этом участке также доминируют ионы гидрокарбонатов, преобладание которых хорошо выражено ( $57,5$  % экв.). Второе место по содержанию занимают ионы сульфатов ( $13,9$  % экв.). Концентрация ионов хлоридов невысокая и не превышает  $2,85$  % экв. Преобладающими катионами в воде является кальций, его относительное содержание составляет  $14,64$  % экв. Концентрация суммы натрия и калия и ионов магния незначительная и не превышает  $7,82$  и  $3,27$  % экв соответственно. Жесткость воды в этот период на этом участке реки составляет  $0,81 \dots 4,23 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

Зависимость минерализации от главных ионов характеризуется тесной связью, с группой анионов, где корреляционное отношение колеблется в пределах  $0,71 \dots 0,89$ , а с группой катионов корреляционное отношение незначительное, и находится в пределах  $0,37 \dots 0,48$ . Сезонные изменения минерализации и ионного состава воды р. Чу в створе у с. Милянфан в сопоставлении с расходом воды в многоводные годы отражены графиками на рис. 2.

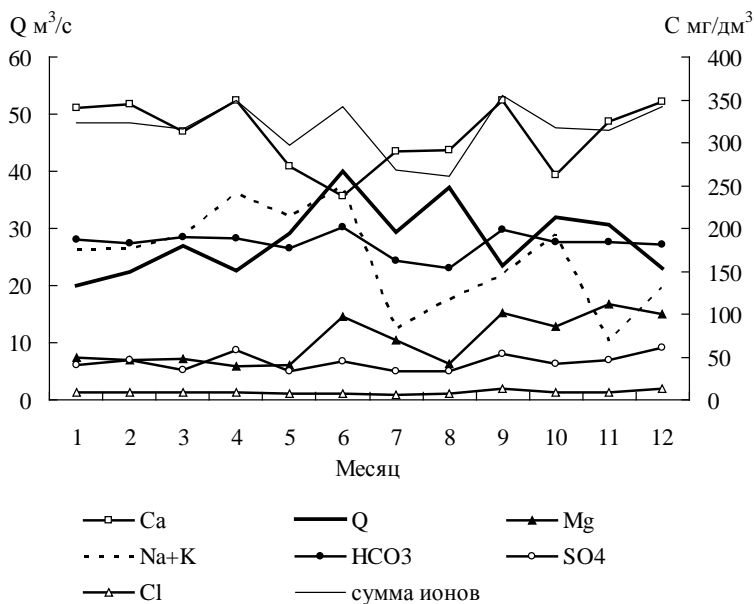


Рис. 2. Сезонные изменения минерализации, главных ионов и расхода воды р. Чу – с. Милянфан.

Верхнее течение р. Чу по гидрохимическим особенностям в годы с  $25$  % обеспеченностью условно-естественного гидрологического режима

характеризуется средней минерализацией воды  $290 \text{ мг/дм}^3$  при жесткости  $2,36 \text{ мг-экв/дм}^3$ , окисляемость воды составила 2,43. Такая низкая величина минерализации, объясняется преобладанием в питании рек талых вод. Кроме того, притоки (Каракуджур, Кочкор, Каракол, Чон-Кемин и др.), поступающие в реку в верхнем течении характеризуются низкой минерализацией (от  $86,3$  до  $288,9 \text{ мг/дм}^3$ ) [2]. Химический состав имеет резко выраженный гидрокарбонатный характер.

В среднем течении реки в годы с 25 % обеспеченностью условно-естественного гидрологического режима, среднее значение минерализации воды составляет  $512,6 \text{ мг/дм}^3$ , с 50 % обеспеченностью –  $503,1 \text{ мг/дм}^3$ , а в годы с 95 % обеспеченностью достигает  $541,1 \text{ мг/дм}^3$ . Внутригодовые колебания минерализации реки в среднем течении значительно отличаются от колебаний в верхнем течении. При увеличении поверхностного стока ( $108 \text{ м}^3/\text{с}$ ), минерализация имеет также наивысшие значения ( $573,5 \text{ мг/дм}^3$ ), а при его уменьшения ( $68,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ), она достигает наименьших величин ( $447,4 \text{ мг/дм}^3$ ). Зависимость минерализации от расхода воды в створе с. Ташуткуль характеризуется слабой связью, где корреляционные отношения  $0,37$  в многоводные годы, в средне многоводные  $-0,51$  и в маловодные годы  $-0,08$ .

В анионном составе воды в среднем течении реки в этот период также как и в верхнем течении доминируют ионы гидрокарбонатов, преобладание которых хорошо выражено ( $43,8...44,29 \%$  экв.). Увеличивается концентрация ионов сульфатов до  $22,6 \%$  экв в годы с 25 % обеспеченностью, в годы с 50 % обеспеченностью до  $24,35 \%$  экв, в маловодные годы до  $24,5 \%$  экв. Ионы хлоридов невысокие в пределах  $3,7...3,9 \%$  экв. В катионном составе содержание кальция уменьшается, а концентрация щелочных элементов натрия и калия увеличивается, соответственно  $13,24 \%$  экв. и  $10 \%$  экв. в многоводные годы, в средне многоводные годы  $14,1 \%$  экв и  $8,8 \%$  экв, в маловодные годы до  $12,32 \%$  экв. и  $10,15 \%$  экв. В среднем течении жесткость воды варьирует в пределах  $1,18...2,67 \text{ мг-экв/дм}^3$ .

Зависимость минерализации от главных ионов характеризуется теснотой связи в годы с 50 % обеспеченностью, где корреляционное отношение колеблется в пределах  $0,78...0,91$ , кроме ионов кальция. А в многоводные и маловодные годы хорошая связь только с суммой натрия и калия, корреляционное отношение соответственно  $0,88$  и  $0,73$ , связи с остальными ионами незначительные.

Для характеристики гидрохимического режима р. Чу в среднем течении использованы данные о химическом составе её воды у поста с. Тасоткель за многоводный, средне многоводный и маловодный период условно-естественного гидрологического режима.

В среднем течении река принимает ряд притоков (Ргайты, Калгата, Какпатас, Карабалты, Алаарча), которые интенсивно используются на орошение с 30 годов 20 века и значительно влияют на гидрохимический режим. Поэтому в условно-естественном гидрологическом режиме в среднем течении р. Чу наблюдается увеличение минерализации. Приток Ргайты отличается сульфатным характером, что сказывается на резком повышении концентрации ионов сульфатов. Преобладающими ионами в воде этого участка являются ионы гидрокарбонатов.

На водосборе нижнего течения р. Чу распространены среднесоленые и сильнозасоленные почвенные покровы, вследствие чего минерализация воды на этом участке реки в годы с 25 % обеспеченностью увеличивается от 557,4 мг/дм<sup>3</sup> (с. Амангельды) до 1458,4 мг/дм<sup>3</sup> (с. Уланбель), в годы с 50 % обеспеченностью от 585,5 мг/дм<sup>3</sup> (с. Амангельды) до 1590,8 мг/дм<sup>3</sup> (с. Уланбель), в маловодные годы от 882,4 мг/дм<sup>3</sup> и выше 2000 мг/дм<sup>3</sup>. Жесткость воды на этом участке р. Чу в маловодные годы достигает до 26,13 мг-экв/дм<sup>3</sup> (с. Уланбель), в многоводные годы от 4,15 мг-экв/дм<sup>3</sup> (с. Амангельды) до 13 мг-экв/дм<sup>3</sup> (с. Уланбель).

Между минерализацией и расходом воды для створа р. Чу – с. Амангельды в маловодные годы существует хорошая обратная связь, где корреляционный коэффициент равняется -0,76, в многоводные и среднемноговодные годы корреляционные отношения незначительные от -0,24 до -0,27. Изменение концентрации главных ионов в зависимости от минерализации воды характеризуется теснотой связи, в многоводные годы эта связь незначительная для кальция и магния, а в маловодные годы для кальция и гидрокарбонатов.

В анионном составе воды в створе Амангельды доминируют ионы гидрокарбонатов, преобладание которых хорошо выражено в годы с 25 % и 50 % обеспеченностью (42,12...37,12 % экв.), в годы с 95 % обеспеченностью доминируют сульфаты 32,13 % экв. Ионы хлоридов невысокие в пределах 5,09...8,67 % экв. В катионном составе в многоводные и среднемноговодные годы содержания кальция и суммы натрия и калия увеличивается равномерно, в маловодные годы содержание кальция резко уменьшается, а концентрация щелочных элементов натрия и калия увеличивается до 16,52 % экв. Ионы магния невысокие в пределах 3,43...4,92 % экв.

В связи с низкой водностью наиболее минерализован участок р. Чу в районе с. Уланбель. Зависимость минерализации от расхода воды характеризуется теснотой связью, в годы с 25 %, 75 % и 95 % обеспеченностью корреляционный коэффициент в пределах -0,60...-0,74, в годы с 50 % обеспеченностью снижается до -0,40.



Минимальные величины минерализации воды в низовьях р. Чу (с. Уланбель) совпадают с максимальными значениями расхода воды. Соответственно с изменением минерализации изменяется и концентрация отдельных главных ионов. Зависимость минерализаций от главных ионов характеризуется теснотой связи, где корреляционное отношение колеблется в пределах 0,61...0,96, только в годы с 50 % обеспеченностью корреляционное отношение небольшое в пределах 0,22...0,42 (рис. 3).

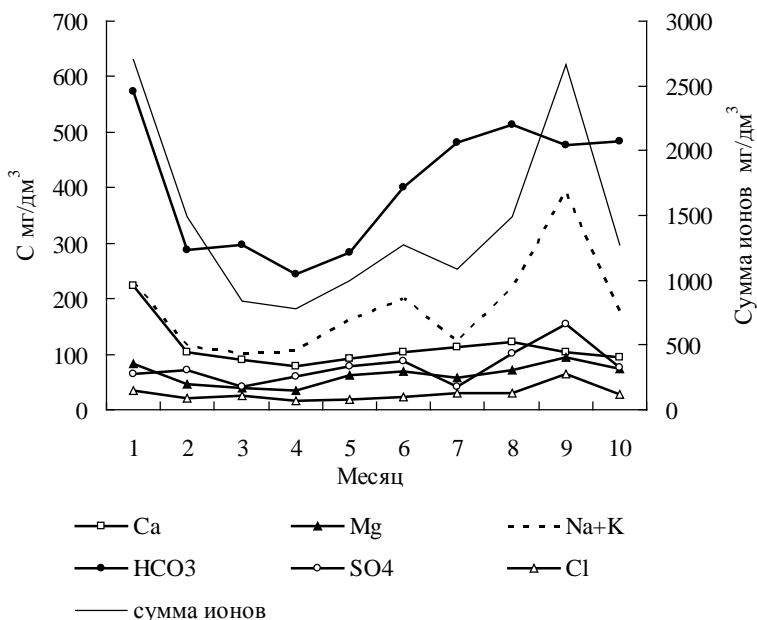


Рис. 3. Сезонные изменения минерализации и главных ионов р. Чу – с. Уланбель.

В анионном составе воды нижнего течения доминируют почти одинаково ионы гидрокарбонатов и сульфатов, в маловодные годы преобладания сульфатов достигает 33,3 % экв. Ионы хлоридов в пределах от 7,98 % экв до 12,01 % экв. В катионном составе содержания щелочных элементов натрия и калия увеличивается до 14,68 % экв. Ионы кальция на втором месте среди катионов и колеблются в пределах 6,1...7,94 % экв, ионы магния невысокие в пределах 3,29...5,17 % экв.

Преобладающими ионами в воде нижнего течения р. Чу в многоводные, среднемноговодные и среднемаловодные годы являются ионы гидрокарбонатов, в маловодные годы преобладающими ионами являются сульфатные ионы.

В этом участке река принимает один из крупных притоков р. Курагаты, у которой анионный состав характеризуется выраженным преобладанием сульфатных ионов, также этот участок реки питается в основном грунтовыми водами. Таким образом, минерализация воды увеличивается, что обусловлено главным образом водным режимом, а также влиянием геологических, гидрогеологических и др. условий на водосборах реки. Поэтому р. Чу в нижнем течении имеет своеобразный гидрохимический режим.

Ионный сток [3] р. Чу, рассчитанный для створа с. Уланбель, составляет 811,5 тыс. т в год. По гидрологическим сезонам ионный сток распределяется следующим образом: зима (декабрь – февраль) – 24,8 %, весна (март – май) – 60,9 %, лето (июнь – август) – 9,5 %, осень (сентябрь – ноябрь) – 4,8 %. Показатель ионного стока на единицу площади составляет 12,0 т/км<sup>2</sup> в год.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние гидрометеорологических условий на рост и развитие пойменной растительности // Научный отчет по теме № 312 / Под ред. С.А. Бедарева - КазНИГМИ, Алматы 1972. – С. 20-28.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Средняя Азия. – Вып. 2. Бассейны оз. Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 36 с.
3. Никаноров А.М., Посохов Е.В. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 351 с.

Поступила 14.10.2011

А.М. Бажиева

#### **ШУ ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ТӘРТІПТЕРІ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫСЫ**

*Мақалада Шу өзенінің шартты-табиғи және реттелген тәртіптердегі сулылығына (көп сулы, орташа көп сулы, аз сулы және орташа аз сулы жылдар) байланысты иондық құрамының өзгеруі қарастырылады.*

ЭОЖ 556.46:556.54

Геогр. ғылымд. докторы С.Қ. Давлетғалиев \*

А.С. Пшенчинова \*

**ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІНІҢ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ  
ҮЛЕСТІРІМІН ЕСЕПТЕУ**

*СУ РЕСУРСТАРЫ, ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ ҮЛЕСТІРІМІ, СУ ШАРУАШЫЛЫҚ, ЖИНАҚТАУ ӘДІСІ, НАҚТЫ ЖЫЛ ӘДІСІ, ШЕКТЕУСІЗ КЕЗЕҢ, ШЕКТЕУШІ МАУСЫМ, БЕКЕТ, БІРТЕКТІЛІК, СТЬЮДЕНТ ЖӘНЕ ФИШЕР КРИТЕРИЙЛЕРІ, РЕГРЕССИЯ ТЕНДЕУІ, БАЙҚАЛҒАН ЖӘНЕ ТАБИҒИ ТҮЗЕТІЛГЕН МӘНДЕР, СУЛЫЛЫҚ ТОБЫ, АҒЫНДЫ*

*Мақалада, Жайық өзенінің жылдық ағынды үлестірімінің есебі шартты табиғи (1933...1957 жж.), режимі бұзылған (1958...2007 жж.) кезеңдер және ағындының қайта тұрғызылған деректері (1958...2007 жж.) бойынша орындалды. Есептеу нәтижелері салыстырылып, шаруашылық іс әрекет әсерінен болған жылдық ағынды үлестірімінің өзгерісі әлсіз екендігі анықталды.*

Халық шаруашылығының әр түрлі мақсатында су ресурстарын тиімді және кешенді пайдалану үшін өзендердің жылдық ағынды үлестірімінің заңдылығын зерттеу маңызды мәселелердің бірі. Ағындының жылдық режимі, ең алдымен су шаруашылық имараттардың негізгі параметрлерін: кепілдік берілген су беру, реттеу көлемін және т.б., сәйкесінше су шаруашылық іс-шаралар мен объектілердің экономикалық тиімділігін айқындайды. Су режимінің біркелкі фазасында су өтімі шамасының әртүрлілігі және әртүрлі жылдарда режимнің бір мәнді фазасының басталу уақытының жылжуы салдарынан жылдық ағынды үлестірімі жылдан жылға өзгеріп отырады. Жылдық ағынды үлестіріміне әртүрлі факторлар әсер етеді. Олар: климаттық жағдайлар (алапқа түсетін жауын – шашын көлемі, мұздықтардың және маусымдық қарлардың еру кезеңіндегі ауа температурасы, алаптар бетінен булану және т.б.), жергілікті жер бедері, өзендердің қоректену типі, гидрогеология және т.б. Таулы аймақтарда әсіресе жер бедерінің әсері мол. Ол өз кезегінде жалпы

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

ылғалдану шарттарын анықтайды. Жылдық ағынды үлестірімінің негізгі факторы – жер бедерінің тік белдеуі.

Қазіргі уақытта жылдық ағынды үлестірімін есептеу әдістері жеткілікті. Ресей Федерациясының ережелер жинағына сәйкес жылдық ағынды үлестірімі негізгі үш әдіс арқылы орындалады [4]: жинақтау (метод компоновки), нақты жыл, сулылықтың сипатты градациясына сәйкесінше жылдың орташа ағынды үлестірімі.

Біздің жұмыста ағындының жылдық үлестірімі жинақтау және нақты жыл әдістері арқылы есептелді. Барлық жағдайда есептеу шаруашылық жылдан басталды.

Жылдық ағынды үлестірімі жинақтау әдісі арқылы (шектеуші кезең және шектеуші маусым) жыл ішіндегі ағынның арту ықтималдылығының теңдестігі қағидасын қолдану арқылы анықталады. Шектеусіз кезеңнің ағыны жыл ішіндегі ағынның әртүрлілігі арқылы анықталады және шектеуші кезең үшін де осылай болады. Ал шектеуші кезеңге кіретін шектеусіз маусым ағыны шектеуші кезең және маусым үшін ағынның әртүрлілігі арқылы анықталады [1].

Нақты жыл әдісі бойынша жылдық ағынды үлестірімін анықтау есептік су шаруашылық жылын таңдауға негізделген. Бұл таңдау есептік сулылық тобының  $j$  – жылдар саны және келесі шарттың орындалуы арқылы жүзеге асады:

$$\sum (\Delta P)_j^2 = (P_{с.ш.м.} - P_{е.с.})_j^2 + (P_{ш.к.} - P_{е.с.})_j^2 + (P_{ш.м.} - P_{е.с.})_j^2 + (P_{ш.а.} - P_{е.с.})_j^2, \quad (1)$$

мұндағы  $P_{е.с.}$  – барлық есептік уақыт аралығында бірдей қабылданатын, артудың есептік ықтималдылығы;  $P_{с.ш.м.}$  – су шаруашылық жыл;  $P_{ш.к.}$  – шектеуші кезең;  $P_{ш.м.}$  – шектеуші маусым;  $P_{ш.а.}$  – шектеуші ай;  $\sum (\Delta P)_j^2$  – нәтижелі қосынды.

Жоғарыда келтірілген (1) теңдеуі арқылы шыққан ең төменгі қосынды мәні  $\sum (\Delta P)_j^2$  бар су шаруашылық жыл есептік жыл ретінде қабылданады. (1) теңдеуінің сол жақ бөлігі су шаруашылық жылға ең аз әсер еткенімен, ол жылдық ағынды үлестірімінің қатысты үлгісі ретінде қабылданады. Зерттеліп отырған өзеннің ағындысын реттеу мақсатында өзен суларын пайдалану жоспарында (1) теңдеуінің оң жақ бөлігінен  $(P_{ш.а.} - P_{е.с.})$  мәні алынады [3]. Нақты және жинақтау әдістері арқылы ағындының абсолютті есептік үлестірімі, қамтамасыздықтың аналитикалық қисығы арқылы анықталатын, артудың есептік ықтималдылығы бар ағындының жылдық көлеміне ағындының айлық үлестерін көбейту арқылы есептеледі.

Зерттеу мақсаты – Жайық өзенінің ұзындығы бойынша шартты табиғи және алаптың шаруашылық қызметі салдарынан режимі бұзылған жағдайда жылдық ағынды үлестірімінің өзгерісін бағалау. Жайық өзенінің жылдық ағынды үлестірім мәліметтері 1970 жылдары жарияланған [5]. Бұл мәліметтер қазіргі жағдайдағы өзгерістерді ескермейді. Сондықтан, соңғы кездегі мәліметтерді қоса отырып нақтыланды.

Жылдық ағынды үлестірім есебі үш бақылау бекеті бойынша орындалды: Жайық өзені – Кушум, Махамбет және Атырау бекеттері. Кушум бекеті бойынша толық бақылау жылдар кезеңі 1921...2007 жж., Махамбет бекеті бойынша 1936...2007 жж., ал Атырау бекеті бойынша 1970...1996 жж. алынды. Жайық өзені және оның негізгі арнасы үшін келесі маусымдар бөлінген: көктем (сәуір-маусым), жаз-күздік (шілде-қараша) және қыстық (желтоқсан-наурыз). Қарастырылып отырған аумақтардың өзен ағындысы су алуға және суармалау үшін қолданылады, соңғы екі маусым бір шектеуші кезеңге біріктірілген, ал қысқы маусым неғұрлым суы аз кезең шектеуші маусым үшін қабылданған.

Жайық өзені үшін жылдық ағынды үлестірімінің өзгеруін бағалау мақсатында ағынды есебі Кушум, Махамбет және Атырау бекеттері бойынша орындалды. Көпжылдық ағынды жүргісінің ерекшелігін айқындау мақсатында жиынтық интеграл әдісі қолданылды. Біздің жағдайымызда Жайық өзені – Кушум бекеті бойынша жиынтық интеграл қисығы 1-сурет көрсетілген.

Жайық өзенінің табиғи режимі көпжылдық реттеуші Ириклин су қоймасы және өзен алабы бойынша шаруашылықтың әртүрлі салаларында ағындыны қарқынды пайдалану әсерінен 1958 жылдан бастап бұзылған. Сондықтан, Жайық өзенінің жылдық ағынды үлестірімін бағалау үшін өзеннің табиғи ағындысын қалпына келтіру керек. Осы мақсат үшін алдымен үш әдіс арқылы өзеннің жылдық ағындысы қалпына келтірілген, біріншіден – ұқсас өзен Сакмара өзені – Қарғалы бекеті, екіншіден – ГГИ әдісі және үшіншіден – Ириклин су қоймасы бойынша орындалды [2].

Бірінші әдісте ағындының айлық мәндерінің арасындағы тәуелділік 1921 жыл мен 1957 жылдардағы бақылау кезеңінің біріктіру арқылы орнатылған. Байланыс сапасы нормативтік документтерде келтірілген талаптарға жауап береді [6]. Байланыс тығыздығы корреляция коэффициентімен сипатталады (0,84...0,97). Яғни, қарастырылып

отырған бекет үшін (Жайық өзені – Кушум бекеті) ұқсас бекет ретінде физикалық және географиялық тұрғыдан ұқсас Сакмара – Қарғалы тұстамасы белгіленді. 1932...1958 жж. кезеңі бойынша әр ай үшін регрессия теңдеуі тұрғызылды. Корреляция коэффициенттері мәні жоғары, яғни ұқсас өзендер байланысы берік. Байланыс теңдеуінен шыққан мәнді түзету формуласы арқылы анықтаймыз. Бұл түзету формуласын Жайық өзені – Кушум бекетінің кейінгі 1958...2007жж. кезеңін қайта тұрғызу үшін пайдаланамыз.

Регрессия теңдеуі арқылы ағынды шамалары барлық айлар бойынша қайта тұрғызылды. Айлық ағынды үлестірімінің ассиметриясы, регрессия теңдеуі бойынша анықталған ағынды есебі кей кезде теріс ағынды мәніне ұшыратуы мүмкін, біздің жағдайымызда көктемгі айлар үшін. Сонымен қатар, айлық мәндер арқылы қайта тұрғызылған жылдық ағынды шамалары қайта тұрғызылған жылдық ағынды шамасына сәйкес келуі керек. Өйткені жылдық ағынды шамасы айлық ағынды шамаларына қарағанда сенімдірек қайта тұрғызылуы мүмкін. Сондықтан, регрессия теңдеуі арқылы есептелген айлық ағынды шамалары, негізінен IV-VI айлар үшін түзетілді. Жылдың айлық ағындысының бір бөлігі (1921...1957 жж.) шартты табиғи кезең бойынша ұқсас жылдар арқылы бағаланды.

Анықталған кезеңдер үшін, яғни 1932...1957 жж. және 1958...2007 жж. дұрыс таңдалғандығын және айлық ағынды қатарын біртектілікке тексеру мақсатында Фишер және Стьюдент критерилері қолданылды. Олар келесі формулалар арқылы сипатталады,

Стьюдент критеріі:

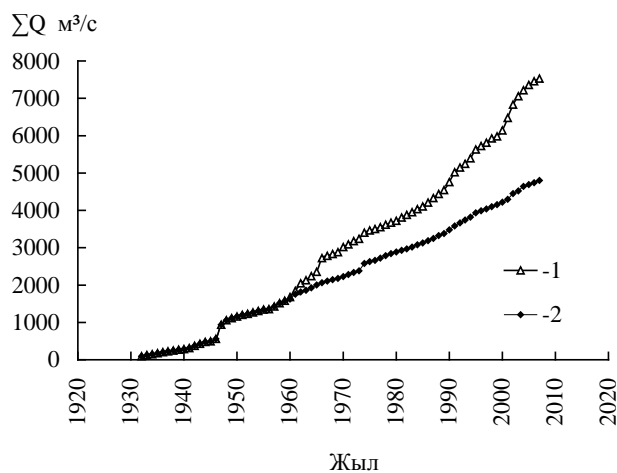
$$|t| = \frac{|\bar{y} - \bar{x}|}{\sqrt{n_x \sigma_x^2 + n_y \sigma_y^2}} \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}}. \quad (2)$$

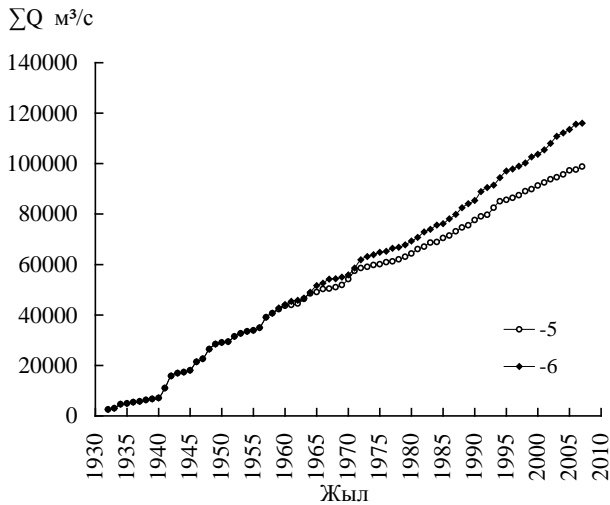
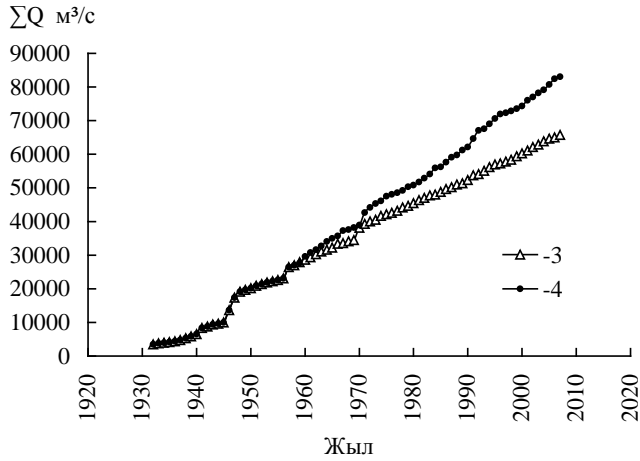
Фишер критеріі:

$$F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2}, \quad (3)$$

мұндағы  $\bar{y}$  және  $\bar{x}$  – таңдамалы қатарлардың орта мәні,  $n_x$  және  $n_y$  – қатар мүшелерінің саны,  $\sigma_x$  және  $\sigma_y$  – қатарлардың орта квадраттық ауытқуы. Қарастырылып отырған кезеңдер үшін, яғни 1932...1957 жж. және 1958...2007 жж. байқалған орташа айлық мәндер және ұқсас өзен арқылы қайта тұрғызылған орташа айлық мәндер бойынша тексеру жүргізілді. (2) және (3) формулалар арқылы табылған статисти-

ка зертханалық жұмыстар орындауға арналған әдістемелік құжатта көрсетілген Стьюдент және Фишер коэффициенттер мәнімен салыстырылды. Яғни, байқалған 1921...1957 жж. тиесілі орташа айлық мәндері арқылы автокорреляция ( $r$ ) мәні анықталды. Автокорреляция мәні 0,10...0,50 аралығында ауытқыды. Әр айлық автокорреляция мәні және мәнділігі 5 % мөлшермен сәйкесінше Стьюдент және Фишер коэффициенттер мәні алынды. (2) және (3) формулалар арқылы табылған коэффициенттер әдістемелік құжаттан алынған коэффициенттерден кіші, яғни  $|t| < t_{\alpha}$  және  $F < F_{\alpha}$  теңсіздігі орындалса, біртектілік гипотезасы қабылданады. Ал кері жағдайда гипотеза қабылданбай альтернативті гипотеза қарастырылады. Зерттеу нәтижесі 1 кестеде келтірілген. Кестеде екі жағдай қаралған, бірінші – 1932...1957 жж. байқалған, 1958...2007 жж. байқалған айлық ағындарының біртектілігі қаралған, екінші – байқалған 1932...1957 жж. және табиғи 1958...2007 жж. біртектілігі Стьюдент, Фишер критерияларымен бағаланған. Байқалған жылдарды салыстырғанда қысқы ағындарының орта мәнінің біртекті еместігі көрсетілген, табиғи жағдайда келтірілген мәндерді салыстырғанда орта мәндер біртекті болып табылады. Фишер критеріі бойынша байқалған мәндер және табиғи қалпына келтірілген ағындар бойынша III-IV айлардың мәні біртекті емес болды. Сондықтан қатарлардың біртектілігін анықтау үшін жиынтық интеграл қисығы тұрғызылды (1-сурет). 1-сурет бойынша табиғи мәні қайта тұрғызылған жиынтық интеграл қисықтарында қатты өзгеріс байқалмайды. Сондықтан, қайта тұрғызылған деректерді табиғи мәндерге сәйкес деп есептеуге болады.





1-сурет. 1932...2007жж. кезеңі үшін Жайық өзені – Кушум бекеті бойынша әр ай жиынтық интеграл қисығы. 1 – наурыз, 2 – наурыз (табиғи), 3 – сәуір, 4 – сәуір (табиғи), 5 – мамыр, 6 – мамыр (табиғи).

Жайық өзені режимінің өзгеруін ескере отырып, жылдық ағынды үлестірімін есептеу екі нұсқада орындалған: шартты-табиғи (1940...1957 жж.) және режимі бұзылған кезең үшін (1958...2007 жж.). Әр кезең үшін үш сулылық тобы бөлінген: суы мол жылдар ( $P < 33,3\%$ ), сулылығы орташа жылдар ( $33,3 \leq P \leq 66,7\%$ ) және суы аз жылдар ( $P > 67\%$ ). Қарастырылып отырған Кушум, Махамбет және Атырау бекеттерінің байқалған мәліметтері бойынша В.Г. Андреевтың жинақтау әдісі



[1] арқылы шартты – табиғи және режимі бұзылған кезеңдері үшін жылдық ағынды үлестірім мәндері анықталды (2...4 суреттер).

1 кесте

1932...1957 жж. және 1958...2007 жж. аралығы үшін су өтімінің байқалған және табиғи мәндерін Стьюдент, Фишер критерилері арқылы тексеру нәтижесі

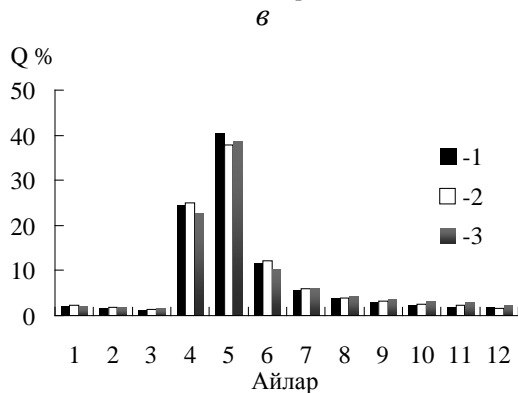
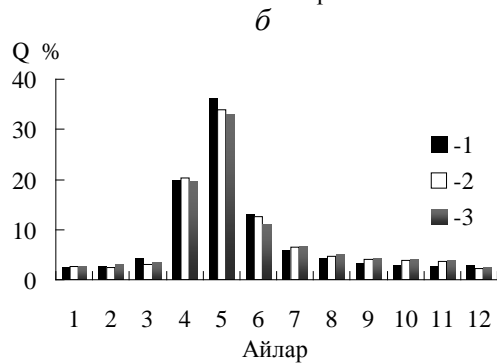
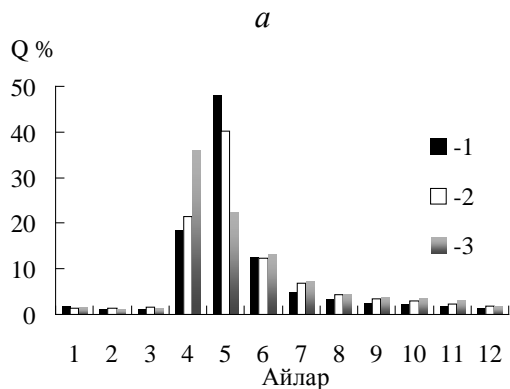
Айлар	Стьюдент критеріі						Фишер критеріі					
	байқалған мәндер			табиғи мәндер			байқалған мәндер			табиғи мәндер		
	$t$	$t_{\alpha}$	нәтиже	$t$	$t_{\alpha}$	нәтиже	$F$	$F_{\alpha}$	нәтиже	$F$	$F_{\alpha}$	нәтиже
1	4,03	3,47	-	3,17	3,47	+	1,08	2,08	+	1,29	2,08	+
2	5,02	3,47	-	3,32	3,47	+	1,76	2,08	+	1,27	2,08	+
3	3,73	2,68	-	1,01	2,68	+	1,28	1,83	+	4,98	1,83	-
4	1,21	2,20	+	0,62	2,20	+	5,38	1,79	-	3,35	1,79	-
5	1,24	2,41	+	0,18	2,41	+	3,97	1,79	-	2,84	1,79	-
6	0,04	2,41	+	0,63	2,41	+	1,52	1,79	+	1,79	1,79	+
7	0,80	2,68	+	1,76	2,68	+	1,32	1,83	+	1,14	1,83	+
8	1,50	3,01	+	2,12	3,01	+	1,09	1,94	+	1,42	1,94	+
9	2,19	2,68	+	2,38	2,68	+	1,37	1,83	+	1,19	1,83	+
10	3,06	3,01	+	1,80	3,01	+	1,27	1,94	+	1,35	1,94	+
11	3,25	3,01	+	2,16	3,01	+	1,21	1,94	+	1,17	1,94	+
12	3,90	3,24	-	2,83	3,24	+	2,62	1,98	-	1,18	1,98	+

Өзеннің ұзындығы бойынша өзгеруі келесідей: 1933...1957 жж. кезеңі үшін, сулылығы мол және орта жылдар бойынша көктемгі ағынның мәндері Махамбет бекетінде Кушум бекетіне қарағанда 5...6 % кеміген, суы аз жылдары өзгеріс жоқ. Ал, 1958...2007 жж. кезеңі үшін суы аз жылдар бойынша өзгеріс байқалады. Яғни, Махамбет бекетінде ағын мөлшері Кушум бекетіне қарағанда 5 % кеміген.

Келесі жаз-күз маусымы, 1933...1957 жж. кезеңі бойынша суы мол және орта жылдарда керісінше Кушум бекетінде Махамбет бекетіне қарағанда 5 % азайған. Ал, суы аз жылдары өзгеріс байқалмайды.

Қарастырылған бекеттер бойынша жылдық ағынды үлестірімін нақты жыл әдісі бойынша қарастрайық (2-кесте). Жайық өзені – Кушум бекеті бойынша 1933...1957 жж. аралығы үшін (1) теңдеуі арқылы шыққан сулылығы мол (25 %) кезеңнің ең төменгі қосынды мәні 1946...1947 жж. есептік су шаруашылық жылына тиесілі. Ал, сулылығы орташа кезең үшін 1943...1944 жж. Сәйкесінше сулылығы аз кезеңнің ең төменгі қосынды мәні 1933...1934 жж. сай келеді.

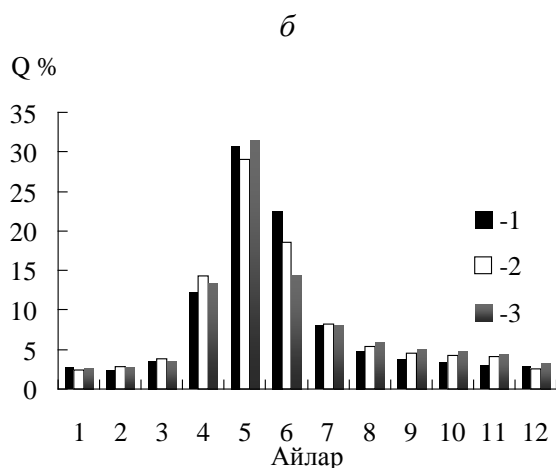
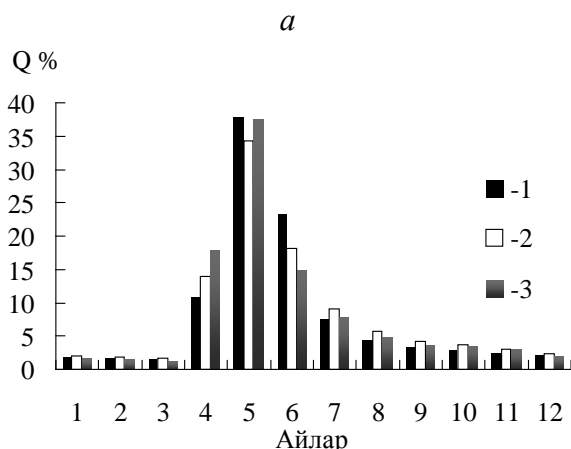
Осы бекет бойынша келесі 1958...2007 жж. аралығын қарастырсақ, берілген (1) тендеуі арқылы шыққан сулылығы мол кезеңнің ең төменгі қосынды мәні 1990...1991 жж. есептік су шаруашылық жылы, ал сулылығы орташа кезең үшін 1978...1979 жж., сулылығы аз кезең үшін 1968...1969 жж. мәніне сәйкес.



*2-сурет. Жайық өзені – Қушум бекеті үшін әр түрлі жылдар бойынша тұрғызылған айлық су өтімдерінің пайыздық мөлшері. а – 1933...1957 жж.; б – 1958...2007 жж.; в – 1958...2007 жж.(табиғи).  
1 – P = 25 %, 2 – P = 50 %, 3 – P = 75 %.*

Қарастырылып отырған негізгі бекеттер бойынша суылығы әр түрлі жылдардың жылдық ағынды үлестірімі  
(нақты жыл әдісі бойынша)

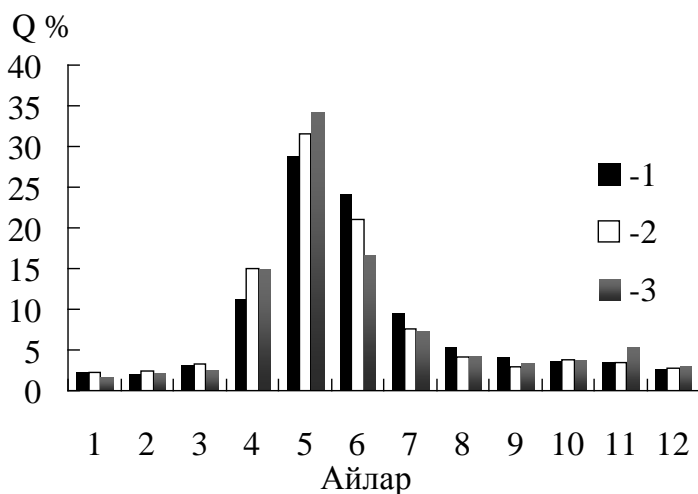
Жыл. ар., жж.	Р. %	Көктем				Жаз-күз							Қыс			Σ	Көктем	Жаз-күз	Қыс
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3						
Жайық өзені – Қушум бекеті																			
1933...1957	25 (1946...1947)	36,3	33,0	8,69	3,75	2,89	2,25	2,41	2,55	1,66	1,46	1,23	3,78	100	78,0	13,9	8,13		
	50 (1943...1944)	21,0	41,7	12,35	6,16	3,91	3,44	2,97	2,02	1,47	1,73	1,55	1,70	100	75,1	18,5	6,45		
	75 (1933...1934)	20,9	32,9	14,18	7,62	5,03	4,04	3,77	3,83	2,27	1,92	1,76	1,73	100	68,0	24,3	7,7		
1958...2007 (ТАӨННІ)	25 (1990...1991)	26,5	38,3	13,36	2,70	2,47	2,58	2,48	2,46	2,83	2,64	2,61	1,12	100	78,2	12,7	9,2		
	50 (1978...1979)	30,5	28,8	11,83	7,22	4,29	3,14	3,14	2,91	1,90	2,60	2,11	1,57	100	71,1	20,7	8,18		
	75 (1968...1969)	26,7	26,9	15,84	9,42	5,21	3,67	3,23	3,00	1,80	1,64	1,20	1,44	100	69,4	24,5	6,08		
Жайық өзені – Махамбет бекеті																			
1936...1957	25 (1946...1947)	9,84	43,7	21,08	5,62	3,88	3,09	2,59	3,08	1,69	1,86	1,56	2,03	100	74,6	18,3	7,14		
	50 (1954...1955)	8,54	40,5	19,23	9,19	5,42	3,80	3,34	3,05	1,69	1,72	1,52	2,02	100	68,3	24,8	6,95		
	75 (1939...1940)	24,7	33,1	13,27	6,87	4,57	3,66	3,67	3,27	2,01	1,88	1,42	1,61	100	71,1	22,0	6,92		
1958...2007	25 (1994...1995)	11,5	27,7	23,22	8,75	5,62	4,47	3,80	3,42	2,80	2,34	2,84	3,54	100	62,4	26,1	11,5		
	50 (2005...2006)	9,50	27,1	28,48	10,29	6,03	4,17	3,21	2,59	2,11	2,05	2,18	2,25	100	65,1	26,3	8,59		
	75 (1977...1978)	30,1	26,7	10,13	4,70	3,25	3,10	3,40	4,07	3,09	3,46	3,72	4,22	100	66,9	18,5	14,5		
Жайық өзені – Атырау бекеті																			
1970...1996	25 (1982...1983)	12,1	27,3	23,85	8,89	5,13	3,86	3,70	3,75	3,04	2,76	2,31	3,31	100	63,3	25,3	11,4		
	50 (1981...1982)	15,1	34,8	15,48	5,37	4,13	3,10	2,72	3,81	4,08	3,12	3,50	4,75	100	65,4	19,1	15,5		
	75 (1977...1978)	34,9	39,6	10,26	3,07	1,67	1,98	1,63	1,50	1,26	1,02	1,11	2,00	100	84,8	9,85	5,39		



*3-сурет. Жайық өзені – Махамбет бекетінің сулылығы әртүрлі жылдар бойынша тұрғызылған айлық су өтімдерінің гистограммасы. а – 1936...1957 жж.; б – 1958...2007 жж. 1 –  $P = 25\%$ , 2 –  $P = 50\%$ , 3 –  $P = 75\%$ .*

Сонымен, ағынды үлестірімін есептеу екі нұсқада орындалды: шартты-табиғи (1940...1957 жж.) және режимі бұзылған кезең үшін (1958...2007 жж.). Табиғи гидрологиялық режимнің бұзылу кезеңі бөгенді толтыру кезеңінен басталады. Көпжылдық ағынды реттеу бөгендері жұмысы гидрологиялық режимнің бұзылуымен ерекшеленді [2]. Бөген салынғанға дейінгі (1933...1957 жж.) және кейінгі (1958...2007 жж.) кезеңдер үшін жинақтау әдісі арқылы орындалған жылдық ағынды үлестірім есебі, сулылығы әртүрлі жылдарда жыл ішіндегі ағынды үлестірімінің аз өзгергендігін көрсетті. Жайық өзені –

Кушум бекеті бойынша сулылығы аз (75 %) жылдар үшін: жаз-күз және қыс мезгілдері бойынша ағынды шамасы ең үлкені 1,86 % жоғарылаған. Ал, көктем мезгілі үшін: сәуір айының ағындысы 16,5 % төмендеп, мамыр айы үшін керісінше 10,2 % жоғарылады. Сулылығы орташа (50 %) жылдар үшін қыс және жаз-күз мезгілдерінде айтарлықтай өзгеріс жоқ, ал көктем мезгілінде ағынды шамасы мамыр айында 7,1 % төмендесе, маусым айында керісінше 6,5 % көтерілген. Сулылығы жоғары (25 %) жылдарда мамыр айы бойынша ағынды мөлшері 14,9 % төмендеп, маусым айында 8,6 % жоғарылағанын байқаймыз.



4-сурет. Жайық өзені – Атырау бекетінің сулылығы әртүрлі жылдар бойынша тұрғызылған айлық су өтімдерінің гистограммасы (1970...1996 жж.). 1 –  $P = 25\%$ , 2 –  $P = 50\%$ , 3 –  $P = 75\%$ .

Байқалған 1933...1957 жж. мен табиғи түзетілген 1958...2007 жж. кезеңдерін салыстырсақ: қыркүйек – наурыз айлары аралығы бойынша 0,2...2,5 % ағынды мөлшері көтерілген. Сулылығы әртүрлі кезең бойынша мамыр айының ағындысы 2...15 % төмендеген. Сулылығы жоғары жылдары маусым айы ағындысы 3,8 % төмендесе, шілде – тамыз айлар ағындысы 3,4...4,4 % көтерілген.

Ал, Махамбет бекеті үшін мамыр айының ағындысы сулылығы әртүрлі кезеңдер бойынша ағынды шамасы 5...7 % төмендеген. Жаз-күз және қыс мезгілдерінде айтарлықтай өзгеріс байқалмайды. Сулылығы аз жылдарда сәуір айының ағындысы 4,5 % төмендегенін байқаймыз.

Жинақтау және нақты жыл әдістері нәтижелерін салыстырсақ, Жайық өзені – Кушум бекетінің байқалған деректері бойынша үлкен айырмашылықтар анықталмады. Тек, 1958...2007 жж. табиғи мәні қайта тұрғызылған деректер бойынша нақты жыл әдісі арқылы есептелген мәліметтер, көктем мезгілінде 8...20 % артса, ал жаз-күз мезгілінде 6...15 % кеміген. Махамбет бекетінде 1936...1957 жж. кезеңі үшін екі әдісті салыстырсақ айтарлықтай өзгеріс белгіленбеді. Ал, 1958...2007 жж. кезеңі бойынша көктем және жаз-күз мезгілдерінде сулылығы аз жылдар үшін 7,7...9,9 % айырмашылықтар байқалады. Атырау бекетінде де осы кезеңдер бойынша өзгерістер анықталды. Яғни, сулылығы аз жылдар үшін көктем мезгілінде 18 % жоғарылса, жаз-күз мезгілінде 14 % төмендеген.

Есептеу нәтижелерінің қорытындысы: Жайық өзенінің жылдық ағынды үлестірімі екі әдіс жиынтық және нақты жыл әдістері бойынша орындалды. Бірінші әдістің нәтижелері экономиканың маңызды объектілерін сумен қамтамасыз ету көзін таңдауда жобалаудың алғашқы кездеріндегі алдын ала жоғарылатылған талаптар қойылғанда қолдануға болады. Ал, екінші әдістің нәтижелерін су шаруашылығы шараларын және құрылысты жобалау кездерінде қолдануға болады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Андреев В.Г. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 327 с.
2. Давлетғалиев С.К. Влияние хозяйственной деятельности на годовой сток основных рек Жайык-Каспийского бассейна // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы. – 2011. – №1. – С. 4-11.
3. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Нижний Новгород: 2007. – 133 с.
4. СП 33.101-2003. Определение основных расчетных характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 71с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т. 12. Вып. 2. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 512 с.

Поступила 27.12.2011

Доктор геогр. наук С.К. Давлетгалиев  
А.С. Пшенчинова

## **РАСЧЕТ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕКИ УРАЛ (ЖАЙЫК)**

*Произведен расчет внутригодичного распределения стока реки Урал (Жайык) за условно-естественный (1933...1957 гг.) период, для периода нарушенного режима (1958...2007 гг.) и по данным восстановленного стока (1958...2007 гг.). Результаты расчета сопоставлены. Отмечено незначительные изменения внутригодичного распределения стока реки Урал (Жайык) в результате хозяйственной деятельности.*

УДК 556.531.551

Д.М. Бурлибаева \*

**ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
РЕКИ ИРТЫШ ВО ВРЕМЕНИ***ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ОБЩАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ,  
ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ, ПЕРИОД МЕЖЕНИ*

*В данной статье даются характеристики современного состояния гидрохимического режима реки Иртыш. Для анализа взяты ряды наблюдений различной продолжительности: 1) с. Буран – 1941...2009 гг. (общая минерализация воды), 1963...1996 гг. (ХПК), 1976...2009 гг. (тяжелые металлы); 2) г. Семипалатинск – 1965...2010 гг. (общая минерализация воды), 1965...1996 гг. (ХПК), 1984...2009 гг. (тяжелые металлы); 3) с. Семиярка – 1957...1996 гг. (общая минерализация воды), 1963...1996 гг. (ХПК), 1968...1996 гг. (тяжелые металлы).*

Экология в наше время – это сложный комплекс наук, потому что экологические проблемы отличаются большой сложностью вследствие того, что они охватывают систему отношений живых организмов и неживой природы.

Так как в основе жизни лежат химические процессы, для управления динамическим равновесием биосферы необходимо знать, что происходит между отдельными системами [1].

В настоящее время гидрохимические исследования являются важнейшими в изучении состояния природной среды в условиях хозяйственной деятельности. В свою очередь, контроль качества природных вод, прогноз их состояния в будущем стали основной целью природоохранной политики.

В данной работе, в качестве критерия оценки поверхностных вод, выбраны следующие показатели:

1) сумма ионов – суммарная концентрация растворенных в природных водах веществ, преимущественно главных ионов, обычно выражающаяся в мг/дм<sup>3</sup> или промилле (‰). В поверхностных водах суши, как правило, соответствует минерализации воды;

2) химическое потребление кислорода (ХПК) – количество кислорода, потребляемого при химическом окислении содержащихся в воде органи-

---

\* КазНАУ им. Аль Фараби, г. Алматы



ческих и минеральных веществ под действием окислителей, выражается в мг/дм<sup>3</sup> атомарного кислорода. По значениям ХПК судят о содержании в воде органических веществ;

3) биохимическое потребление кислорода (БПК) – количество кислорода, потребляемого за определенное время при биохимическом окислении содержащихся в воде веществ в аэробных условиях. Наиболее часто употребляется значение БПК<sub>5</sub> – биохимическое потребление кислорода в течение 5 суток. Значения БПК используются для оценки загрязненности водного объекта и легкоокисляющихся органических веществ;

4) медь – химический элемент I группы периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Основным источником поступления меди в природные воды являются сточные воды предприятий химической, металлургической промышленности, шахтные воды и т.д.;

5) цинк – химический элемент II группы периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, а также со сточными водами промышленных предприятий [2, 3].

Для выявления многолетней динамики гидрохимических показателей воды р. Иртыш были выбраны 3 гидрохимических створа:

- 1) р. Черный Иртыш – с. Буран;
- 2) р. Иртыш – г. Семипалатинск (4 км выше города);
- 3) р. Иртыш – с. Семиарка.

При анализе гидрохимических данных по данным створам были получены результаты, приведенные ниже.

*Общая минерализация воды – период наблюдений:*

- 1) р. Черный Иртыш – с. Буран – 1941...2009 гг.;
- 2) р. Иртыш – г. Семипалатинск (4 км выше города) – 1965...2010 гг.;
- 3) р. Иртыш – с. Семиарка – 1957...1996 гг.

*Общая минерализация воды в период половодья.* В данном периоде хорошо прослеживается тенденция увеличения минерализации в многолетнем разрезе по всем трем створам.

Особенно яркое увеличение минерализации прослеживается в створе р. Черный Иртыш – с. Буран, здесь минерализация за период с 1941 по 2008 гг. увеличилась в 1,6 раза (в сравнении средних десятилетних значений за 1941...1950 гг. – 97,200 мг/дм<sup>3</sup> и за 1999...2008 гг. – 156,436 мг/дм<sup>3</sup>, а по линии тренда – произошло ее увеличение в 2,4 раза – с 68,000 мг/дм<sup>3</sup> до 160,000 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе р. Иртыш – г. Семипалатинск за период с 1965 по 2007 гг. минерализация увеличилась в 1,1 раза (при сравнении средних десятилетних значений за 1965...1974 гг. – 141,771 мг/дм<sup>3</sup> и за 1998...2007 гг. – 157,625 мг/дм<sup>3</sup>). По линии тренда – возросла в 1,2 раза (с 140,000 мг/дм<sup>3</sup> до 163,000 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе р. Иртыш – с. Семярка с 1957 по 1996 гг. наблюдается увеличение в 1,1 раза (с 154,426 мг/дм<sup>3</sup> за 1957...1966 гг. до 166,167 мг/дм<sup>3</sup> за 1987...1996 гг.), а по линии тренда изменения незначительны.

Такое резкое увеличение минерализации по створу р. Черный Иртыш – с. Буран можно объяснить увеличением возвратных вод (вод после орошения) на территории Китайской Народной Республики (КНР), где в последнее время наблюдается активный рост сельскохозяйственной деятельности. Это влияние менее сказывается на створах г. Семипалатинск и с. Семярка вследствие ряда последовательно расположенных водохранилищ (Бухтарминского, Усть-Каменогорского, Шульбинского), где происходит некоторое осаждение частиц загрязняющих веществ.

*Общая минерализация воды в период зимней межени.* Как и в период половодья, резкий рост минерализации наблюдался в створе р. Черный Иртыш – с. Буран (за период с 1952 по 2008 гг. минерализация увеличилась в 1,7 раза – с 109,983 мг/дм<sup>3</sup> за период 1952...1961 гг. до 188,764 мг/дм<sup>3</sup> за период 1999...2008 гг., по линии тренда наблюдается увеличение в 1,9 раза – с 100,000 мг/дм<sup>3</sup> до 190,000 мг/дм<sup>3</sup>).

На двух последующих створах в многолетнем разрезе особых изменений не наблюдается. Это объясняется регулированием минерализации каскадом водохранилищ и большими попусками воды из них зимой, что приводит к относительно устойчивым и стабильным показателям минерализации.

*Химическое потребление кислорода – период наблюдений:*

- 1) р. Черный Иртыш – с. Буран – 1963...1996 гг.;
- 2) р. Иртыш – г. Семипалатинск (4 км выше города) – 1965...1996 гг.;
- 3) р. Иртыш – с. Семярка – 1963...1996 гг..

*Химическое потребление кислорода в период половодья.*

Химическое потребление кислорода (ХПК) – количество кислорода, потребляемого при химическом окислении содержащихся в воде органических и минеральных веществ под действием окислителей, выражается в мг/дм<sup>3</sup> атомарного кислорода. По значениям ХПК судят о содержании в воде трудноокисляемых органических веществ.

ХПК в створе р. Черный Иртыш – с. Буран при сравнении средних десятилетних значений увеличилось в 1,1 раза (с 17,931 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1963...1972 гг. до 20,017 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1987...1996 гг.), а по линии тренда отмечено увеличение в 1,4 раза (с 14,100 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 19,900 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за тот же период).

В створе р. Иртыш – г. Семипалатинск – увеличение в 1,2 раза (с 17,075 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1965...1974 гг. до 21,022 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1986...1996 гг.), а по линии тренда – в 1,3 раза.

В створе р. Иртыш – с. Семярка произошло увеличение значения ХПК в 1,2 раза (с 18,593 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1963...1972 гг. до 21,945 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>

за 1987...1996 гг.), по линии тренда – в 1,8 раз (с 13,000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 22,800 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

*Химическое потребление кислорода в период зимней межени.* В этом случае, как и в предшествующем наблюдается увеличение потребления кислорода на окисление органических и минеральных веществ, содержащихся в воде.

В створе с. Буран ХПК увеличилось в 1,9 раз (с 7,172 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1970...1979 гг. до 13,504 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1987...1996 гг.), по линии тренда увеличение произошло в 2 раза (с 8,700 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 17,000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

В створах г. Семей и с. Семиярка наблюдалось увеличение значения ХПК по линии тренда в 1,1 раза (с 14,000 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 15,500 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) и (с 13,800 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 15,500 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) соответственно.

В общем, можно сказать, что в последние годы наблюдается увеличение значений ХПК, а это свидетельствует об увеличении количества трудноокисляемых органических веществ, которые являются загрязнителями воды.

*Загрязнение воды ионами тяжелых металлов – период наблюдений:*

- 1) р. Черный Иртыш – с. Буран – 1976...2009 гг.;
- 2) р. Иртыш – г. Семипалатинск (4 км выше города) – 1984...2009 гг.;
- 3) р. Иртыш – с. Семиярка – 1968...1996 гг.

*Содержание ионов меди в период половодья.* В створе р. Черный Иртыш – с. Буран за расчетный период содержание ионов меди в воде уменьшилось в 1,6 раз (в сравнении средних значений), а по линии тренда уменьшение в 1,7 раза.

В створе р. Иртыш – г. Семипалатинск также наблюдается заметное уменьшение концентрации ионов меди в воде в 2 раза по средним значениям на начало и конец расчетного периода, по линии тренда уменьшение произошло в 2,5 раза.

Однако в створе р. Иртыш – с. Семиярка наблюдается противоположная тенденция – рост концентрации ионов меди в 1,2 раза в сравнении средних значений, по линии тренда наблюдается аналогичное увеличение в 1,2 раза. Следует отметить, что в данном створе резкое увеличение содержания ионов меди в воде наблюдалось в период с 1977 по 1990 гг., концентрация составляла 9,000...10,000 мкг/дм<sup>3</sup>.

*Содержание ионов меди в зимний период.* В створе р. Черный Иртыш – с. Буран наблюдается уменьшение содержания ионов меди в 1,9 раза (сравнение средних значений), по линии тренда отмечается уменьшение в 2,7 раза.

В створе р. Иртыш – г. Семипалатинск отмечено уменьшение концентрации ионов меди в 2,3 раза в сравнении средних значений, по линии тренда уменьшение в 2,7 раза.

А вот в створе р. Иртыш – с. Семиярка, опять же, наблюдается увеличение содержания ионов меди в 1,4 раза при сравнении средних значений

начала и конца расчетного периода, по линии тренда отмечено аналогичное увеличение в 1,5 раза. Как и в предыдущем случае, в этом створе наблюдался достаточно резкий пик содержания ионов меди в воде в период с 1976 по 1987 гг., когда концентрация составляла 6,000...6,500 мкг/дм<sup>3</sup>.

*Содержание ионов цинка в период половодья.* В створе р. Черный Иртыш – с. Буран наблюдается уменьшение содержания цинка в воде в 2,4 раза в сравнении средних значений, по линии тренда отмечается уменьшение в 2,5 раза.

В створе р. Иртыш – г. Семипалатинск наблюдается более значительное уменьшение концентрации – в 3,8 раза при сравнении средних значений на начало и конец расчетного периода, по линии тренда отмечается уменьшение в 5,2 раза.

В створе р. Иртыш – с. Семиярка, как и в случае с концентрацией ионов меди, наблюдается рост содержания ионов цинка в воде в 2,1 раза в сравнении средних значений, по линии тренда отмечается увеличение содержания в 3,2 раза.

*Содержание ионов цинка в зимний период.* В пункте р. Черный Иртыш – с. Буран наблюдается уменьшение содержания ионов цинка в воде в 1,6 раза при сравнении средних значений, по линии тренда отмечается уменьшение в 1,9 раза.

В створе р. Иртыш – г. Семипалатинск отмечено уменьшение концентрации ионов цинка в воде в 2,1 раза при сравнении средних значений на начало и конец расчетного периода, по линии тренда наблюдается уменьшение в 1,8 раза.

В створе р. Иртыш – с. Семиярка произошло увеличение содержания ионов цинка в воде в 1,6 раза, по линии тренда отмечается увеличение концентрации в 1,4 раза.

Хронология загрязнения воды ионами тяжелых металлов представлена на рис. 1-4.



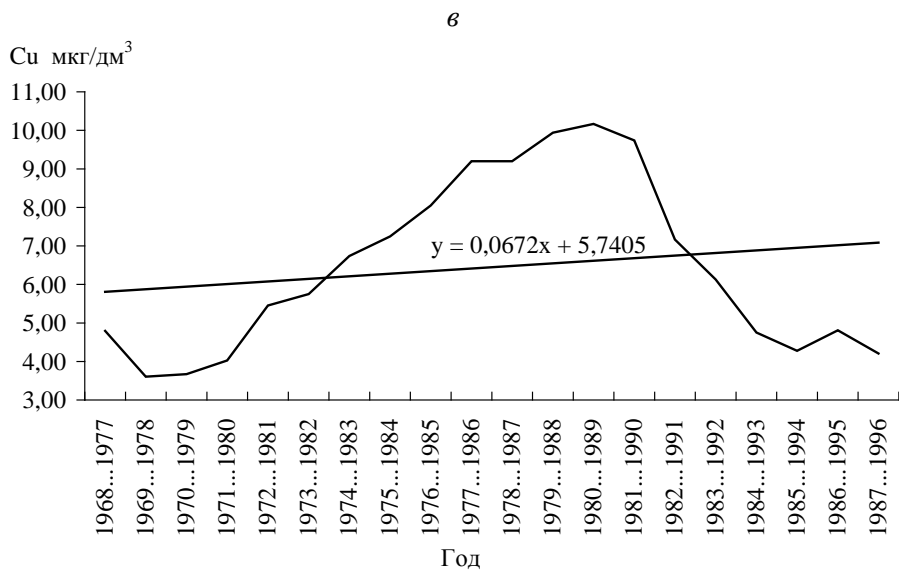
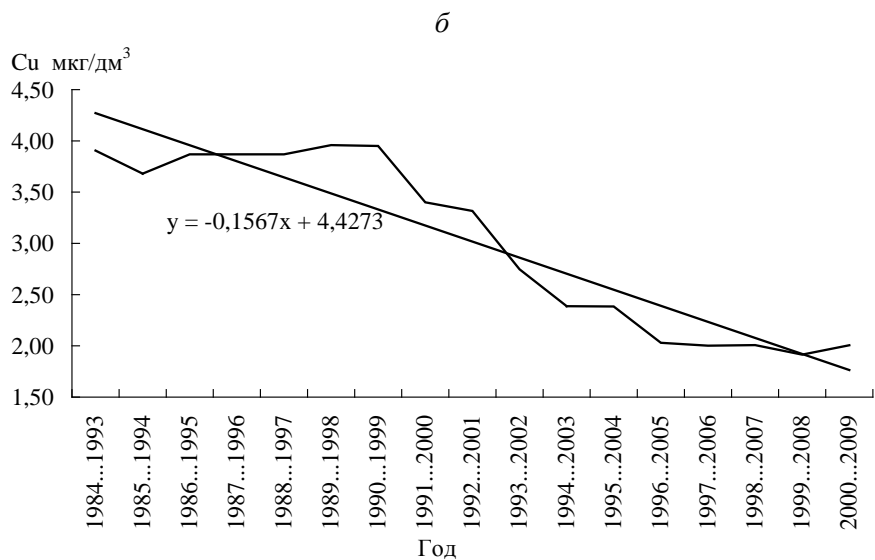
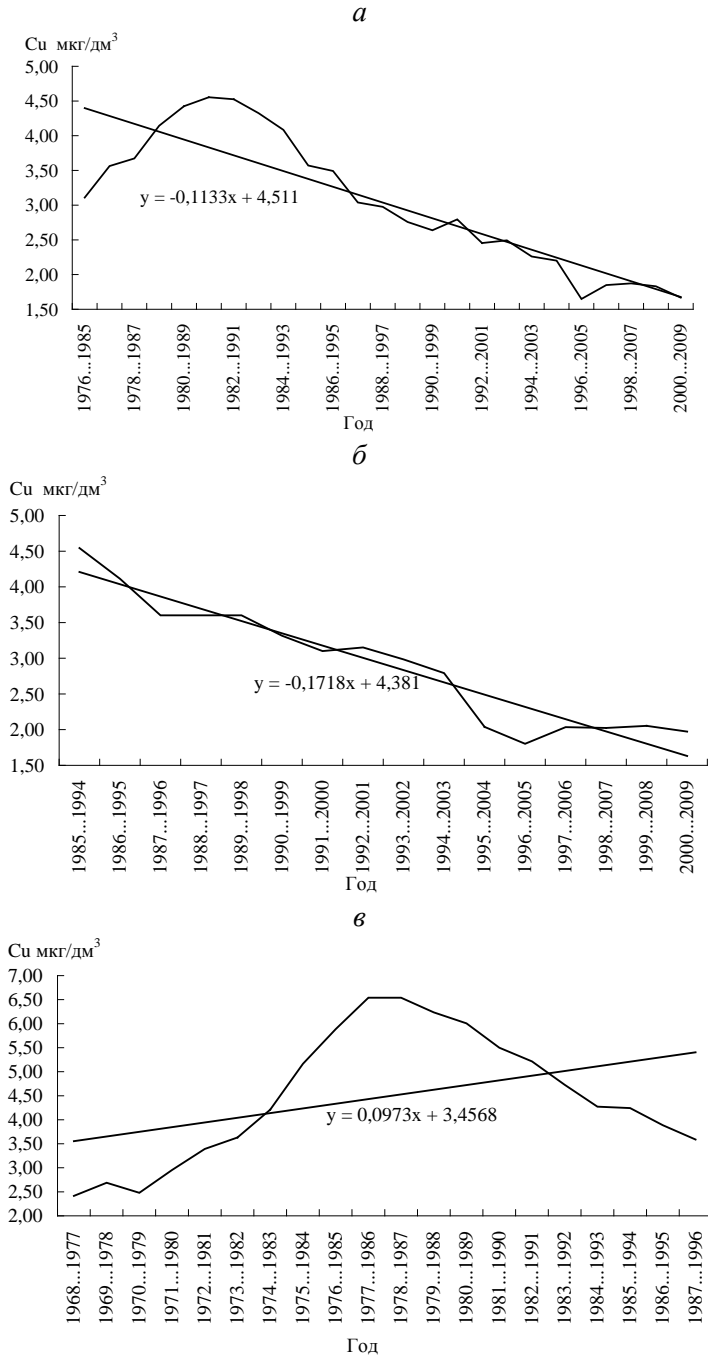
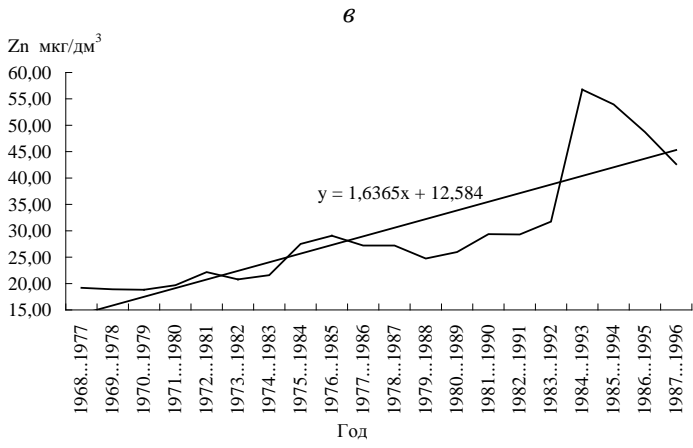
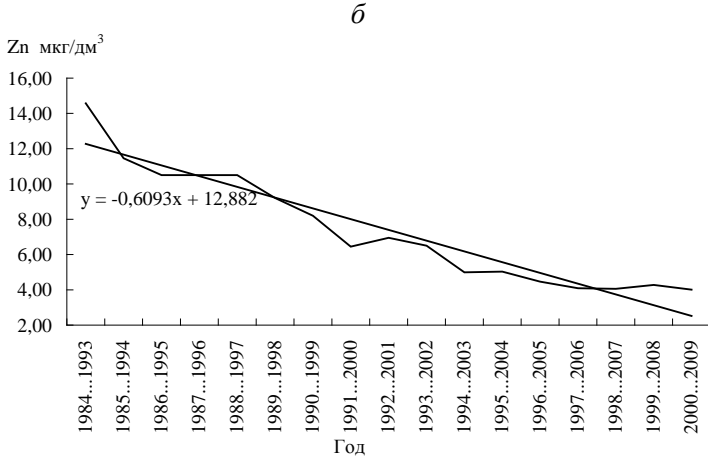
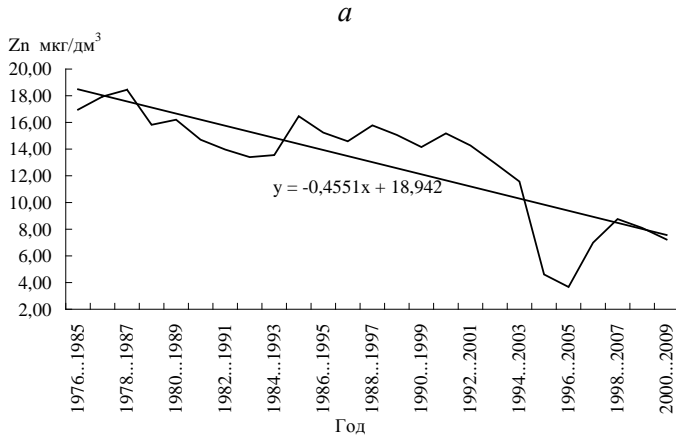


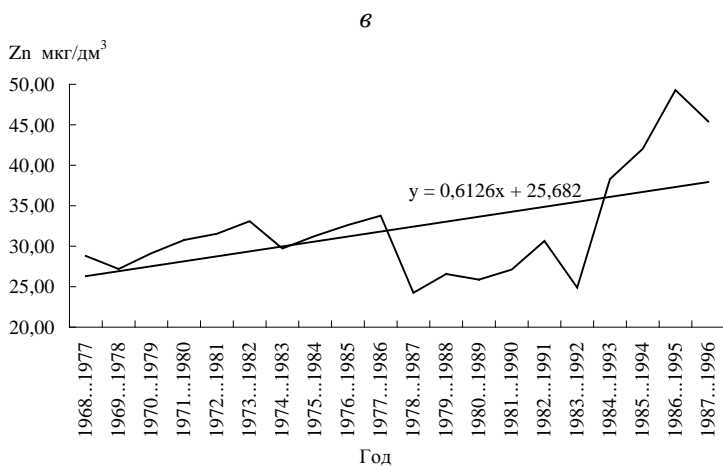
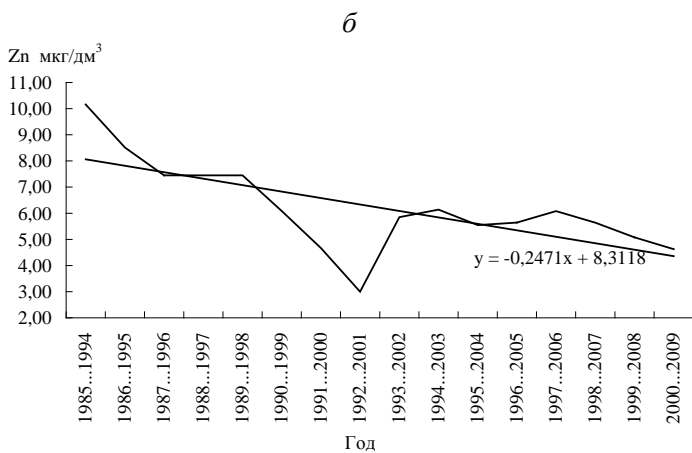
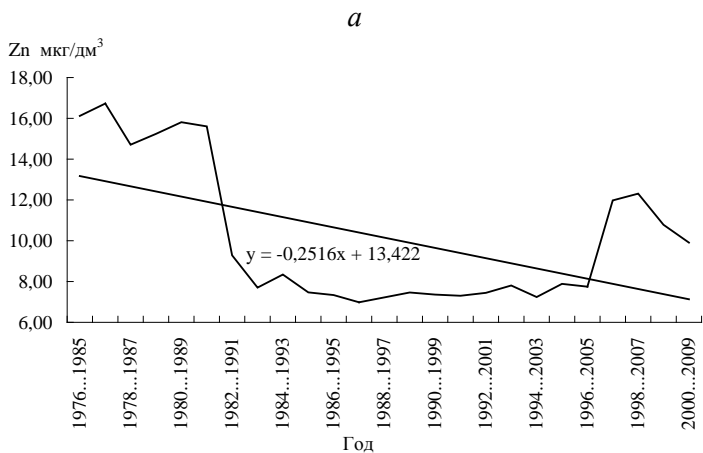
Рис. 1. Скользящие десятилетние средние значения концентрации ионов меди в воде за период половодья по створам: а – р. Черный Иртыш – с. Буран; б – р. Иртыш – г. Семипалатинск; в – р. Иртыш – с. Семиярка.



*Рис. 2. Скользящие десятилетние средние значения концентрации ионов меди в воде за зимний период по створам: а – р. Черный Иртыш – с. Буран; б – р. Иртыш – г. Семипалатинск; в – р. Иртыш – с. Семярка.*



*Рис. 3. Скользящие десятилетние средние значения концентрации ионов цинка в воде за период половодья по створам: а – р. Черный Иртыш – с. Буран; б – р. Иртыш – г. Семипалатинск; в – р. Иртыш – с. Семиярка.*



*Рис. 4. Скользящие десятилетние средние значения концентрации ионов цинка в воде за зимний период по створам: а – р. Черный Иртыш – с. Буран; б – р. Иртыш – г. Семипалатинск; в – р. Иртыш – с. Семярка.*



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Турсунов Э.А. Гидрохимический режим рек / Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы. Т. 1. – Алматы: 2006. – С. 257-263
2. Чибисова Н.В., Долгань Е.К. Экологическая химия. – Калининград: издательство КТУ, 1998. – 234 с.
3. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л: Гидрометеоздат, 1988. – 238 с.

Поступила 20.12.1211

Д.М. Бүрлібаева

### **ЕРТІС ӨЗЕНІ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ТӘРТІБІ МІНЕЗДЕМЕЛЕРІНІҢ УАҚЫТ ІШІНДЕГІ ӨЗГЕРУІ**

*Мақалада Ертіс өзені гидрохимиялық тәртібінің қазіргі жағдайдағы мінездемелері суреттелген. Талдауға әртүрлі ұзақтықтағы бақылау қатарлары алынған: 1) Боран а. – 1941...2009 жж. (судың жалпы минералдануы), 1963...1996 жж. (ОХТ), 1976...2009 жж. (ауыр металдар); 2) Семей қ. – 1965...2010 жж. (судың жалпы минералдануы), 1965...1996 жж. (ОХТ), 1984...2009 жж. (ауыр металдар); 3) Семиярка а. – 1957...1996 жж. (судың жалпы минералдануы), 1963...1996 жж. (ОХТ), 1968...1996 жж. (ауыр металдар).*

УДК 501/504 (282.255.51)

А.М. Бажиева \*

Канд. геогр. наук Э.А. Турсунов \*

**КАЧЕСТВО ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И МАССА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ В РЕКИ ЮЖНОГО И ЮГО-  
ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА***ЗАГРЯЗНЕНИЕ, РЕКИ, ЮЖНЫЙ КАЗАХСТАН, ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ  
КАЗАХСТАН, МАССА, ПЕРЕНОС, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА*

*В статье рассматриваются особенности территориального водопользования и влияние хозяйственной деятельности на гидрохимический режим рек Южного и Юго-Восточного Казахстана, также приведены расчеты массы загрязняющих веществ, переносимых реками этой территории.*

Гидрологическое состояние водного объекта подобно погоде применительно к состоянию атмосферы подвержено постоянным пространственно-временным изменениям. Оно всегда зависит от множества факторов и определяется характером процессов, происходящих в водном объекте, его связью с другими водными объектами, атмосферой, литосферой, влиянием хозяйственной деятельности человека и т.д.

Известно, что речной сток, как количественный (гидрологический режим), так и качественный (гидрохимический режим) в первую очередь определяется физико-географическими условиями речного бассейна. Количественный сток является той долей влаги, которая непосредственно попала в русло реки после её выпадения на площадь водосбора. Проходя по земной поверхности и через толщу почв и горных пород, поступающая в водный объект вода взаимодействует с твердой средой, в результате чего начинает обладать определенными гидрохимическими характеристиками.

Практически для всей территории Казахстана хозяйственная деятельность человека является одним из определяющих факторов как гидрологического, так и гидрохимического режимов. Особенно сильно прослеживается это влияние при прохождении рекой крупных населенных пунктов, где в результате поверхностного смыва с их территорий в реку попадают продукты

---

\* Институт географии, г. Алматы

техногенного происхождения, поступают как очищенные, так и неочищенные сточные воды промышленных предприятий различного профиля. В сельской местности попадание загрязняющих веществ в реки происходит за счет смыва с полей как поверхностного, так и коллекторно-дренажного стока и территорий животноводческих комплексов и частных крестьянских подворий.

Реки Южного и Юго-Восточного Казахстана традиционно используются для орошаемого земледелия, поэтому определение качественного состояния водных объектов, а так же количества загрязняющих веществ переносимых реками, изменение основных гидрохимических характеристик, как во времени, так и в пространстве является одной из наиболее важных задач для рассматриваемой территории.

Методические указания по определению нормативов предельно допустимых вредных воздействий (ПДВВ) на поверхностные воды [1] позволяют перейти к количественным оценкам загрязнения водных объектов, а именно массе каждого переносимого рекой ингредиента путем перемножения его фактической концентрации на величину годового стока. При этом, если концентрация этого ингредиента не превышает его предельно допустимых значений, то разница в фактической массе переносимой рекой и массе, которая была бы если концентрации этого ингредиента равна ПДК, и есть тот самый норматив, который определяет количество, способное принять рекой, которое существенно не отразится на потребительских свойствах ее воды.

Продолжая логические построения, выдвинутые М.Ж. Бурлибаевым, за основу определения предельно допустимых нормативов будем считать, что загрязняющим веществом является та масса ингредиента, доля которой превышает свою ПДК, и следовательно, загрязняющая масса ингредиента находится по уравнению (1)

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

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

Далее, используя среднегодовые значения концентраций тех веществ, которые превышают ПДК и среднегодовое значение расходов воды, можно рассчитать общую массу загрязняющих веществ, которая переносится рекой через рассматриваемый нами гидрохимический створ.

Значимый практический интерес представляет такой вопрос, как определение фактической массы растворенных веществ переносимых рекой и изменение значения масс по длине реки. К сожалению, данные гидрохимического мониторинга, проводимого на территории Казахстана, не отвечают многим важным требованиям, один из которых отбор проб воды с учетом добегающего потока. В связи с этим, для оценки массы вещества транспортируемого рекой, а также количества изменения растворенных веществ, в следствии самоочищающейся способности воды и аккумуляции их части на дне, нами выбран годичный цикл наблюдений с полным составом контролируемых ингредиентов.

Прирост массы загрязняющих веществ между двумя соседними створами рассчитывается как разность между массой загрязняющих веществ в нижнем и верхнем створах и свидетельствует о поступлении на данный участок реки загрязняющих веществ с поверхностным и подземным стоком, а также с боковыми притоками, если таковые имеются. Убыль массы загрязняющих веществ между двумя соседними створами также рассчитывается как разность между массой в нижнем и верхнем створе и имеет отрицательное значение. Факт уменьшения массы загрязняющих веществ свидетельствует об ассимилирующем влиянии реки или водохранилища на данном участке, которое при необходимости можно выразить в т/год.

На рис. 1 представлены результаты переноса масс загрязняющих веществ по длине р. Сырдарья.

Перенос загрязняющих веществ по длине р. Сырдарья показывает уменьшение массы загрязняющих веществ ниже Шардаринского водохранилища. Факт уменьшения массы загрязняющих веществ свидетельствует об ассимилирующем влиянии водохранилища на данном участке.

В табл. 1 показаны данные расчета массы загрязняющих веществ основных рек Южного Казахстана, где в первом столбце обозначены элементы, концентрация которых превышает ПДК [2], в третьем столбце – среднегодовая концентрация элемента  $C_{cp,год}$  [3], в четвертом – ИЗВ данного элемента [4], в пятом – среднегодовой расход воды  $q$  [5] и в шестом – масса загрязняющего элемента проходящая через данный створ в течение года  $M_{зи}$ . В последнем столбце для каждой речки приведена общая масса загрязняющих веществ в течение года.

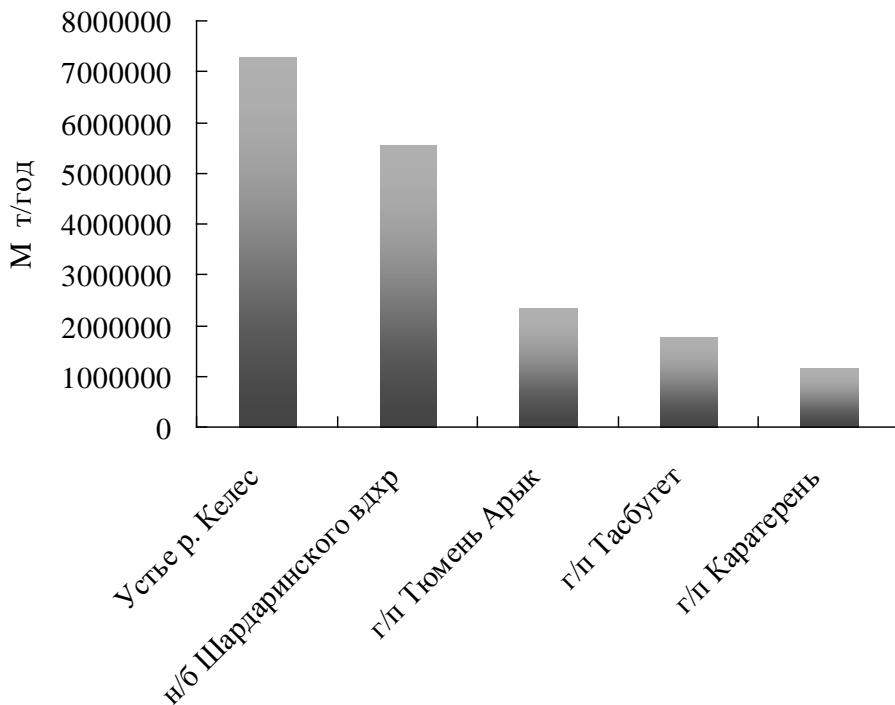


Рис. 1. Перенос загрязняющих веществ по длине р. Сырдарья.

Таблица 1

Расчет массы загрязняющих веществ рек Южного Казахстана

Ингредиент	ПДК	$C_{ср.год}$	ИЗВ	$q$ , м <sup>3</sup> /с	$M_{зи}$ , т/год
<b>р. Бадам – с. Караспан</b>					
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	40	51	<b>1,28</b>	8,06	2813,01
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	100	287	<b>2,87</b>		47425,70
Азот нитритный, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,03	<b>1,53</b>		2,80
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,032	<b>6,33</b>		6,86
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	4,62	<b>4,62</b>		0,92
Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	10	11	<b>1,1</b>		0,03
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,25	<b>5,07</b>		51,60
<b>Всего</b>					<b>50300,92</b>
<b>р. Бугунь – п. Красный мост</b>					
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,016	<b>3,2</b>	2,23	0,77
<b>р. Келес – с. Казыкурт</b>					

Ингредиент	ПДК	$C_{ср.год}$	ИЗВ	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	$M_{зи}, \text{ т/год}$
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	100	307	<b>3,07</b>	6,41	41910,29
Азот нитритный, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,03	<b>1,45</b>		1,82
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,033	<b>6,67</b>		5,66
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,24	<b>4,85</b>		0,04
<b>Всего</b>					<b>41917,81</b>
<b>р. Шу – с. Благовещенское</b>					
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	100	144	<b>1,44</b>	46,8	64717,55
Кремний, мг/дм <sup>3</sup>	10	10,6	<b>1,06</b>		826,50
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,12	<b>2,47</b>		109,22
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,062	<b>12,4</b>		84,13
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	5,162	<b>5,16</b>		6,14
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,058	<b>1,15</b>		11,81
Фенол, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,002	<b>2,25</b>		1,84
<b>Всего</b>					<b>65757,19</b>

Основными источниками загрязнения водных объектов Жунгарского Алатау является орошаемое земледелие с его коллекторно-дренажным стоком, насыщенным удобрениями, гербицидами, пестицидами и т.п. Там, где на орошаемых массивах нет дренажных или водосбросных систем, загрязнение идет путем поверхностного смыва либо инфильтрационным питанием подземных вод за счет потерь в оросительной сети и на полях. Орошаемые земли есть почти по всем рекам бассейна, на их берегах, на конусах выноса горных рек и в низовьях рек, впадающих в р. Или.

Определенное негативное воздействие на поверхностные воды и сопряженные объекты оказывают сточные воды городов Иссык, Жаркент, Чунджа и др.

Для рек Текес, Баянкол, Каргос и Каркара актуальным является поступление загрязняющих веществ с сопредельных территорий.

Основными ингредиентами, превышающими ПДК в водных объектах Жунгарского Алатау являются медь, хром, железо общее, азот нитридный. Периодически фиксируются превышения по азоту аммонийному, фенолам, фторидам и нефтепродуктам.

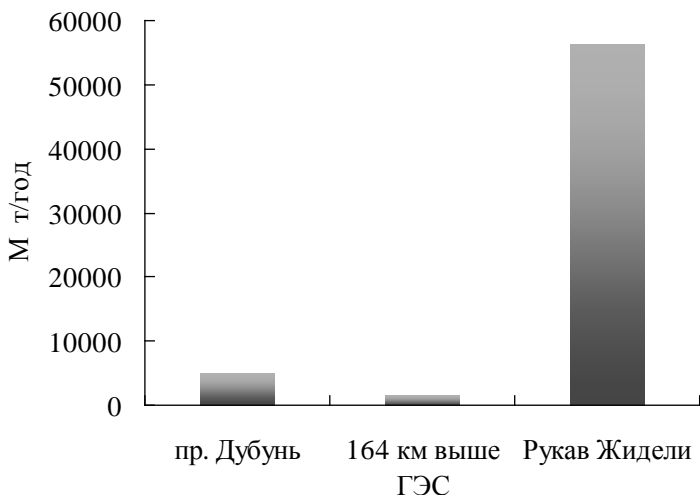
В табл. 2 показаны данные расчета массы загрязняющих веществ основных рек Юго-Восточного Казахстана.

Таблица 2

Расчет массы загрязняющих веществ рек Юго-Восточного Казахстана

Ингредиент	ПДК	$C_{ср.год}$	ИЗВ	$q, м^3/с$ [6]	$M_{зи}, т/год$
<b>р. Или – пристань Дубунь</b>					
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,35	<b>6,93</b>	407	3799
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,09	<b>18,06</b>		1091
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	9,83	<b>9,83</b>		113
<b>Всего</b>					<b>5004</b>
<b>р. Или – рукав Жидели</b>					
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	100	104,17	<b>1,04</b>	427	56153
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,012	<b>2,33</b>		94
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	9,31	<b>9,31</b>		112
<b>Всего</b>					<b>56359</b>
<b>р. Улькен Алматы – выше устья р. Проходной</b>					
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	8,47	<b>8,47</b>	0,4	0,094
Фториды, мг/дм <sup>3</sup>	0,75	0,96	<b>1,28</b>		2,6
<b>Всего</b>					<b>2,694</b>
<b>р. Киши Алматы – г. Алматы</b>					
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,013	<b>2,5</b>	1,6	0,40
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	10,65	<b>10,65</b>		0,4869
Фториды, мг/дм <sup>3</sup>	0,75	0,85	<b>1,2</b>		4,9
<b>Всего</b>					<b>5,78</b>
<b>р. Тургень – п. Таутургень</b>					
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,098	<b>1,77</b>	6,22	9,42
Железо (2+), мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,035	<b>7</b>		5,88
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	4,86	<b>4,86</b>		0,76
<b>Всего</b>					<b>16,06</b>
<b>р. Каскелен – г. Каскелен</b>					
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1	6,51	<b>6,51</b>	2,83	0,49
<b>Всего</b>					<b>0,49</b>

Результаты переноса загрязняющих веществ по длине р. Или представлено на рис. 2.



*Рис. 2. Перенос загрязняющих веществ по длине р. Или.*

Уменьшение массы загрязняющих веществ в створе 164 км выше ГЭС свидетельствует об ассимилирующем влиянии Капчагайского водохранилища, а прирост массы загрязняющих веществ в створе рукав Жидели свидетельствует о поступлении на данный участок реки загрязняющих веществ с боковым притоком Жидели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник нормативно-методических документов по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий на поверхностные водные объекты. / Под ред. Бурлибаева М.Ж. и Кайдаровой Р.К. – Астана-Алматы, 2007. –76 с.
2. «Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов». – М.: Рыбводхоз, 1990.
3. Информационный экологический бюллетень Республики Казахстан / Министерство экологии и природных ресурсов – Астана: 2008. – 152 с.
4. РК 52.5.06-03 «Правила по экологическому мониторингу. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию», утвержденные Вице-министром охраны окружающей среды 20.04.2003 г.
5. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 2008 год. Вып. 5. – Алматы: 2010. – 116 с.



6. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 2008 год. Вып. 7. – Алматы: 2010. – 184 с.

Поступила 27.12.2011

А.М. Бажиева

Геогр. ғылымд. канд.      Э.А. Турсунов

**ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ӨЗЕНДЕРІНЕ  
КЕЛІП ТҮСЕТІН ЛАСТАУШЫ ЗАТТАР МАССАСЫ МЕН СУ  
НЫСАНДАРЫНЫҢ САПАСЫ**

*Мақалада Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан өзендерінің гидрохимиялық режиміне шаруашылық әрекеттің әсері және аумақтық су тұтынудың ерекшеліктері, сонымен қатар осы аумақтың өзендерімен тасымалданатын ластаушы заттардың массаларын есептеу нәтижелері келтірілген.*

УДК 551.48(479.24)

Канд. геогр. наук М.А. Абдуев \*

**ДЕНУДАЦИЯ В ГОРНЫХ ОБЛАСТЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА ПО  
ДАНЫМ О СТОКЕ НАНОСОВ И РАСТВОРЕННЫХ ВЕЩЕСТВ***ДЕНУДАЦИЯ, МЕХАНИЧЕСКАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ, НАНОСЫ,  
РАСТВОРЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА, ЭРОЗИЯ, ГОРНАЯ ТЕРРИТОРИЯ,  
РЕКИ АЗЕРБАЙДЖАНА*

*Оценка интенсивности химической и механической денудации в горных областях Азербайджана выполнена на основе обобщенного материала по стоку наносов и ионов за многолетний период. Выявлено, что интенсивность механической денудации, в целом, по горной территории Азербайджана почти в 3 раза выше химической, но в некоторых областях наблюдается обратное соотношение. Установлено, что на исследуемой территории протекают интенсивные эрозионные процессы, доминирующая роль в которых принадлежит механической денудации (77,4 %). Роль химической денудации также существенна, так как ее интенсивность почти в 6 раз превышает средний мировой показатель.*

С целью изучения закономерностей развития процессов механической и химической денудации в последней четверти 20 столетия были сформированы базы данных о стоке взвешенных наносов и растворенных веществ рек Азербайджана. Использование данных по стоку взвешенных наносов и растворенных веществ горных рек для оценки интенсивности механической и химической денудации является весьма актуальным вопросом современной гидрологии. Процессы формирования твердого стока, денудации и их взаимосвязь с физико-географическими условиями – явление многостороннее. Закономерности проявления этих процессов довольно специфичны в различных высотных поясах горной территории. Исследования, проведенные в этом направлении, имеют большое значение для решения важнейших задач, выдвигаемых запросами экономики по использованию ресурсов речных бассейнов. Если эрозионная деятельность поверхностного стока в бассейнах равнинных рек происходит, преимущественно,

---

\* Институт Географии НАНА, г. Баку, Азербайджан

путем химической денудации, то в горных областях преобладают физические процессы, приводящие к резкому увеличению стока наносов. Поэтому для того, чтобы дать полную характеристику эрозионных процессов, автор счёл необходимым остановиться на некоторых вопросах формирования стока наносов в условиях горного рельефа, в частности на территории Азербайджана. Была поставлена цель охватить весь спектр данного вопроса, тем более, что в этой области имеются труды С.А. Ахундова [5, 6], Ф.А. Эюбовой [15], Дж.Г. Мамедова [14], М.А. Абдуева [1] и др. Необходимо было провести сравнительную оценку механической и химической денудации на территории Азербайджана.

Для оценки интенсивности механической денудации использованы данные о речном стоке взвешенных наносов. Вполне очевидно, что сток речных наносов, тем более только взвешенных, не может служить точной мерой всех продуктов эрозии и механической денудации в речном бассейне. Ибо значительная часть последних остается в водосборном бассейне в виде аллювия, пролювия и других накоплений. Однако сток речных наносов прямо зависит от интенсивности всей механической денудации в речном бассейне и поэтому может служить ее относительной мерой. Данные о стоке взвешенных наносов широко используются для оценки пространственной и временной изменчивости эрозии и всей механической денудации [10, 13]. Анализ собранного материала позволил сделать некоторые выводы о закономерностях развития механической денудации на горных территориях Азербайджана.

Известно, что объём выносимых речным потоком наносов тесно связан с количеством рыхлого материала, накопившегося в бассейне реки, и с возможностями его переноса, которые зависят от целого комплекса физико-географических условий территории. Наиболее важными из них являются физико-механические свойства пород, морфология бассейна, его климатические условия и т.д.

Разными авторами, изучавшими процесс стока наносов – как результат множества природных и антропогенных факторов, предлагаются различные расчетные схемы и региональные эмпирические формулы. Не останавливаясь более подробно на выполненных работах, отметим, что полученные схемы и эмпирические формулы, как отмечают авторы, можно успешно использовать и для расчетов стока наносов на неизученных территориях, а значит, и для пространственных обобщений.

В последние десятилетия внимание к процессам на водосборах, во многом обусловлено неудовлетворительным использованием водных объектов. Стало очевидным, что оно зависит не только от природных факторов, но и от разнообразных видов хозяйственной деятельности в пределах

речных бассейнов, влияющих на изменения стока. Известно, что воды рек связаны с природными факторами и антропогенными нагрузками. Антропогенная нагрузка на окружающую среду, в том числе и на природные воды, постоянно возрастает. На реках Азербайджана эти нагрузки включают водозабор из рек и подземных водоносных горизонтов, сброс в водные объекты промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых сточных вод, сведения по лесистости, распашку земель, инженерное преобразование природных ландшафтов при градостроительстве, создание социальной инфраструктуры и т.д.

Собранные к 2010 г. данные по 69 речным бассейнам характеризуют пространственные зависимости механической денудации от главных природных факторов и антропогенных нагрузок. Для дифференциации этих составляющих в базе данных все бассейны в зависимости от распаханности и остаточной лесистости были разделены на две категории антропогенной освоенности. К категории I отнесены бассейны хозяйственно слабоосвоенные. Значения стока наносов в бассейнах этой категории условно рассматривались как их природные составляющие. Конечно, значительно надежнее было бы принять в качестве природных составляющих показатели только по совершенно неосвоенным бассейнам. Однако в ряде исследованных рек таких бассейнов с наблюдениями за стоком наносов нет или же их очень мало. Превышение общего стока взвешенных наносов над природной составляющей показывает его антропогенную составляющую, иными словами – антропогенное усиление эрозии и всей механической денудации. Обобщенные данные свидетельствуют о том, что в результате деятельности человека, в основном земледельческой, сток взвешенных наносов на территории Азербайджана в среднем возрос в 6 раз.

К категории II отнесены речные бассейны хозяйственно хорошо освоенные. В бассейнах этой категории, чем больше сток воды и выше земледельческая освоенность, тем больше сток наносов. Зависимость от стока воды выражена лучше, где усиливается влияние антропогенного фактора. Ибо при земледельческом освоении возросшая масса продуктов бассейновой эрозии поступает, прежде всего, в реки. Проведенные исследования [3] показывают, что 2 % исследуемых речных бассейнов находятся в условиях слабой, 25 % умеренной и 73 % значительной антропогенной нагрузки.

По сравнению с механической денудацией (сток наносов) химическая денудация (сток растворенных веществ) на горных реках не получила до сих пор достаточно полного освещения и остается одной из слабо исследованных проблем гидрологии.

Оценка интенсивности химической денудации на территории Азербайджана выполнена на основании данных по стоку растворенных веществ, проносимых реками (табл. 1).

Таблица 1

Среднемноголетний сток воды, наносов и твердый сток

Река – пункт	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Расход взвешенных наносов, кг/с	Сток взвешенных наносов, тыс. т	Ионный сток, тыс. т	Объем денудации, тыс. т
Кусарчай – Кузун	4,42	3,50	110	43	153
Куручай – Сусай	0,68	0,52	16	6	22
Кудиалчай – Кюпчал	7,95	30,5	961	83	1044
Хыналыгчай – Хыналыг	0,52	1,82	57	5	62
Агчай – Джек	2,27	8,7	274	20	294
Агчай – Сухтакала	0,28	0,62	19	3	22
Гарачай – Рюк	1,98	2,50	79	20	99
Чагаджукчай – Рустов	0,67	1,83	58	7	65
Вельвеличай – Тянгиалты	4,17	21,6	680	50	730
Хармидорчай – Халтан	0,30	0,11	3	4	7
Шабранчай – Зейва	0,40	0,45	14	4	18
Атачай – Алтыагадж	0,07	0,073	2	1	3
Белоканчай – Белокан	3,9	2,4	76	40	116
Катехчай – Гябиздара	9,8	3,5	110	78	188
Талачай – Загатала	3,5	12,1	381	40	421
Курмукчай – Илису	4,9	8,7	204	56	260
Кунахайсу – Сарыбаш	0,78	0,79	25	9	34
Хамамчай – Илису	1,44	0,20	6	13	19
Агричай – устье	14	41	1292	210	1502
Дамарчыг – устье	1,35	2,6	82	16	98
Чухадурмаз – устье	0,60	0,44	14	6	20
Кайнар – устье	0,30	0,45	14	3	17
Турианчай – Савалан	16,6	43,3	1364	236	1600
Дамирапаранчай – Кабала	5,10	18,7	589	45	634
Геокчай – Геокчай	12,4	41,2	1298	147	1445
Агричай – Исмайыллы	0,63	0,14	5	10	15
Ахохчай – Ханага	1,60	10,5	331	16	347
Огузчай – Огуз	0,62	0,11	4	5	9
Бумчай – Бум	3,26	5,6	180	30	210
Лазачай – Лаза	0,03	0,003	0,1	0,2	0,3
Сангарчай – Галачыг	2,27	2,2	69	17	86

Река – пункт	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Расход взвешенных наносов, кг/с	Сток взвешенных наносов, тыс. т	Ионный сток, тыс. т	Объем денудации, тыс. т
Вяндамчай – Вяндам	1,95	3,10	98	20	118
Агсучай – Агсу	1,92	5,80	183	35	218
Акстафачай – Кр. мост	10,8	3,0	95	225	320
Шамкирчай – Чайкенд	8,56	3,2	99	82	181
Кошкарчай – Дашкесан	0,42	0,10	3	7	10
Гянджачай – Зурнабад	4,5	0,60	19	42	61
Дастафюрчай – Дастафюр	0,53	0,09	3	4	7
Кюракчай – Дозулар	4,2	0,9	28	40	68
Геранчай – Агжакенд	2,3	0,09	3	19	22
Хачынчай – Ванклу	1,4	0,3	9	14	23
Тертерчай – Мадагиз	23	14,8	466	203	669
Левчай – Гамышлы	5,73	4,0	124	55	179
Тутгун – устье	4,4	0,9	28	44	72
Каркарчай – Агакерпю	1,85	0,4	11	33	44
Забухчай – Забух	4,9	0,78	25	46	71
Куручай – Туг	1,51	0,17	5	17	21
Кендаланчай – Кр. Базар	0,62	0,38	12	7	19
Базарчай – Ейвазлар	20,9	4,6	145	180	325
Акерачай – Лачын	11,5	2,6	82	86	168
Арпачай – Арени	20	6,0	189	230	419
Нахичеванчай – Гарабаба	6,15	3,75	118	57	175
Джагирчай – Пайыз	1,2	0,73	23	14	37
Алинджачай – Арафса	1,11	0,11	4	11	15
Гиланчай – Башдиза	3,32	1,10	35	31	66
Ордубадчай – Нюснюс	0,34	0,042	1	3	4
Виляшчай – Шыхлар	5,14	5,10	160	87	247
Маталачай – Халфалар	0,90	0,22	7	12	19
Ленкоранчай – Ленкоран	13	3,9	123	146	269
Тангеру – Ваго	3,0	0,12	4	34	38
Истисучай – Алаша	1,45	0,07	23	79	102

Растворенные в речных водах вещества не служат точной мерой всех продуктов химической денудации, ибо содержат также элементы неденудационного происхождения. К последним относятся вещества биогенного происхождения, привносимые с атмосферными осадками и т.д. [12]. К сожалению, вычленив величину химической денудации из стока растворенных веществ рек можно лишь для отдельных регионов, обеспеченных полной гидрохими-

ческой информацией и разносторонней характеристикой водосборов. Сток растворенных веществ является суммой ионного стока, стока органических и биогенных веществ, микроэлементов и минеральных коллоидов. Основную его часть составляет ионный сток (около 90 %), остальные составляющие играют незначительную роль. Например, по ориентировочным расчетам Г.А. Гачечиладзе [9], средний сток биогенных веществ с территории Грузии составляет около 1 % ионного стока, сток органических веществ – 4 % и т.д. Поэтому анализ пространственной изменчивости химической денудации на современном этапе, возможно, провести, в основном, по ионному стоку рек. Нами обработаны многолетние данные по химическому стоку стационарных гидрометрических пунктов горных рек Азербайджана и по ним установлен объем среднего ионного стока по физико-географическим районам (табл. 2)

Таблица 2

Ионный сток рек различных территорий

Территория	Ионный сток, млн. т
Южный склон Большого Кавказа	1,90
Ширван	1,72
Северо-восточный склон Большого Кавказа	0,49
Ленкорань	0,57
Нахичевань	0,38
Малый Кавказ	1,66
Гобустан	0,28
<b>Всего</b>	<b>7,00</b>

Таким образом, для всей горной территории Азербайджана за общий сток растворенных веществ можно принять значение ионного стока, равного 7 млн. т/год (141 т/км<sup>2</sup>).

Исследованиями [2] установлено, что на Большом и Малом Кавказе интенсивность химической денудации увеличивается с высотой. В отличие от указанных горных областей в Талыше, наоборот, интенсивность химической денудации с высотой уменьшается. Это связано, главным образом с последовательностью смены литологического состава пород и количеством выпадающих осадков. Верхняя часть территории сложена, в основном, трудно размываемыми вулканогенными породами, тогда как в нижних частях обнажаются мощные осадочные толщи. В Ленкоранской области по направлению к предгорью количество осадков увеличивается. В результате интенсивность химической денудации нарастает от верхней зоны гор к предгорьям, изменяясь от 0,025 мм до 0,13 мм/год.

Таким образом, интенсивность химической денудации на Талыше, в отличие от Большого и Малого Кавказа уменьшается с высотой и соответствует изменению интенсивности механической денудации.

Известно, что в горной части Азербайджана выделяются две крупные морфоструктуры: Большой Кавказ и Малый Кавказ вместе с Талышом, в пределах, которых резко различаются скорость механической денудации и характер ее проявления на различных высотных поясах рельефа. Скорость механической денудации достигает наибольших значений в области Большого Кавказа, где ее средняя величина составляет 0,530 мм/год.

Горные области Малого Кавказа и Талыша отличаются гораздо меньшей скоростью механической денудации. В этих горных областях средняя скорость механической денудации достигает 0,040 мм/год. Исследования С.А. Ахундова [7] показывают, что это более чем в 13 раз меньше, чем в области Большого Кавказа. Эти различия связаны, прежде всего, с литологическим составом пород, представленным на Большом Кавказе преимущественно осадочными толщами, легко поддающимися размыву, а на Малом Кавказе и в Талыше – устойчивыми к денудации вулканогенными породами. Кроме того, отмеченные различия в известной мере обусловлены также изменениями в количестве выпадающих осадков, достигающих в высокогорьях Большого Кавказа 900...1400 мм/год, Малого Кавказа – 600...900 и Талыша – до 600 мм/год [12]. По-видимому, существенную роль играет также высокая расчлененность рельефа и крутизна склонов на Большом Кавказе. Средние значения интенсивности химической и механической денудации, установленные для отдельных физико-географических районов, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Средние значения интенсивности химической и механической денудации

Физико-географический район	Интенсивность денудации, мм/Г		$\frac{R}{C}$	$\frac{C}{R}$
	химической	механической		
Южный склон Большого Кавказа	0,128	0,551	4,30	
Ширван	0,112	0,532	4,75	
Северо-восточный склон Большого Кавказа	0,075	0,524	7,00	
Ленкорань	0,078	0,040		1,95
Нахичевань	0,064	0,039		1,64
Малый Кавказ	0,054	0,040		1,35
Гобустан	0,037	0,117	3,16	
Средняя величина	0,086	0,263	3,00	



В табл. 3 для сравнения также приводятся соотношения механической и химической денудации. Сравнение показывает, что интенсивность механической денудации на исследуемой территории в целом, почти в 3 раза выше химической денудации. Однако в некоторых районах наблюдается обратное соотношение. Например, на территории Малого Кавказа, Ленкорани и Нахичеванской АР интенсивность химической денудации в 1,35...1,95 раз выше. Это обусловлено, главным образом, различиями в комплексе геолого-геоморфологических условий, включающих абсолютные и относительные высоты рельефа, крутизну склонов, литологический состав пород, их денудационную устойчивость. Наряду с этим в горных областях Малого Кавказа и Талыша обнажаются денудационно-устойчивые вулканогенные породы. В результате чего, в этих горных областях годовая интенсивность химической денудации почти в 2 раза превышает интенсивность механической денудации.

По исследованиям С.А. Ахундова [7], на Большом Кавказе интенсивность механической денудации, в отличие от интенсивности химической денудации, увеличивается с высотой, в соответствии с изменением количества осадков, крутизны склонов, их покрытости растительностью. На Малом Кавказе и Талыше тенденция нарастания интенсивности механической денудации имеет обратную направленность (инверсию) и увеличивается от верхней зоны гор к их предгорьям. Основной причиной этого является смена литологического состава пород и значительная выровненность рельефа центральной части Малого Кавказа лавами позднеплиоцен-плейстоценового вулканизма. Автором установлено, что за пределы Большого Кавказа в среднем за год выносятся 23,64 млн. т, на Малом Кавказе – 1,14 млн. т и на Талыше – 0,25 млн. т рыхлообломочного материала. Значительная часть выносимого материала накапливается в пределах низкогорного пояса, наращивая конусы выноса и другие аккумулятивные формы рельефа.

По данным С.А. Ахундова [7] с территории Азербайджана общий сток наносов составляет 25,4 млн. т/год.

Для расчета количества растворенных веществ, приносимых атмосферными осадками, используем среднее значение минерализации атмосферных осадков, выпадающих на территории Азербайджана. По данным Ш.М. Агаева [4] и Ш.П. Байрамова [8] общий приход растворенных веществ с атмосферными осадками на территорию Азербайджана составляет 1,3 млн. т/год ( $15 \text{ т/км}^2$ ).

Для количественной оценки суммарной эрозионной деятельности поверхностного стока на территории Азербайджана используем уравнение баланса, которое имеет вид:

$$W_{эп} = W_{сн} + (W_{раст} - W_{атм}),$$

где  $W_{эп}$  – объем годового выноса эродируемых веществ;  $W_{сн}$  – годовой объем выноса наносов;  $W_{раст}$  – годовой объем выноса растворенных веществ;  $W_{атм}$  – годовой объем растворенных веществ, приносимых атмосферными осадками.

Подставляя в приведенное выше уравнение значение по стоку наносов (25,4 млн. т) полученное С.А. Ахундовым [7], прихода растворенных веществ с атмосферными осадками (1,3 млн. т) по Ш.М. Агаеву [4] и Ш.П. Байрамову [8] и наши данные по ионному стоку (7 млн. т) получаем

$$W_{эп} = 24,4 + (7 - 1,3) = 31 \text{ млн. т (625 т/км}^2\text{)},$$

то есть общий объем годовой денудации исследуемой территории составляет 31 млн. т, что соответствует интенсивности денудации, равной 625 т/км<sup>2</sup>. Отсюда следует, что на химическую денудацию приходится 22,6 %, или 141 т/км<sup>2</sup>.

Таким образом, исследование показывает, что в горных областях Азербайджана протекают интенсивные эрозионные процессы, доминирующую роль в которых играет механическая денудация (77,4 %). Роль химической денудации также существенна. Здесь их интенсивность (15,3 т/км<sup>2</sup>) почти в 6 раз превышает средний мировой показатель, который составляет по Р.Р. Денмухаметову [11] – 2,4 т/км<sup>2</sup>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуев М.А. Гидрологическое исследование стока наносов рек с естественным и нарушенным режимом (в пределах Азербайджана): Автореф. дисс... канд. геогр. наук. – Баку, 1995. – 22 с.
2. Абдуев М.А. Интенсивность химической денудации в речных бассейнах Азербайджана. // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – 2007. – №4. – С.160-166.
3. Абдуев М.А. Рекогносцировочная оценка состояния речных бассейнов Азербайджана по антропогенной нагрузке. // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №2. – С. 55-61.
4. Агаев Ш.М., Степанов И.Н. О химическом составе атмосферных осадков Азербайджана. ДАН СССР. Т.154. – 1964. – Вып. 6. – С.1359-1360.
5. Ахундов С.А. Интенсивность денудации Азербайджанской части Кавказа. // Геоморфология. – 1974. – №3. – С. 46-52.
6. Ахундов С.А. Сток наносов горных рек Азербайджанской ССР. – Баку: Изд-во «Элм», 1978. – 98 с.
7. Ахундов С.А. Современная денудация на горной территории Восточного Закавказья. // Изв. АН Азерб. ССР. Сер. наук о Земле. – 1985. – №3. – С. 87-93.

8. Байрамов Ш.П., Идрисова Р.В., Мамедова К.В. Изучение концентрации анионов выпадающих с дождями на различные территории. // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – 2006. – №3. – С. 63-71.
9. Гачечиладзе Г.А. Гидрологические аспекты химической денудации в горных регионах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 292 с.
10. Дедков А.П., Мозжерин В.И., Шарифуллин А.Н., Денмухаметов Р.Р. Современная денудация равнин Земли по данным о стоке наносов и растворенных веществ. // Известия РАН, Серия географическая. – 2005. – №5. С. 30-38.
11. Денмухаметов Р.Р. Сток растворенных веществ и химическая денудация в речных бассейнах мира: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Казань, 2005. – 23 с.
12. Климат Азербайджана. – Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1968. – 348 с.
13. Львович М.И., Карасик Г.Я., Братцева Н.Л. и др. Современная интенсивность внутриконтинентальной эрозии суши земного шара. – М.: 1991. – 336 с.
14. Мамедов Дж. Г. Интенсивность смыва с поверхности речных водосборов Нахичеванской АССР и прилегающих территорий: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Баку. 1987. – 19 с.
15. Эюбова Ф.А. Формирование и оценка стока взвешенных наносов рек северовосточного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР): Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Тбилиси, 1983. – 25 с.

Поступила 27.12.2011

Геогр. ғылымд. канд. М.А. Абдуев

## **АЗЕРБАЙДЖАННЫҢ ТАУЛЫ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ҚАЛҚЫМА АҒЫН ЖӘНЕ ЕРІГЕН ЗАТТАР МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША ДЕНУДАЦИЯ**

*Азербайджанның таулы аймақтарындағы химиялық және механикалық денудация қарқындылығын бағалау көпжылдық мерзімдегі талданған қалқыма ағын және иондар мәліметтеріне негізделіп жасалған. Жалпы Азербайджанның таулы аумағында механикалық денудацияның қарқындылығы, химиялық денудацияға қарағанда 3 есе жоғары, бірақ кейбір аумақта кері көрсеткіш бақыланады. Қарастырылған аймақта механикалық денудацияны суреттейтін қарқынды эрозиялық процесстер өтуде (77,4 %). Химиялық денудация ролі де айтарлықтай, өйткені оның қарқындылығы орташа әлемдік көрсеткіш мәнінен 6 есеге артық.*

УДК 528.81: (535.33+535.34):(631.41+631.44) (021.4) (479.24-234.9)

Канд. с.-хоз. наук И.И. Марданов \*

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
ТРАНСФОРМАЦИЙ ОПОЛЗНЕВЫХ МАССИВОВ ЮГО-  
ВОСТОЧНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА***ОПОЛЗНИ, БОЛЬШОЙ КАВКАЗ, СКЛОН, СУБАЛЬПИЙСКИЙ,  
АЛЬПИЙСКИЙ, ЛАНДШАФТ, ВЫСОКОГОРНЫЕ, ГОРНО-ЛУГОВОЙ,  
ПРОЦЕСС, ЭРОЗИЯ*

*В работе проанализированы возможности прогнозирования оползней в природной области Большого Кавказа с использованием имеющихся геолого-геоморфологических, климатических и ландшафтных данных, а также визуальных наблюдений. Эти данные позволили выявить главные различия факторов рельефной ситуации, гидрометеорологических условий в отдельных физико-географических районах, в которых проявляются оползни, характер и интенсивность землепользования, в той или иной степени влияющую на сход оползней и подверженную их разрушительному воздействию. Выявлено, что в горной части территории в качестве основных факторов схода оползней выступают различные природные причины, а в оползнях Апшеронского полуострова большую роль играют и антропогенные причины.*

**Введение.** Вопросы выявления причин геодинамических процессов – осыпей, россыпей и оползней многие годы находятся в центре внимания географической общественности страны по причине пагубных последствий этих явлений для социальной сферы и хозяйственной деятельности горных регионов [1, 11].

Южный и северо-восточный склоны Большого Кавказа отличаются сложным геоморфологическим строением. Это проявляется в структуре чередования водопроницаемых слоев пород, переплетением тектонических нарушений, а также высокую сейсмичность, довольно часто малозаметную, но являющуюся решающим фактором сползания и обрушения масс пород.

Существенное влияние на развитие оползневых процессов оказывает наклон земной поверхности, скапливающий в себе значительную энергию

---

\* Сумгаитский Государственный Университет, г. Сумгаит, Азербайджан

всей массы пород склона. Но, как известно, большие уклоны не всегда приводят к оползням, даже на близко расположенных к оползневым массивам участках. Так, склоны с твердыми материнскими породами являются устойчивыми, склоны же с чередованием слоев рыхлых пород и глин являются наиболее подверженными воздействию геодинамических факторов. Большие уклоны, особенно характерны для южного склона Главного Кавказского хребта, что приводит к оползням обвального характера, в корне изменяющего облик ландшафта данного участка [7, 8].

По степени устойчивости к воздействию оползневых процессов горная территория дифференцируется на относительно устойчивые, средне активные и активные участки. В пределах горно-луговой зоны устойчивые участки характеризуются наличием четко выраженных задернованных субальпийских и альпийских ландшафтов, не нарушенных геодинамическими процессами. К средне активным участкам можно отнести массивы с закрепленными и полужакрепленными оползнями, а активным – массивы, где горно-луговой покров почти полностью нарушен постоянно возобновляющимися движениями масс пород. Такие участки могут быть подвержены влиянию других экзодинамических процессов – почвенной эрозии, накоплению и перемещению осыпей и россыпей, представляющих не меньшую опасность для ландшафтной и всей экологической ситуации.

Как известно, важным элементом развития ландшафтов является перенос химических частиц, как части круговорота веществ. В этом отношении высокогорные ландшафты Большого Кавказа являются малоизученными и требуют анализа воздействия экзогенных процессов на изменения количества и соотношения различных химических элементов и их соединений в почвах и растительности в зависимости от интенсивности различных природных явлений. Для этих целей могут быть привлечены специалисты различного профиля – географы, почвоведы, ботаники, химики, общие усилия которых могут помочь выявить общую картину происходящих геохимических изменений.

Геодинамическая ситуация на Апшеронском полуострове в значительной степени осложняется интенсивным градостроительством, сопровождающимся развитием социальной и промышленной инфраструктуры, что приводит к изменению первоначального рельефа и усилению факторов оползнеобразования.

Объекты и методы исследований. Юго-восточная оконечность Большого Кавказа, являющаяся активной с точки зрения схода оползней, всегда привлекала внимание исследователей различных дисциплин – геологов, геоморфологов, ландшафтоведов, почвоведов и т.д. пытающихся выявить причины этого разрушительного процесса, дать оценку степени влияния того или иного фактора на данное явление. Это позволило определить главные ополз-

невые массивы, литологический состав пород оползневых склонов, основные ландшафтные элементы отдельных крупных оползней. Выявленные оползневые массивы расположены, в основном, на юго-восточном (в бассейнах рек Гирдыманчай, Пирсаатчай) и Северо-восточном склоне Главного Кавказского хребта, а также на Боковом хребте в пределах Азербайджана (в бассейнах рек Гусарчай, Гудиалчай) во всех высотных ландшафтных поясах. Они представляют собой площадные оползни и оползни-потоки различной конфигурации и развивающиеся в различных морфоклиматических условиях, с разной степенью и характером антропогенно-техногенного воздействия.

Эти работы производились во время полевых визуальных исследований, а также камеральных изысканий, подразумевающих измерения на топографических картах, выявляющих уклоны поверхности, стимулирующие сползание горных масс.

Замеры образовавшихся в результате оползней трещин на разных массивах и определение их временной динамики позволяют провести районирование территории по активности пород с целью выявления наиболее оползнеопасных территорий. Описание ландшафтной ситуации, ее отдельных компонентов способствует выявлению проявляющихся через определенное время различий, происходящих также под влиянием геодинамических процессов.

Дешифрирование аэрокосмических изображений дает возможность их интерпретации для выявления геоморфологических и ландшафтных особенностей последствий оползней и их пространственную и временную динамику при наличии снимков разных лет. В Азербайджане многие годы проводились работы по созданию и совершенствованию различных средств и методов интерпретации аэрокосмических данных для определения направлений развития пагубных природных явлений [9].

Полученные результаты. Имеющиеся материалы многочисленных исследований природных условий Большого Кавказа дают возможность выявить предпосылки возникновения и развития оползневых процессов и создать определенную группировку оползневых массивов с целью разработки защитных мероприятий по предотвращению их пагубных последствий. С этой целью был обработан материал по физико-географическому и синоптическому районированию природной области Большого Кавказа, осуществленному Б.А. Будаговым, М.А. Мусеибовым, А.А. Мадатзаде, Э.М. Шихлинским [2, 4, 5] в пределах Азербайджана и определен ряд факторов, обуславливающих сход оползневых масс.

Высокогорные территории Большого Кавказа входят в пределы нескольких физико-географических районов. Гонагкендский район охватывает в структурном отношении Туфанский антиклинорий, Шахдаг-Хызинский синклинорий, Тенги-Бешбармагский антиклинорий, восточную окраину За-

гатало-Говдагского синклиория и Гусарскую моноклинал. В связи с формированием на различных абсолютных высотах ряда межгорных впадин, созданы условия для развития населенных пунктов, земледелия и скотоводства, которые впрочем, могут послужить причиной эрозионного, но не оползневого процесса. Оползневые явления здесь имеют природный характер, связанный, по-видимому, с колебаниями сейсмоактивности, характером подстилающих пород, размывающей деятельностью рек, особенно, во время паводков и атмосферными осадками, в том числе, ливневыми дождями. Межгорная впадина Шахдюзю (2400...2700 м над уровнем моря) используется в качестве летнего пастбища. Рельеф района обладает большим диапазоном высот (200...4460 м) и поэтому высотная поясность представлена здесь в полном спектре. Понижение абсолютной высоты рельефа и усиление аридности в юго-восточном направлении, приводит к уменьшению речного стока, аридизации лесов, исчезновению высокогорных ландшафтных поясов и расширению ареалов сухих степей и полупустынь в сторону низкогорий. В динамическом развитии и формировании рельефа основную роль играют гравитационные (обвалы, оползни) и эрозионные процессы, но велика роль и экзарационной деятельности остатков древнего оледенения.

Перепады высот на южном склоне Главного Кавказского хребта, который в основном, охватывает Загатало-Лагичский физико-географический район, протягивающийся с запада, с грузинской границы до долины реки Гирдиманчай на востоке на 220 километров, с крутыми склонами составляют 2800...2900 метров. Уклоны поверхности изменяются в пределах  $30^{\circ}$ ... $45^{\circ}$ , что возможно является определяющим фактором развития оползневых процессов, наряду с ливневыми осадками, характерными и для северо-восточного склона Большого Кавказа и высокой сейсмичностью. Ряд рек (Мазымчай, Белоканчай, Курмухчай, Дашагильчай и др.) пересекают южный склон поперек, образуя долины с крутыми склонами. На территории господствуют широколиственные леса, которые впрочем, не могут послужить закрепляющими от оползания породы факторами, горные луга и субнивальные ландшафты. В связи с большой площадью оголенных склонов, покрытых материалами выветривания, скальными обнажениями, периодически выпадающие ливневые дожди в бассейнах рек формируют сели, которые наносят большой вред населению и хозяйствам предгорных районов. Оползни, возникновение которых также не связано в прямом отношении с антропогенным фактором, наиболее широко развиты в среднем течении реки Гирдиманчай, в Лагичской впадине на склонах гор и создают препятствия развитию экономики и сельского хозяйства населенных пунктов.

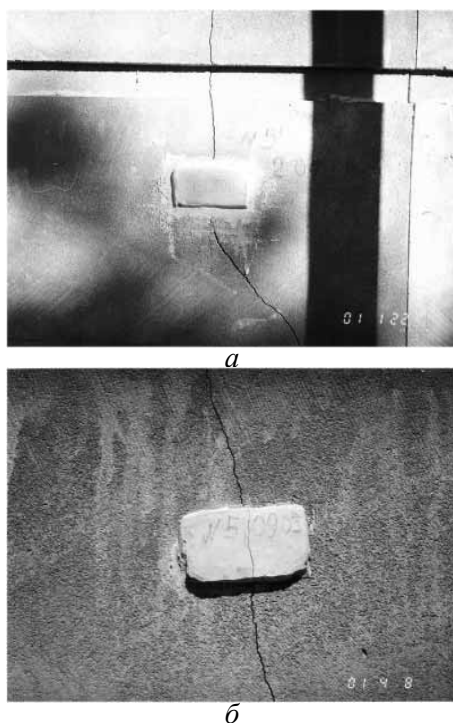
Шемахинский (Горный Ширванский) физико-географический район окруженный с запада рекой Ахсу, с севера водоразделом Главного Кавказского

хребта, с востока Гобустанским низкогорьем, а с юга Ширванской степью характеризуется высокой сейсмичностью (8...9 баллов), которая возможно играет ведущую роль в нарушении сцепления между массами пород и сходе оползней. На территории района, с более влажным климатом, преобладают горно-степные, лесостепные, горно-лесные и горно-луговые ландшафтные комплексы. Здесь последствия оползней в связи с малонаселенностью территории, к счастью, не приводили к большим человеческим жертвам, но периодически выводят из строя магистральную дорогу, на текущий ремонт которой уходит немало государственных средств. Наиболее широко развиты оползни в бассейнах рек Ахсу, Пирсаат и Гозлучай, которые наносят большой вред населенным пунктам, дорогам и хозяйствам. Участок Чухурюрд-Пиргулу является удобной зоной отдыха и обладает особенностями горно-климатического курорта, расширение которого может обострить проблему ее защиты от природных катастроф.

Изучение геодинамической ситуации на Апшеронском полуострове, являющемся частью Большого Кавказа становится актуальной научно-практической проблемой для жизнеобеспечения большей части населения страны. Территория Бакинской агломерации, переживает строительный бум, который способен обострить ранее существовавшие проблемы и создать новые, в связи с интенсивным высотным строительством в Бакинском амфитеатре. На сегодняшний день известны главные оползневые массивы в пределах города и выявлены наиболее вероятные причины схода оползней на данных участках. Однако с расширением пределов города и продвижением жилищного строительства, в том числе элитного, например, к югу от центра города в сторону Баиловского уступа возникают новые опасности для жизни людей на некогда слабозаселенном участке Апшеронского полуострова. Уже высказывались обоснованные мысли о том, что строительные работы способны изменить русла стока грунтовых вод, всегда игравших большую роль в активизации движения масс пород. Данная территория несколько раз становилась ареной действия природной стихии и по этой причине, строительство на этой территории носило ограниченный характер. Были выявлены подвижки в породах и после схода оползня в 2000-м году, свидетельствующие о непрекращающихся геодинамических процессах (рис. 1). В последующие годы происходили оползни с менее тяжелыми последствиями в разных частях города, например, около памятника Н. Нариманова в нагорной части, чему способствовало увеличение крутизны склона в результате земляных работ, приведших к созданию крутого уступа на данном участке склона. К этому времени были выявлены основные природные показатели Апшерона, на фоне которых происходят оползневые процессы. Эти процессы при схожих условиях и подобном характере землепользования могут себя проявить на близлежащих и достаточно отдаленных территориях с аридным климатом низкогорий.



Территория Апшеронского полуострова и города Баку входит в пределы Гобустан-Апшеронского физико-географического района природной области юго-восточной оконечности Большого Кавказа, являющегося оползнеопасной территорией для всего южного Кавказа [3]. Большая часть района состоит из низгорий с широким распространением аридно-денудационных процессов и в тектоническом отношении входит в пределы Шемахинско-Гобустанского синклинория и юго-восточной оконечности мегаантиклинория Большого Кавказа [10]. Вследствие определенного рельефа и аридности климата, на этих территориях преобладают ландшафты полупустынь и сухих степей. Здесь доминирует галофитная растительность. Развиты овражная эрозия, бедленды и глинистый карст, в связи с выходом на поверхность глинистых пород и брекчий грязевых вулканов. Широко распространены зимние пастбища. Одним из главных характерных черт района является незначительность речной сети, которая не может играть важную роль в размыве подошвы склонов и привести к оползанию горных масс как в других горных районах Большого Кавказа.



*Рис. 1. Свидетельства непрекращающихся геодинамических процессов. Трещина шириной 2...3 мм (б), образовавшаяся через 3 месяца на наблюдательном кирпиче (а) в основании строения, расположенного в районе «Аллеи шахидов».*

Территория Большого Кавказа не редко подвергается влиянию холодного воздуха, распространяющегося из районов Карского моря, Скандинавии, юга Восточной Европы и Казахстана, проникающих на территории через Каспийское море. Редко воздушные массы проникают через территорию Грузии. Иногда территория находится под влиянием теплого воздуха субтропического антициклона. По влиянию синоптических процессов на территорию можно выделить три подрайона.

В горном подрайоне, входящем в состав Загатало-Лагичского и Горно-Ширванского (Шемахинского) физико-географических районов природной области Большого Кавказа и охватывающем южный склон Главного Кавказского хребта, среднегодовые температуры составляют  $0...7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , среднеянварская температура  $-5...-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а среднеиюльская  $+5...+17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , среднегодовое количество осадков  $1000...1300\text{ мм}$ . Максимально влажный период – конец весны начало лета. В этот период может происходить активизация роли грунтовых вод в развитии оползней.

Губа-Шемахинский район также входит в состав природной области Большого Кавказа и охватывает юго-восточный склон Главного Кавказского хребта, северо-восточный склон Большого Кавказа, Гусарскую наклонную равнину и Самур-Девичинскую низменность. Он в большей степени, чем другие районы подвергается воздействию холодных воздушных масс арктических и умеренных широт и Среднеазиатского антициклона. Напротив, воздействие тропического антициклона проявляется здесь слабо. Морская воздушная масса проникает сюда только с северо-запада – через Северный Кавказ. Губа-Шемахинский район делится на три подрайона.

В Горном подрайоне, входящем в пределы Гонагкендского и Горно-Ширванского (Шемахинского) физико-географических районов среднегодовая температура достигает  $+5...+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , среднеянварская  $+4...+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , среднеиюльская  $+14...+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовое количество осадков составляет  $400...600\text{ мм}$ , что говорит о том, что роль осадков в оползнеобразовании здесь меньше, чем в других районах, хотя максимум осадков здесь наблюдается, как и в Огуз-Исмаиллинском районе в конце весны начале лета. Большую роль в развитии оползней может сыграть стабильный и продолжительный снежный покров.

В Загатало-Шекинский синоптический район, входящий в состав Загатало-Лагичского физико-географического района природной области Большого Кавказа, большая часть воздушных масс входит через территории

Черного моря и Грузии, редко с востока. Высокогорные территории этого района входят в пределы горного подрайона, общие климатические особенности которого мало отличаются от других подрайонов.

Территория Апшеронского полуострова и города Баку входит в пределы Апшерон-Гобустанского синоптического района, охватывающего одноименный физико-географический район природной области Большого Кавказа, отличающегося от других сильными широтными воздушными потоками. В пределах этого района выделяются два подрайона: подрайон Апшеронского полуострова и Гобустанский подрайон.

В подрайоне Апшеронского полуострова среднегодовая температура составляет +14...+15 °С, среднеянварская +3...+4 °С, среднеиюльская +24...+26 °С, среднегодовая сумма осадков 100...250 мм, наибольшее количество осадков выпадает осенью, господствуют ветры северного направления, называемые хазри (или же Бакинский норд), часто сопровождающийся бурей. Туманы и снегопады – явления редко повторяющиеся.

В Гобустанском подрайоне, охватывающим низкогорья на юго-восточной оконечности Большого Кавказа, среднегодовая температура составляет +11...+13 °С, среднеянварская -1...-3 °С, среднеиюльская +22...+25 °С, среднегодовая сумма осадков 150...300 мм, наибольшее количество осадков выпадает осенью. Господствуют северные и северо-восточные ветры, во время фёна дует сильный юго-западный ветер. Бури, туманы и снегопады наблюдаются чаще, чем на Апшеронском подрайоне.

Приведенный анализ показывает, что климатические условия этих подрайонов сильно не отличаются и не могут рассматриваться как ведущий фактор возникновения оползней. Здесь главную роль приобретают геолого-геоморфологические факторы, и особенно на примере Апшеронского полуострова – техногенные.

Выводы. Многочисленные изыскания, направленные на разработку мероприятий по предотвращению схода оползней, основываются на уменьшении уклонов горных склонов, фитомелиоративных работах, подразумевающих восстановление сомкнутого растительного покрова на нарушенных массивах. Такой подход иллюстрирует недостаточное понимание сути механизма данного процесса, охватывающего не просто земную поверхность, но достаточно мощный покров осадочных пород с определенным наслоением, иногда до нескольких десятков метров. Довольно часто в публикациях различного характера встречается выражение «оползание почв», что исходит

из-за непонимания геолого-геоморфологической сути оползневой процесса, поверхностного отношения к возможным последствиям этого явления. Известны случаи человеческих жертв в результате оползней, например, трагедия селения Варна, расположенного на юго-восточном склоне Главного Кавказского хребта, унесшая жизни многих жителей села. Геологи отмечают наличие землетрясений оползневой природы, являющихся элементом геодинамической цепи.

В то же время, предпринимаются попытки мелиорации оползневых массивов, которые являются малоэффективными. Они, в основном, направлены на выравнивание поверхности и восстановление сомкнутого почвенно-растительного покрова, в том числе, путем осуществления лесопосадок.

Данные меры приводят к временной стабилизации геодинамической ситуации, что на самом деле, является началом нового цикла в развитии оползневой процесса. Посадка деревьев улучшает почвенно-экологическую, но не геолого-геоморфологическую ситуацию, так как корни деревьев не способны в достаточной степени сдерживать движение пород. Примером могут послужить многочисленные оползни горно-лесного пояса Большого Кавказа в пределах Азербайджана, сильно изменившие весь облик ландшафта, привнося до того не встречающиеся элементы в ее горизонтальную структуру.

Предполагаемые мероприятия. В этой связи возникает острая необходимость в крупномасштабной инвентаризации оползневых массивов, подразумевающей составление детальных ландшафтных, геолого-геоморфологических, почвенных и геоботанических картосхем, в том числе, с использованием материалов аэрокосмической съемки. Картографические материалы должны быть дополнены метеорологическими данными, включающими информацию о количестве, характере и режиме выпадения осадков, среднегодовых и среднемесячных температурах воздуха.

Проведенные в 90-е и 2000-е годы визуальные наблюдения, с использованием топографических карт и аэрофотоматериалов позволили составить карту части изученной территории, охватывающей северо-восточный склон Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) с выделением участков с различной степенью подверженности экзогенным рельефообразующим процессам. Это может помочь определить приоритеты в выборе наиболее нуждающихся в природоохранных мероприятиях районов (рис. 2).



*Рис. 2. Карта-схема экологической устойчивости высокогорной части северо-восточного склона Большого Кавказа. Масштаб 1:200000. 1 – продолжительно устойчивая поверхность; 2 – в слабой степени неустойчивая поверхность; 3 – в средней степени неустойчивая поверхность; 4 – в сильной степени неустойчивая поверхность; 5 – в аномальной степени неустойчивая поверхность.*

Важное место в описании оползневого массива должна занять информация о гуманитарной и хозяйственной ситуации оползневого участка, включающая данные о количестве населенных пунктов, численности их населения, типе населенного пункта, особенностях их расположения, количестве и характере предприятий, социально-бытовых объектов, расположенных на данной территории.

Накопление и обработка большого объема данных позволит провести сопоставление вероятных факторов, обуславливающих процесс схода оползней и выявить ключевой фактор, не учтенный при первоначальном рассмотрении, с целью поиска возможностей его нейтрализации [6]. Такой подход способен дать больший экономический эффект, нежели осуществление целого ряда мероприятий, порой не дающих желаемого результата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ализаде Э.К., Гулиева С.Ю., Тарихазер С.А. Оценка степени подверженности геоконплексов южного склона Большого Кавказа оползневными процессами // Научно-практическая конференция «Природно-разрушительные явления Шеки-Закатальской области и экогеографические проблемы развития региона», 9-10 июня. – Шеки, 2005. – С.63-65.

2. Будагов Б.А. Районирование оползней территории Азербайджана по степени интенсивности их проявления // Изв. АН АзССР. Серия наук о Земле. – 1982. – №6. – С. 62-71.
3. Будагов Б.А., Ализаде Э.К., Тарихазер С.А. Современные тенденции развития стихийно-разрушительных процессов и оценка экогеоморфологической опасности (на примере южного склона Большого Кавказа) // Научно-практическая конференция «Природно-разрушительные явления Шеки-Закатальской области и экогеографические проблемы развития региона», 9-10 июня. – Шеки: 2005. – С. 25-28.
4. Будагов Б.А., Мусейбов М.А. О новом физико-географическом районировании Азербайджанской ССР // Докл. АН АзССР. – 1975. – Т. 31. №2. – С. 71-76.
5. Климат Азербайджана // Под ред. А.А. Мадатзаде, Э.М. Шихлинского. – Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1968. – 342 с.
6. Марданов И.И. О возможности использования экспертной системы для прогнозирования оползней / Географические проблемы обеспечения экологической безопасности природно-хозяйственных систем // Труды Географического общества Азербайджана. Том XIV. – Баку. – 2009. – С. 36-40.
7. Марданов И.И., Гаджизаде Ф.М. Факторы, влияющие на оползневые процессы в Апшероне (на азерб. языке) // Проблемы опустынивания в Азербайджане. Материалы научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения академика Б.А. Будагова. – Баку, 2003. – С.192-195.
8. Марданов И.И., Меджидов Д.Б., Меджидова В.Г., Абдуллаев Г.Г. Системный анализ факторов, характеризующих процессы оползнеобразования в Апшероне (на азерб. языке) // Известия АНАКА (Посвящается дню космонавтики). Физико-технические проблемы способов дистанционного зондирования. – Том 8. – 2005. – №1 (8). – С. 85-92.
9. Мехтиев А.Ш. Аэрокосмические исследования в Азербайджане (на азерб. языке) // Материалы второй научно-практической конференции «Азербайджан на пороге 21 века». – Баку, 1998. – С. 343-346.
10. Мусейбов М.А. Физическая география Азербайджана. // Учебник для географических факультетов университетов (на азерб. языке) – Баку: Маариф, 1998. – 400 с.
11. Пашаев Н.А. Управление природных катастроф на территории Азербайджанской Республики (на азерб. языке) // Труды Географического общества Азербайджана. Современные географические исследования в Азербайджане, том XI. – Баку. – 2007. – С. 283-289.

А-шар. ғылымд. канд. И.И. Марданов

**ҮЛКЕН КАВКАЗДЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ШЕТТЕРІНДЕГІ ЖЫЛ-  
ЖЫМА СІЛЕМДЕРІНІҢ АУЫСУЫН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕСІНДЕ  
НЕГІЗГІ ФАКТОРЛАРЫН АНЫҚТАУ**

*Бұл жұмыста Үлкен Кавказдың табиғи аумақтарындағы жыл-жымаларды болжау мүмкіндіктері бар геолого-геоморфологиялық, климаттық, ландшафтық және қарапайым бақылау мәліметтерін қолдана отырып талданған. Бұл мәліметтер рельефтік жағдайлар факторларының негізгі өзгешелігін, жылжымалар болатын кейбір физико-географиялық аудандардың гидрометеорологиялық жағдайын, жылжымалардың көшуіне және қирату әсеріне келтіретін жер сілкінісінің мінездемесі мен қарқындылығын анықтауға мүмкіндік береді.*

УДК 502.51

Доктор биол. наук Н.Т. Ержанов\*  
А.Б. Карабалаева \*\*

## СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ИРТЫШ В ПЕРЕДЕЛАХ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

*РЕКА ИРТЫШ, ПАВЛОДАРСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, МЕРОПРИЯТИЯ, НАБЛЮДЕНИЕ*

*Рассматривается вопрос влияния антропогенных факторов на р. Иртыш в пределах Павлодарской области. Приведен анализ экологической ситуации, сложившейся в бассейне р. Иртыш в последние годы. Отмечается, что увеличение антропогенного воздействия приведет к изменению водного баланса в бассейне р. Иртыш.*

Территория Павлодарской области расположена в северо-восточной части Казахстана в бассейне среднего течения р. Иртыш, которая в пределах области протянулась на 720 км. Река Иртыш – жизненно важная трансграничная артерия не только для Павлодарской области, но и всего Казахстана и части Евразийского региона. Это крупнейшая в Республике Казахстан река, которая обеспечивает население, промышленность и сельское хозяйство водой не только в пределах своего бассейна, но и огромную территорию маловодного Центрального Казахстана через канал им. К. Сатпаева. Таким образом, от воды р. Иртыш зависит жизнь крупного индустриального региона Казахстана, включающего три области республики – Восточно-Казахстанскую, Павлодарскую и Карагандинскую, общей площадью более 836 тыс. км<sup>2</sup> и численностью населения более 4 млн. человек, что составляет около четверти населения всей страны.

Обострение водной проблемы объясняется как естественными природными факторами, так и хозяйственной деятельностью человека. К естественным факторам относятся: неравномерное распределение водных ресурсов по территории, неравномерное внутригодичное и многолетнее распределение стока, вредное воздействие сточных вод, ущербы от которого, по мере развития экономики, все более возрастают. В результате хозяйственной дея-

\* Павлодарский ГУ им. С. Торайгырова, г. Павлодар

\*\* Казгидромет, г. Астана



тельности человека наблюдается быстрый рост водопотребления и происходит загрязнение водных ресурсов. Ко всему этому следует добавить всевозрастающую связь региональных водных проблем между собой [5].

Экологическое состояние Иртыша ухудшается за счет увеличения сброса неочищенных вод предприятиями. Со сточными водами попадает большое количество нефтепродуктов, фенолов, синтетически-активированных веществ [4]. Только на территории Казахстана 53 крупных предприятий сбрасывают в Иртыш 260 млн. м<sup>3</sup> сточных вод. Суммарная нагрузка на водную экосистему в Павлодарской области уже на 21 % превышает располагаемые водные ресурсы и составляет около 30 км<sup>3</sup>/год, 19,0 км<sup>3</sup> /год приходится на долю обязательных судоходных попусков в низовье, 6,6 км<sup>3</sup> – на долю сельского хозяйства и 4,4 км<sup>3</sup> – на долю промышленного водоснабжения [1].

Проблемы Иртышского бассейна связаны не только с количественным дефицитом воды, но и с качественным истощением водных ресурсов вследствие зарегулирования стока, приводящего к отрицательным последствиям для водной экосистемы в целом. К наиболее важным проблемам Иртышского речного бассейна в пределах Павлодарской области относятся:

1. Ухудшение качества воды реки Иртыш вследствие загрязнения реки и ее притоков токсичными веществами промышленных предприятий Павлодарской области;

2. Неудовлетворительное состояние системы водоснабжения в городах и населенных пунктах обуславливает значительные потери воды, подтопление территорий и вторичное загрязнение питьевой воды в результате аварий на сетях;

3. Загрязнение неочищенными и недостаточно очищенными сточными водами с сельскохозяйственных угодий и промышленных предприятий;

4. Тепловое загрязнение реки из-за сброса теплообменных вод;

5. Увеличение количества несанкционированных свалок вокруг населенных пунктов и городов.

Здесь были отмечены только некоторые аспекты данной проблемы, при дальнейшем изучении можно выделить множество нерешенных вопросов. Для улучшения и стабилизации экологической обстановки в регионе необходимо проведение жестких природоохранных мероприятий, которые сводятся к следующему:

- рациональное использование водных ресурсов;
- комплексный анализ и оценка экологической ситуации;
- профилактика и финансирование природоохранных мероприятий;
- оснащение современным оборудованием и приборами для контроля и анализа состояния реки Иртыш;

- снижение техногенной нагрузки на реку и подземные воды со стороны промышленности и сельского хозяйства;
- сокращение бытового мусора на пляжах и местах отдыха;
- воспитание экологической культуры в каждом человеке.

При выполнении данных мероприятий возможно добиться улучшения качества воды, стабилизации водоохраной и водохозяйственной обстановки, снижения заболеваемости населения в результате использования некачественной воды и улучшения состояния здоровья населения.

В сложившейся ситуации контроль состояния экосистемы Иртыша и качества его вод является весьма важной задачей. В настоящее время в РГП «Казгидромет» проводится экологический мониторинг и контроль качества воды в основном по химическим показателям.

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (*ПДК*) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного водопользования, а уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (*ИЗВ*), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества воды [3].

Качество воды – это характеристика состава и свойства воды, определяющая возможность использования для целей хозяйственно-питьевого, бытового, рыбохозяйственного и технического назначения. В республике качество воды регламентируется ГОСТом 2874-82 [2].

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод на территории Павлодарской области проводились на 1 водном объекте – р. Иртыш. Согласно наблюдениям по данным Казгидромета качество воды в 2010 году в сравнении с 2009-м и 2008-м годами существенно не изменилось. Хотя Иртыш относится к загрязненным рекам, состояние ее на протяжении последних лет не меняется, т.е. не ухудшается, но и не улучшается.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барлыбаева А.Б., С.Е. Сарсембекова Проблема трансграничных рек Казахстана (на примере реки Иртыш и её экологическое состояние на территории Павлодарской области) / Сатпаевские чтения. Том 10. – 2005. –С. 19-21.
2. Водный кодекс РК (от 9.07.03 г. №481 – II). Алматы: БИКО, 2003.



УДК 551.506.2:551.509.51

Б.Л. Сазанова \*

Т.В. Худякова \*

О.С. Голояд \*

А.Е. Абенова \*

Т.И. Криворучко \*

Канд. техн. наук В.В. Жданов \*

Л.М. Соколова \*

И.П. Дерюгина \*

## СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2009 ГОДУ\*

*В обзоре приведены сведения о стихийных метеорологических явлениях и краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших их возникновение. Кроме этого, помещены обзоры стихийных гидрологических и агрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Казахстана, а также обзор опасных сгонно-нагонных явлений в районе Казахстанского побережья Каспийского моря.*

### Краткий обзор погоды по территории Казахстана

Средняя за год температура воздуха была около нормы в отдельных районах на 1 °С выше нормы.

Осадков на большей части территории республики выпало около нормы, в отдельных районах больше нормы в 1,3...3 раза, лишь местами на юго-западе, северо-западе, юге и в центре – меньше нормы.

В апреле этого года впервые за весь период наблюдений в Алматы выпало 223 мм осадков, что больше рекордного количества установленного в 1896 г. (190 мм); на М Каменское плато – 304 мм, при норме 144 мм, в Талдыкоргане – 161 мм, при норме 43 мм.

Гидрометеорологические условия в 2009 г. на территории Казахстана формировались преимущественно индексом циркуляции по М.Х. Байдалу – Ш. Начало весны было теплым, середина – несколько прохладной на западе, а в конце весны температура воздуха была около средних многолетних значений, при этом особо влажной выдалась первая половина сезона. Лето было

---

\* Казгидромет, г. Алматы

прохладным в восточной части республики, наиболее дождливым при этом был август. Осень в целом была теплой и преимущественно влажной. Начало зимы было холодным и сухим.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной на западе произошел во второй и третьей декадах марта; на юго-западе – во второй декаде апреля и в первой декаде марта; на северо-западе, севере, северо-востоке и в центре – преимущественно в третьей декаде марта; на востоке – в третьей декаде марта и во второй декаде апреля; на юге и юго-востоке переход осуществлялся с третьей декады января по март.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5 °С, означающий начало вегетационного периода, произошел на северо-западе и севере преимущественно во второй и третьей декадах апреля, на востоке и северо-востоке – в первой и второй декадах апреля, на западе и в центре республики – в конце марта и во второй декаде апреля, на юге – в феврале и марте, на юго-востоке во второй и третьей декадах марта и в первой декаде апреля, на юго-западе – в марте.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5 °С осенью произошел на западе, севере, востоке и в центре республики в начале третьей декады октября, а на юге и юго-востоке – в начале первой декады ноября.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С осенью произошел на севере республики в конце третьей декады октября, на востоке, юге, юго-востоке и в центре – в конце первой декады ноября, а на западе – в начале первой декады декабря.

### **Краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших возникновение стихийных метеорологических явлений**

*Сильный ветер, шквал.* В 2009 году на территории Казахстана наблюдалось 38 случаев ураганного ветра со скоростью 30 м/с и более. Большинство случаев носило локальный характер и обусловлены они были, чаще всего, наложением синоптических условий на физико-географические особенности рельефа.

Так, в районе М Жаланашколь Алматинской области с января по март и в декабре наблюдался 21 случай, и по одному случаю ураганного ветра в апреле, сентябре и октябре. Скорость ветра была в пределах 32...40 м/с, продолжительность от 1 до 30 часов. Так 24 декабря ураганный ветер продолжался 40 часов, 15 декабря – 44 часа, 6...7 января – 45 часов. Возникновение ураганного ветра было связано с наличием обширного и мощного антициклона над Монголией, его отрогом, направленным на Восточный Казахстан

и областью низкого атмосферного давления над юго-востоком и югом республики. Такое положение барических образований способствовало значительному увеличению горизонтальных барических градиентов и, следовательно, возникновению штормового и ураганного ветра.

Один случай ураганного ветра был зафиксирован на М Жалгизтобе Восточно-Казахстанской области 12...13 марта. Юго-восточный ветер с порывами 40 м/с продолжался 27 часов. Условия возникновения ураганного ветра на М Жалгизтобе схожи с условиями возникновения ураганного ветра в Жаланашколе. Ураганный ветер было связан со штормовой зоной, сформировавшейся в результате сближения обширного и мощного антициклона над югом Центральной Сибири и его отрогом, направленным на Восточный Казахстан и областью низкого давления, расположенного над Центральным Казахстаном, и смешавшимся на северо-восток (рис. 1).

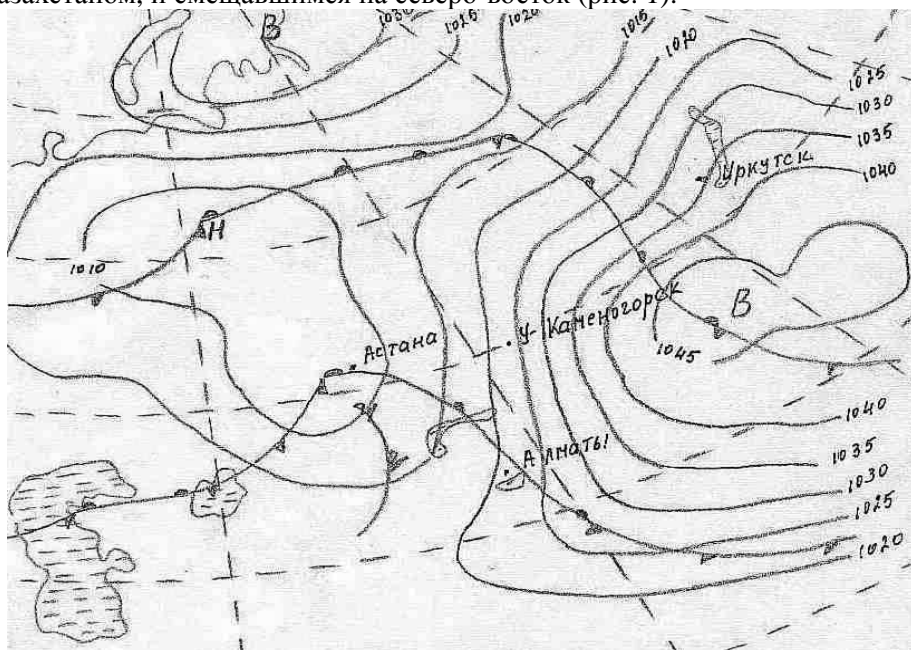
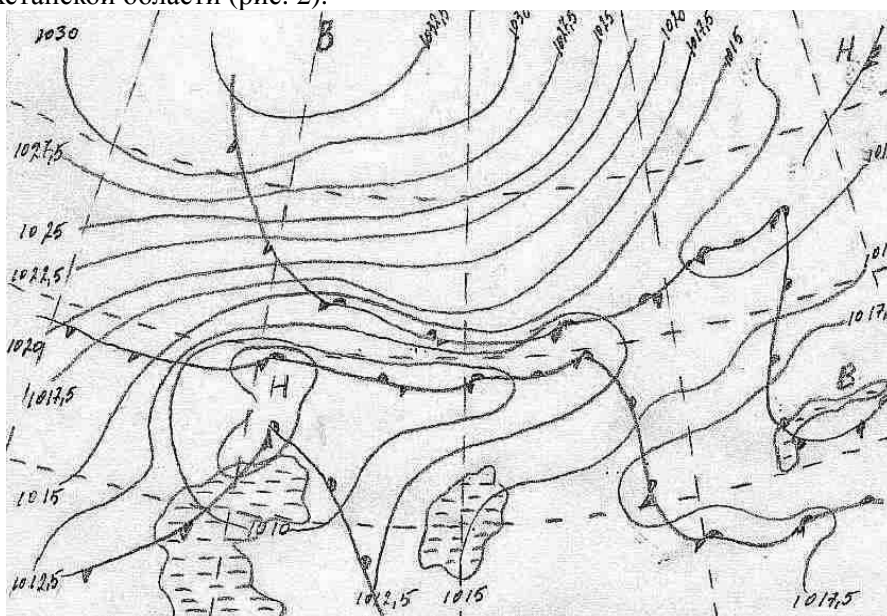


Рис. 1. Анализ приземный за 12 ч СГВ 12.03.2009 г.

Рассмотрим подробно синоптические условия возникновения ураганного ветра на М Жалпактал в Западно-Казахстанской области. Днём 25 октября 2009 года сильный ветер северо-восточного направления 15...22 м/с, порывы 23...28 м/с наблюдался почти на всей территории Западно-Казахстанской области. Над севером Европейской территории России 25.10.2009 г в 00 ч СГВ в приземном слое прослеживался антициклон с центром над Архангельском ( $P_{\text{ц}} = 1034$  гПа). Над Поволжьем на волне теплого арктического

фронта образовался частный циклон с центром над Самарой ( $P_{ц} = 1009$  гПа). Над югом и юго-востоком Казахстана сохранялся отрог антициклона. Падение давления в южной части циклона составляло  $1,5...2,8$  гПа/3 часа, рост давления в северной части циклона –  $1,7...3,0$  гПа/3 часа. Происходило дальнейшее углубление циклона и перемещение его на территорию Западно-Казахстанской области (рис. 2).



*Рис. 2. Кольцевая карта погоды за 12 ч СГВ 25.10.2009 г.*

Также на М Жалпактал Западно-Казахстанской области 18 июня в течение 13 мин с 10 ч 15 мин до 10 ч 28 мин СГВ наблюдался шквал силой ветра 30 м/с. Анализ многолетних карт погоды показал, что имеется несколько синоптических ситуаций, при которых происходит развитие шквалов. В частности, благоприятным является прохождение фронта окклюзии, со скоростью смещения  $30...40$  км/ч летом во второй половине дня (с 12 ч до 20 ч местного времени) у земли, передняя часть барической ложбины на карте АТ-500 и передняя часть термической ложбины или очага холода на карте ОТ 500/100. Именно такая синоптическая ситуация и наблюдалась 18 июня на М Жалпактал.

Для возникновения шквала необходимы также и благоприятные термодинамические условия – значительная по величине энергия неустойчивости теплой воздушной массы, так как именно она обуславливает возникновение мощных конвективных облаков и связанных с ними гроз, ливней и

шквалов. Энергия неустойчивости особенно велика днём, когда под влиянием инсоляции земная поверхность нагревается до 30...40 °С, а от неё нагревается и приземный слой воздуха, что приводит к увеличению вертикальных градиентов температуры до сухоадиабатических. Но для реализации энергии неустойчивости теплой воздушной массы необходим дополнительный импульс, которым и явилось наличие фронта окклюзии и холодного фронта над наблюдаемой территорией. Повышению энергии неустойчивости способствовало также увлажнение почвы осадками, выпавшими в Западно-Казахстанской области ночью и днём 18 июня (от 0,3 до 3 мм). Наличие всех этих условий в Западно-Казахстанской области привело к развитию мощной кучево-дождевой облачности, что вызвало грозы, дождь и усиление.

**Сильная метель.** Метели зимой в северных областях Казахстана обычное явление. При средней скорости ветра 15 м/с и более, продолжительностью 12 часов и более, ухудшающие видимость до 500 м и менее и приносящие значительный ущерб экономике, они относятся к особо опасным явлениям погоды. В течение года на территории республики отмечалось 9 случаев сильных метелей с января по март продолжительностью от 16 до 61 часа. Наибольшее число метелей (6 случаев) наблюдалось в феврале.

В Актюбинской и Восточно-Казахстанской областях сильные низовые метели наблюдались в локальных районах, где на усиление ветра оказывали влияние и местные условия. Особенностью сильных ветров и метелей в орographicеских районах является то, что они наблюдаются при определённых синоптических ситуациях – в основном при мощных процессах антициклогенеза над Северным, Центральным Казахстаном или над Монголией, с отрогом, направленным на Восточный Казахстан, и одновременным смещением циклона в районы Средней Азии, Южного Казахстана и Каспия. При этом сильные ветры и метели отличаются большой устойчивостью в направлении ветра, характерном для орографии района, и большой продолжительностью.

Рассмотрим синоптическую ситуацию, при которой в период 20...23 февраля на М Мугоджарская Актюбинской области сильная низовая метель при средней скорости ветра 15...16 м/с сохранялась в течение 61 ч, видимость при этом уменьшалась до 200 м.

Обширный и мощный антициклон с центром над Екатеринбургом ( $P_{ц} = 1048$  гПа) 20 февраля в 00 ч СГВ занимал территорию Западной Сибири, Урала, большую часть Европейской России, отрог его распространялся на западные и северные области Казахстана. В южной части антициклона (Южный Урал и Западный Казахстан) наблюдался рост давления на 1,4...4,0 гПа/3 часа. Циклон с центром над югом Каспийского моря ( $P_{ц} = 1005$  гПа) располагался



над Кавказом, Каспийским морем и Ираном. На северо-востоке циклона происходило падение давления на 1,0...2,0 гПа/3 часа (рис. 3).

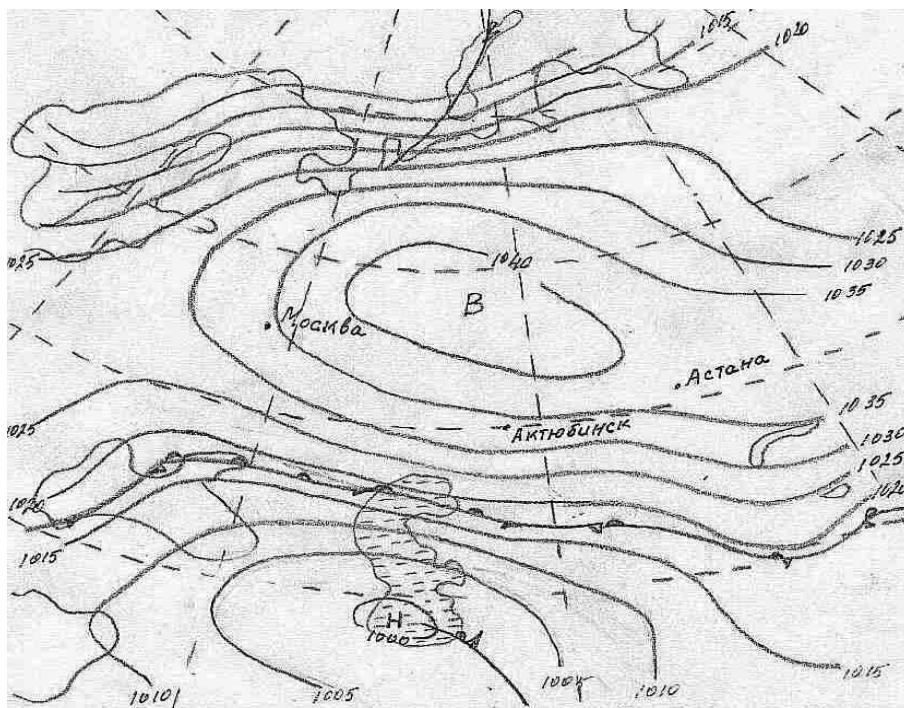


Рис. 3. Анализ приземный за 00 ч СГВ 22.02.2009 г.

Циклон, смещаясь из районов Малой Азии на восток, приближался к южной периферии антициклона. При этом над Актыубинской областью возникла штормовая зона, в которой происходило усиление градиентного ветра. Одинаковая направленность потоков у поверхности земли и на высотах способствовала увеличению барических градиентов в штормовой зоне у поверхности земли до 15 гПа/500 км. В результате всех этих факторов на территории Актыубинской области усилился градиентный ветер до 15...22 м/с, что и обусловило образование низовых метелей с видимостью 200 м и менее. М Мугоджарская расположена на наветренной стороне Мугоджарских гор. Это явилось дополнительным орографическим фактором способствовавшим сохранению длительное время сильного юго-восточного ветра и низовой метели. Метель прекратилась лишь после того, как 24 февраля центр антициклона из районов Среднего Урала переместился на Европейскую часть России, а циклон – на районы Юго-Восточного Казахстана, произошло ослабление градиентного ветра и разрушение штормовой зоны над Актыубинской областью.

Аналогичная синоптическая ситуация наблюдалась на М Жалгизтобе Восточно-Казахстанской области 7.01, 18...19.02, 12...13.03. Метеостанция расположена на наветренной стороне Калбинского хребта. Низовая метель и ураганный ветер были связаны со штормовой зоной, сформировавшейся в результате сближения обширного и мощного антициклона с областью низкого давления. Низовые метели продолжались 7.01 – 16 ч, при средней скорости ветра 24 м/с и видимости 500 м, 18...19.02 – 24 ч, при средней скорости ветра 24 м/с и видимости 200 м. Наиболее сильной была метель 12...13.03, которая продолжалась 26 ч, средняя скорость ветра при этом была 28 м/с, а видимость 50 м.

Рассмотрим период 5...6 февраля, когда метели охватили территорию Северного Казахстана, а на М Аркалык Костанайской области и М Жолболды Павлодарской области достигли критерий СГЯ.

Над Западной Сибирью в 00 ч СГВ 05 февраля располагался глубокий циклон с центром северо-восточнее Сургута ( $P_{\text{ц}} = 995$  гПа). Циклон являлся высоким барическим образованием и имел квазивертикальную ось. На высоте ему соответствовал глубокий циклон, очерченный 496 изогипсой, который охватывал своим влиянием северные территории Европейской части России и Западной Сибири. С этим циклоном был связан арктический фронт. Северо-восточнее Москвы в ложбине циклона на фронте возникло волновое возмущение и частный циклон. В передней части ложбины над северными территориями Казахстана наблюдалась адвекция тепла (+3...+7 °С), в тыл циклону смещался антициклон, в передней части которого на Южный Урал происходило вторжение холодного воздуха (-10...-13 °С).

Частный циклон являлся низким барическим образованием и продолжал углубляться, чему способствовала хорошо выраженная над ним дивергенция потоков. Падение в передней части циклона составляло 3,6...3,9 гПа/3 часа, рост в тылу циклона – 3,6...4,4 гПа/3 часа. Продолжая углубляться, циклон смещался в северо-восточном направлении и уже в 21 ч СГВ 5 февраля центр этого циклона переместился на район г. Екатеринбурга ( $P_{\text{ц}} = 998$  гПа).

Вторжение холодного воздуха за арктическим фронтом частного циклона, привело к регенерации циклона над Западной Сибирью. Тёплый фронт, связанный с этим циклоном, смещался через территорию Северного, Центрального и далее на Восточный Казахстан. В зоне теплого фронта и в теплом секторе циклона над Северным, Центральным и Восточным Казахстаном температура воздуха была -6...-11°С, за вторичным арктическим фронтом в районе Южного Урала температура была -25...-30°С. С теплым фронтом была связана обширная зона снегопадов. Одновременно над южной половиной Казахстана

располагался отрог Сибирского антициклона. Такое сближение циклона и поля высокого давления способствовало увеличению барических градиентов и формированию штормовой зоны на севере, в центре и на востоке республики. Произошло усиление среднего ветра до 15...16 м/с, что в сочетании со снегопадами привело к возникновению общих и низовых метелей, которые продолжались 21...42 часа и достигли критериев стихийных гидрометеорологических явлений на М Аркалык Костанайской области и М Жолболды Павлодарской области. В 00 ч СГВ циклон переместился на Восточную Сибирь и метели прекратились.

**Сильные осадки (дождь, снег).** За 2009 год на территории Казахстана зарегистрировано 14 случаев (включая данные с сети метеостанций и гидропостов) сильных осадков. К сильным дождям относились осадки количеством 50 мм и более на равнинной части территории и 30 мм и более в селеопасных районах, за 12 часов и менее), к сильным снегопадам – осадки количеством 20 мм и более за 12 часов и менее.

Распределение сильных осадков по территории Казахстана, как и в предыдущие годы, было неравномерно и обусловлено особенностями, связанными с географическим положением, строением рельефа, синоптическими процессами и многими другими факторами. Наибольшее количество особо опасных осадков было отмечено в горных, предгорных районах хребта Заилийского Алатау. На равнинной территории критериев СГЯ осадки достигали лишь в случае 20 мая в Костанайской и 29 мая в Акмолинской области. Горы, являясь препятствием на пути господствующего переноса, вызывают значительный подъем воздуха, что резко усиливает процессы конденсации. Даже внутри горного бассейна осадки распределяются крайне неравномерно, их количество зависит от превышения над уровнем моря, экспозиции склонов, состояния подстилающей поверхности, наличия свободного доступа влагонесущим потокам.

Наиболее продолжительные и интенсивные осадки были вызваны северо-западными вторжениями с предшествующим выходом циклонов с юга Средней Азии. ВФЗ в большинстве случаев имела две ветви: северную и южную. Северная ВФЗ проходила по северу ЕТР и далее по южной периферии высотного циклона. Южная ВФЗ была направлена с Кавказа по югу Средней Азии на восток Казахстана. Вдоль ВФЗ, расположенной на севере республики, происходило смещение циклонов через ЕТР на Западную Сибирь. Одновременно с этим осуществлялся выход Южно-Каспийского или Мургабского циклонов на Казахстан, втягивание их в ложбину северного циклона. В результате чего над Средней Азии и югом Казахстана происходило слияние двух ВФЗ (северной и южной), что значительно усиливало контрасты. Все

сильные дожди были обусловлены прохождением динамически значимых влагонасыщенных холодных фронтов арктической или полярной системы.

Для примера рассмотрим синоптический процесс, наблюдавшийся 20 мая, при котором по северу Казахстана наблюдались дожди, местами сильные, грозы, сильный ветер, а на М Диевская Костанайской области, выпало 50 мм осадков при норме 29 мм.

Обильные грозовые дожди были вызваны прохождением контрастных атмосферных фронтов вблизи центра глубокого циклона.

За сутки до возникновения ливневых дождей, на приземной карте 19 мая 00 ч СГВ молодой циклон ( $P_{ц} = 1007$  гПа), очерченный тремя замкнутыми изобарами, располагался над г. Атырау. Данный циклон сместился из районов Черного моря.

С циклоном были связаны две системы арктического и полярного фронтов. Они проходили почти широтно с восточного, юго-восточного Казахстана на Атыраускую область и далее на юг ЕТР. Вблизи центра циклона (Западно-Казахстанская, Атырауская области) отмечались дожди ливневого характера, грозы. Наблюдалось падение давления в центре циклона до 3,5 гПа за 3 часа, рост за холодными фронтами в районе Ставрополя – 1,7 гПа за 3 часа. Контрасты температур в зоне фронтов над западным Казахстаном составляли у поверхности земли и на уровне АТ 850 7...9 °С/500 км, на карте ОТ 500/1000 – 8..10 гПа/500 км. В зоне этого молодого циклона скопились большие запасы влаги – сумма дефицита в слое от поверхности земли до 5 км составляла 2...6 °С. Большая часть территории Европы, Казахстана находилась под влиянием области повышенного атмосферного давления, погоду Восточной и Западной Сибири формировал циклон.

На карте АТ 500 центр высотного циклона располагался в низовьях Енисея. Одна неглубокая ложбина этого циклона была ориентирована на Северный Урал, другая – на Западный Казахстан. ВФЗ имела две ветви: северную и южную. Северная ВФЗ проходила из Арктики, через Баренцево море, средний Урал на центр Западной Сибири. Южная – с Атлантики на Москву, далее поворачивала в юго-восточном направлении на Северный Кавказ, Каспий, Аральское море. Над Казахстаном отмечался слабый гребень. В передней части ложбины над Западным Казахстаном осуществлялся вынос теплых масс воздуха (на АТ 850 7...10 °С), что привело к падению давления у поверхности земли до 3...4 гПа за 3 часа. Отмечалась расходимость циклонически искривленных изогипс и понижение геопотенциала до 5...7 гПа за сутки на уровне АТ 700, АТ 500 над районами Западного Казахстана.

В последующие сутки циклон смещался в северо-восточном направлении со скоростью около 30 км/ч. Центр его на момент наиболее интенсивного дождя 12 ч СГВ 20 мая достиг г. Кокшетау.

Циклон значительно углубился и расширился по площади, давление в центре составило 992 гПа. Его фронтальные разделы обострились и продвинулись. Полярная система фронтов начала окклюдироваться и проходила через центральные районы Казахстана на юг Каспия. Арктическая и свежearктическая система фронтов была вытянута из района Новосибирска, через северный Казахстан на Костанайскую и далее на Атыраускую область, холодный участок свежearктического фронта – на г. Казань.

За холодными фронтами на территорию Казахстана продолжал поступать холодный воздух из районов Сибири. Рост давления севернее г. Актюбинска составлял 3,9 гПа за 3 часа, а падение вблизи центра 2,9 гПа за 3 часа. Температура в теплом секторе циклона у поверхности земли находилась в пределах 18...23 °С, за холодными фронтами 8...13 °С.

Барическая и термическая ложбина с Северного Урала сместилась в южном направлении и над северо-западным Казахстаном произошло ее объединение с западной. ВФЗ теперь проходила с Баренцева моря, через ЕТР на Аральское море, где резко меняла направление на юго-восточное. Это привело к сближению теплого тропического воздуха и холодного арктического.

Циклону у земли на АТ 850 соответствовал циклон, очерченный двумя замкнутыми изобарами, в передней части циклона наблюдалась адвекция тепла 10...15 °С, в тыловой – адвекция холода 0...-9 °С. На АТ 700...500 циклону у земли соответствовала передняя часть высотной ложбины, сохранялась значительная кривизна изогибс, падение геопотенциала усилилось до 10...14 гПа за сутки. Контрасты температур на карте ОТ 500/100 к 12 ч СГВ составили 12...15 гПа на 500 км. Ось термической ложбины холода была направлена на районы Аральского моря, гребень тепла с юго-восточного Казахстана на г. Омск. Динамические и термические факторы способствовали развитию сильных упорядоченных вертикальных токов. Подстилающая поверхность была значительно увлажнена предыдущим вторжением. Сохранялась большая увлажненность всей толщи тропосферы (дефициты точки росы составляли 2...4 °С). Дневной прогрев также способствовал неустойчивой стратификации атмосферы. Все эти факторы в совокупности создали исключительно благоприятные условия для обильных дождей, гроз, порывистых ветров в северных областях Казахстана. Вблизи центра циклона (на М Диевская Костанайской области) ливни были наиболее интенсивными и достигали критериев стихийного явления.

Характерным примером северо-западного вторжения был случай 22 сентября, когда на М Шимбулак Алматинской области прошел ливневой дождь, количеством 33 мм за 12 часов. Гидропосты (Медео, Турбаза Алматау, Аралтюбе, Бутак, Устье реки Кумбель) также отметили сильный дождь от 30 до 40 мм.

Для этого процесса являлось характерным интенсивная ВФЗ умеренных широт, которая была ориентирована с запада-юго-запада на восток-северо-восток и сливалась над западным Казахстаном с арктической ВФЗ. Южный циклон развился в циклогенетической ветви ВФЗ, в правой части ложбины и смещался в направлении ведущего потока с юга Каспия на юго-восток Казахстана. 22 сентября на приземной карте за 00 ч СГВ над Западной Сибирью располагался заполняющийся циклон, связанный системами арктического и свежearктического фронтов с циклоном над Норвежским морем. Свежearктический холодный фронт с волнами проходил из районов Нижневартовска, через города Павлодар, Жезказган, Уральск.

За ним над районами северного Казахстана отмечался рост давления до 1,7 гПа за 3 часа. Арктический фронт располагался южнее. Фронт полярной системы был связан с южным циклоном, расположенным на юго-востоке Казахстана и залегал в горных районах Киргизии и Таджикистана. В тыл арктическому и свежearктическому фронту на южные и юго-восточные области республики перемещался антициклон вторжения из районов Украины с затоком холода с севера (давление в центре антициклона 1025 гПа).

На карте АТ 500 за 00 ч СГВ 22 сентября ось барической ложбины была ориентирована в южном направлении с севера Западной Сибири на Аральское море. Юго-Восточные области республики находились под влиянием передней части высотной ложбины, падение геопотенциала над восточной половиной республики было 8...10 гПа за сутки, рост геопотенциала в тылу ложбины над Поволжьем и северо-западом Казахстана – 7...10 гПа. Над западным Казахстаном произошло слияние двух ветвей высотной фронтальной зоны, и теперь она проходила от Скандинавии на северо-западный Казахстан, где резко меняла направление на юго-западное.

Над югом и юго-востоком республики скорость юго-западного ветра достигала 90 км/ч, скорость северо-западного ветра над ЕТР и западным Казахстаном была 70...80 км/ч. Юго-западные ветры обеспечивали адвекцию теплого воздуха на юго-восток республики, а северо-западные потоки в тыловой части ложбины – интенсивную адвекцию холодного воздуха на центр и юг республики.

На карте АТ 850 22 сентября в 00 ч СГВ контраст температуры составлял 10...12 °С/500 км. Воздух до высоты 9 км был влажный, дефицит точки росы был в пределах 1...4 °С. На карте ОТ 500/1000 замкнутый очаг холода располагался над Западной Сибирью с ложбиной, вытянутой на центр Казахстана.

В зоне холодного арктического фронта градиент геопотенциала составлял 15...18 гПа/500 км. Суточные изменения геопотенциала на юге, в

центре и на севере республики были отрицательные от 8 до 16 гПа. Таким образом, двухсторонняя адвекция тепла и холода привела к активизации процесса над юго-востоком республики. В течение дня вторжение продолжало проникать в горы, юго-западные ветры сменились на северо-западные. Теплый тропический воздух, имея наибольшую удельную влажность, сохранялся в верхних слоях тропосферы. При интенсивных восходящих движениях с подходом холодных фронтов эта масса дала наибольшее количество осадков.

Интенсивные осадки так же наблюдались 21...22 апреля в горных, предгорных районах юго-востока. На М Алматы (Каменское плато) за 7 часов выпало 63 мм (месячная норма 144 мм), на озере Улькен Алматы за 9 часов – 32 мм осадков в виде мокрого снега, на М Текели 22 апреля за 11 часов выпало 45 мм осадков в виде дождя. Аэросиноптические условия выпадения обильных осадков аналогичны предыдущему процессу и были обусловлены вторжением холодных масс воздуха с запада, прохождением системы полярного и арктического фронтов. Столь интенсивные осадки были подготовлены предыдущими вторжениями, когда влажный теплый воздух в течение продолжительного времени поступал с юга Атлантики, через Средиземное море, Среднюю Азию на юго-восток Казахстана.

Сильный снег за исследуемый период отмечался 10 февраля и 22 декабря на М Чуулдак Южно-Казахстанской области (22 и 25 мм соответственно); 22 декабря на М Бурно-Октябрьское Жамбылской области (34 мм); 7 ноября в Алматинской области (26...35 мм). На гидропостах – Джумба Восточно-Казахстанской области 16 января 21 мм; 1 и 9 марта Толебаев Алматинской области 24 мм и 20 мм соответственно.

### **Обзор стихийных гидрологических явлений**

Март на территории Казахстана был теплый, аномалии среднесуточных температур воздуха на юго-востоке и востоке республики составили  $+3^{\circ}\dots+6^{\circ}\text{C}$ . В низкогорных зонах Алматинской и Восточно-Казахстанской областей началось интенсивное таяние снега. Так, 16 марта в связи с интенсивным снеготаянием и выпавшими осадками в бассейнах рек Баскан и Сарканд Алматинской области сформировался склоновый сток, который влился в русла рек, в результате чего наблюдалось резкое увеличение водности (максимальный расход воды на р. Баскан составил  $65\text{ м}^3/\text{с}$ ). Между г. Сарканд и п. Екиаша было размыто два небольших моста. В этот же период тальми водами в г. Зайсан было подтоплено 60 домов.

В третьей декаде марта началось развитие весеннего половодья на реках Западно-Казахстанской, Актюбинской, Атырауской и на отдельных реках

Костанайской и Карагандинской областей. В апреле продолжалось постепенное развитие весеннего половодья на реках Костанайской, Акмолинской, Северо-Казахстанской и Карагандинской областей, а на большинстве рек Западного Казахстана половодье закончилось в первой декаде апреля. Как и ожидалось, половодье было низким. Максимальные уровни воды на большинстве рек равнинного Казахстана были на 1...2 м ниже средних многолетних значений, а на отдельных реках – на 2...3 м (Утва, Деркул, Темир, Илек, Орь, Иргиз, Торгай, Тобол, Аят, Тогузак и др). Максимальный уровень воды на р. Ишим в районе г. Петропавловска (254 см) был самым низким за весь ряд наблюдений. На отдельных реках равнинного Казахстана (Тобол, Чижа 2, Деркул, Утва, Уил, Токрыау, Моинты, Сарысу и др.) половодья практически не было.

7...8 апреля в связи с разрушением ледостава в верховьях р. Бухтармы в районе с. Сенное Катон-Карагайского района образовался затор льда, в результате чего было подтоплено 13 домов, эвакуировано 30 человек.

21 апреля в горах Заилийского Алатау прошли сильные дожди (до 60 мм). В логу Акжар (р. Аксай) сформировался небольшой селевой выброс с максимальным расходом 3 м<sup>3</sup>/с, который перекрыл дорогу местного значения.

11 августа в результате дождей в Райымбекском районе Алматинской области в районе п. Кызылшекора сформировался водно-грязевый поток, объемом около 7 тыс. м<sup>3</sup>. В поселке было подтоплено 25 жилых домов, мечеть, повреждены опоры линий электропередач, на автодороге снесено дорожное покрытие, повреждено 4 трубчатых мостовых переездов. В нескольких местах было размыто тело водохозяйственного канала, поселок остался без воды. Частично уничтожены огородные, бахчевые и злаковые посевы.

**Лавины.** В январе в большинстве горных районов высота снега была ниже средних многолетних значений. Исключение составляли некоторые метеостанции в Восточно-Казахстанской и Южно-Казахстанской областях, где высота снега была выше нормы. В этот период отмечался сход лавин в горных районах Восточно-Казахстанской области, в районе г. Риддер, в бассейне р. Громотуха и на автодорогах Усть-Каменогорск – Самарка, Усть-Каменогорск – Серебрянск. Объемы лавин варьировали от 100 до 3,5 тыс. м<sup>3</sup>.

При проведении профилактического спуска лавин в районе Горная Ульбинка (автодорога Усть-Каменогорск – Зыряновск, Восточно-Казахстанская область) 21 января произошел несчастный случай. В лавине объемом 3,5 тыс. м<sup>3</sup> погиб сотрудник ГУ «Казселезащита».

В феврале обильные осадки от 1,5 до 2 месячных норм значительно увеличили снегозапасы в горах. Высота снега превысила норму в большин-



стве горных районов. Этот факт резко обострил снеголавинную обстановку. В этом месяце наблюдался сход многочисленных лавин в различных районах Казахстана. Объемы лавин изменялись от 100 до 50 тыс. м<sup>3</sup>. Самые значительные лавины наблюдались в горах Заилийского Алатау. Причиной схода лавин в основном являлись осадки и метели.

26 февраля в районе спортивно-оздоровительного комплекса «Акбулак» в Заилийском Алатау недалеко от г. Талгар в лавине погибли 2 горнолыжника. Лавина была спровоцирована ими самими, ее объем составил 50 тыс. м<sup>3</sup>.

В марте с началом процесса снеготаяния увеличилось количество сошедших лавин. На сход лавин сильно повлияли и снегозапасы в горах, которые составляли 120...180 % от нормы. Только в Джунгарском Алатау высота снега была ниже средних многолетних значений. Сход лавин наблюдался в большинстве горных районов Казахстана. Основной причиной схода лавин в этот период являлось выпадение осадков на фоне оттепели.

В период 11...16 марта во время сильных метелей в Восточно-Казахстанской области отмечался сход метелевых лавин в районе автодорог Усть-Каменогорск – Самарка, Усть-Каменогорск – Зыряновск, Усть-Каменогорск – Риддер. Объемы лавин менялись от 100 до 1 тыс. м<sup>3</sup>. Так же лавины наблюдались 17...19 марта после обильных осадков в горах Южно-Казахстанской и Алматинской области. Объемы лавин менялись от 200 до 10 тыс. м<sup>3</sup>. Значительная лавина, объемом 50 тыс. м<sup>3</sup>, сошла в конце марта в бассейне р. Горельник (приток р. Малая Алматинка, Заилийский Алатау). 4 марта в районе пика Амангельды (бассейн р. Малая Алматинка, Заилийский Алатау) в спровоцированной лавине пострадали 2 альпиниста. Холодное полугодие 2009...2010 гг. характеризуется экстремальным распределением снежного покрова и количества осадков. Снежный покров установился очень рано: в конце октября – начале ноября. Уже в начале зимы в большинстве горных районов (кроме хребтов Каратау и Кетмень) высота и водность снежного покрова превысила средние многолетние значения. Подобная ситуация сохранялась в течение всей зимы. Количество осадков также превышало многолетние значения в 1,5...2,5 раза. Наибольшее количество осадков и высота снега отмечалось в Западном Алтае (метеостанция Самарка) и Жетысуском Алатау (метеостанция Когалы). Здесь снегозапасы превысили норму в 4...6 раз.

Экстремальные снегозапасы и количество осадков, способствовали резкому увеличению количества сошедших лавин. Подобные лавиноактивные зимы наблюдаются раз в 10...15 лет, а исключительно лавиноопасные раз в 50...70 лет. Сход лавин начался очень рано – после обильных снегопадов в ноябре. Сведения о сходе лавин поступали со снеголавинных станций,

снегомерных маршрутов, постов ГУ «Казселезащита» и периодических аэровизуальных обследований. Данные о лавинах имеются только в районах хозяйственной деятельности человека.

В ноябре в Заилийском Алатау наблюдался сход лавин, объемом от 100 до 8 тыс. м<sup>3</sup>. Отмечался один лавиноопасный период – с 7 по 9 ноября.

В декабре отмечался лавиноопасный период с 23 по 30 декабря. Наблюдался массовый сход лавин в Заилийском, Жетысуском и Таласском Алатау (Алматинская и Южно-Казахстанская области). Объем лавин достигал 50 тыс. м<sup>3</sup>.

27 декабря в 11.00 ч в районе перевала Ким-Асар (бассейн реки Кишы Алматы, Заилийский Алатау) в лавину попали 2 туриста, 1 из них погиб. Лавина была спровоцирована самими участниками трагедии. Причиной стало то, что двое туристов решили сократить путь не по безопасной тропе, а по лавиноопасному склону.

31 декабря при восхождении на пик Амангельды (бассейн реки Кишы Алматы, Заилийский Алатау) в лавину попала группа Российских альпинистов. 2 человека получили травмы.

Всего за год наблюдалось более 200 случаев схода лавин. Наиболее лавиноопасным являлся февраль и март, более половины случаев схода лавин. Объемы самых больших лавин достигали 100 тыс. м<sup>3</sup>. Основной причиной схода являлись обильные осадки, оттепель или сочетание этих двух факторов. В горах Восточно-Казахстанской области причиной схода лавин так же являлись метель и сильные ветры. Большинство лавин сошли самопроизвольно, шесть лавин спровоцированы людьми. Двенадцать раз давались рекомендации по проведению профилактических спусков лавин. Три раза сход лавин сопровождался человеческими жертвами (5 человек погибло). Еще два раза в лавинах пострадали люди.

### **Сгонно-нагонные явления на Каспийском море**

**Состояние водной поверхности.** По данным казахстанских береговых и островных морских станций среднее значение уровня Каспийского моря в его северо-восточной мелководной части соответствовало отметке -27,12 м. Уровень моря в Северном Каспии в этом году колебался в пределах отметок -27,90...-26,53 м. В глубоководной части Каспийского моря, по данным МГ Форт-Шевченко, МГ Актау и МГП Фетисово, средний уровень моря колебался около отметки -26,86 м с максимальным подъёмом до отметки -26,72 м и спадом до отметки -27,56 м.

**Сгонно-нагонные колебания уровня Каспийского моря.** В районе Северного Каспия за период с января по декабрь 2009 г. включительно зафиксиро-

ван 21 случай со сгонно-нагонными ситуациями (14 – нагонов и 7 сгонов морской воды). Из них 6 случаев подъёма уровня моря под воздействием ветра до и выше критической отметки -26,60 м были отмечены у восточного побережья Северного Каспия в районе МГП Каламкас (табл. 1).

Таблица 1

Значительные ветровые нагоны на Северном Каспии в районе МГП Каламкас

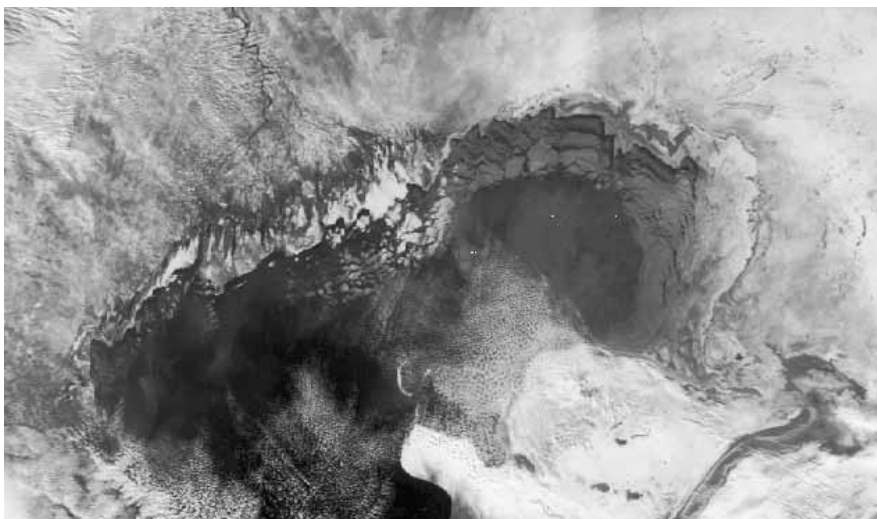
Период	Уровень моря, предшествующий явлению, м	Нагон	
		наибольший уровень моря, м	высота подъёма уровня, см
3...4 апреля	-27,00	-26,60	40
9...10 апреля	-27,00	-26,60	40
7...8 мая	-26,90	-26,60	30
13...14 мая	-26,90	-26,60	30
19...20 мая	-26,90	-26,60	30
26...27 ноября	-27,00	-26,50	50

Согласно принятым критериям опасности сгонно-нагонных явлений для северо-восточного побережья Каспийского моря, при повышении уровня моря выше критической отметки ширина зоны затопления побережья может достигать 5 км.

В Среднем Каспии по данным морских станций и постов в рассматриваемый период наблюдалось 8 случаев сгонно-нагонных явлений, с высотой подъёма и спада уровня моря не превышающих критические отметки.

**Ледовые условия.** Зима 2008...2009 гг. на Каспийском море в его северной мелководной части по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полугодие и степени распространения границы льда была умеренно холодной. В конце первой декады декабря 2008 г. в районе северного побережья Каспийского моря появились первые формы льда, устойчивый припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился с середины второй декады декабря (рис. 4, 5). Максимальное значение толщины льда зафиксировала в феврале морская станция М Пешной – 23 см. По данным МГ Кулалы, остров устойчивое ледообразование на море в районе станции началось в середине третьей декады декабря, установление устойчивого припая в течение всего ледового периода не наблюдалось. Максимальная толщина льда – 7 см была зафиксирована в начале второй декады января. На Среднем Каспии в районе МГ Форт-Шевченко в течение января 2009 г. наблюдался дрейфующий лёд сплочённостью от 2-х до 10 баллов, устойчивый ледовый покров в течение всей зимы зафиксирован не был. Акватория моря в районе МГ Актау в течение всего периода была свободна ото льда.

Согласно космическим снимкам, к концу второй декады января ледовый покров распространился на всю центральную часть Северного Каспия, включая акваторию моря в районе о. Кулалы.



*Рис. 4. Начало установления припая вдоль северо-восточного побережья Северного Каспия. Снимок спутник NOAA № 18 за 18 декабря 2008 г.*



*Рис. 5. Установление устойчивого припая вдоль всего побережья Северного Каспия. Космический снимок проекта «MODIS Rapid Response Project at NASA/GSFC», разрешение 500 м, 20 декабря 2008 г.*

Весеннее разрушение ледового покрова на море началось с глубоководной части Северного Каспия в начале февраля 2009 г., с середины февраля началось разрушение припая у восточного побережья Северного Каспия. В течение всего марта продолжалось очищение моря ото льда, которое закончилось в конце третьей декады марта.

### Обзор стихийных агрометеорологических условий

**Атмосферная засуха.** За вегетационный период 2009 года благоприятные агрометеорологические условия в целом сложились почти на всех земледельческих территориях республики, кроме крайнего запада республики, где наблюдалась почвенная и атмосферная засуха. Хорошее увлажнение с ГТК (гидротермический коэффициент Г.Т. Сельянинова) более 0,8, местами более 1,0 установилось в Северо-Казахстанской, Павлодарской и Акмолинской областях, а также в предгорных равнинах востока, юго-востока и юга республики (табл. 2). В этих областях урожайность яровой пшеницы была значительно выше нормы. Рекордно высокая была урожайность в Павлодарской (13,5 ц/га), Восточно-Казахстанской (17,8 ц/га), Алматинской (21,4 ц/га), Жамбылской (21,0 ц/га) и Южно-Казахстанской (19,3 ц/га) областях. Менее благоприятные условия сложились в Костанайской и Актюбинской областях, где выделяется зона со слабым увлажнением – с ГТК 0,6...0,8 и среднезасушливая зона – с ГТК 0,4...0,6. Тем не менее, в этих областях были получены урожаи яровой пшеницы несколько выше нормы. Сильная засуха в Западно-Казахстанской области снизила урожайность яровой пшеницы почти в 2 раза, по сравнению со среднеголетним значением (4,5 ц/га).

Таблица 2

Среднеобластные значения показателей

Область	Урожайность, ц/га	ГТК	К
Западно-Казахстанская	4,5	0,38	0,46
Актюбинская	7,3	0,48	0,60
Костанайская	11,8	0,55	0,65
Северо-Казахстанская	15,7	1,00	1,05
Акмолинская	12,0	0,99	1,04
Павлодарская	13,5	1,06	1,10
Карагандинская	8,5	0,46	0,60
Восточно-Казахстанская	17,8	0,76	0,91
Алматинская	21,4	0,71	0,97
Жамбылская	21,0	0,26	0,62
Южно-Казахстанская	19,3	0,60	1,29

*Агрометеорологическое обеспечение страхового случая.* Неблагоприятные гидрометеорологические явления, имеющие степень стихийные и опасные, наносят серьезный ущерб сельскому хозяйству. К агрометеорологическим явлениям, опасным для сельскохозяйственного производства в теплый период года, относят: заморозки, засухи, суховеи, сильные ливни и град, сильные ветры и пыльные бури. Самой распространенной и опасной в земледельческих районах Казахстана является засуха и суховеи.

РГП «Казгидромет», согласно Закону РК «Об обязательном страховании в растениеводстве» при наступлении страховых случаев выдает фермерским хозяйствам и сельхозтоваропроизводителям справки о неблагоприятных природных явлениях.

С момента начала действия «Закона об обязательном страховании в растениеводстве» (2005 г.), при наступлении неблагоприятных агрометеорологических явлений, субъекты сельскохозяйственного производства обращаются в Казгидромет за подтверждающими справками. 2009 год был одним из наиболее неблагоприятных, засуха наблюдалась на западе страны.

Анализ неблагоприятных агрометеорологических явлений, вызвавшие значительное или полное уничтожение посевов на территории Казахстана, за период 2005...2009 года показал, что доля атмосферной и почвенной засухи составляет около 80 %, ливневого дождя и града – 14 %, заморозков – 2 %, переувлажнения почвы – 2 %, сильных морозов и сильных ветров – по 1 %.

Поступила 31.11.2011

Б.Л. Сазанова  
Т.В. Худякова  
О.С. Голояд  
А.Е. Абенова  
Т.И. Криворучко  
Техн. ғылымд. канд. В.В. Жданов  
Л.М. Соколова  
И.П. Дерюгина

## **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ 2009 ЖЫЛҒЫ АПАТТЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАР**

*Шолуда апатты метеорологиялық құбылыстар жайында және олардың пайда болуына әсер ететін синоптикалық процестердің қысқаша мінездемелері келтірілген. Сонымен қатар, Қазақстан аумағында байқалған апатты гидрологиялық және агрометеорологиялық құбылыстар мен Каспий теңізі Қазақстан жағалауындағы қауіпті құма толқынды құбылыстарға шолу жасалған.*

## УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

опубликованных в журнале «Гидрометеорология и экология» в 2011 г.

### МЕТЕОРОЛОГИЯ

*Агаев Т.Д.* Изучение условий формирования «облачных улиц» над Кавказско-Каспийским регионом, по данным аэрокосмической информации. №3, С. 86-94.

*Агаев Т.Д.* Условия формирования облачных вихрей над Каспийским морем. №1, С. 28-37.

*Ахмеджанов А.Х., Исаков Н.А.* Моделирование свойств поглощения излучения парниковыми газами атмосферы с использованием спутниковых данных. №1, С. 7-16.

*Бултеков Н.У., Муртазин Е.Ж., Шапов А.П., Малахов Д.В.* Исследование пыльных бурь на западе Казахстана по данным космической съемки. №2, С. 15-21.

*Галаева О.С., Семенов О.Е.* Ветровой перенос песка в Приаралье. №3, С. 73-85.

*Голубцов В.В., Петрова Е.Е.* О вероятном сокращении ресурсов поверхностных вод северного и центрального Казахстана под влиянием изменения климата. №4, С. 7-16.

*Ерисковская Л.А.* Солнечная активность и климатические изменения на леднике Туйыксу в течении года. №2, С. 22-29.

*Ерисковская Л.А., Касаткин Н.Е., Макаревич К.Г.* Основные характеристики погоды и режима ледника Центральный Туйыксу в Северном Тяньшане в 2006...2010 гг. №3, С. 66-72.

*Закурдаева В.В.* Патогенность метеорологических условий Таласской долины. №4, С. 17-26.

*Илякова Р.М., Долгих С.А.* Анализ повторяемости почвенной засухи на основе индекса Палмера. №3, С. 50-65.

*Кожрахметова Э.П., Кожрахметов П.Ж.* О климате и его изменении в городе Астане. №2, С. 7-14.

*Лебедь Л.В., Токпаев З.Р., Царева Е.Г.* Агроклиматические риски фитомелиораций на пустынных пастбищах Казахстана. №1, С. 36-55

*Наурызбаева Ж.К.* Климатические характеристики осадков и температуры воздуха на территории южного и юго-восточного Казахстана в теплый период. №3, С. 95-101.

*Семенов О.Е.* Скорость частиц и профиль расхода массы песка в пограничном слое ветропесчаного потока. №3, С. 30-49.

**Чердниченко А.В.** Прогноз потребления Казахстаном озоноразрушающих веществ. №3, С. 7-29.

**Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В., Чердниченко В.С.** Особенности временного распределения приземного озона в районе Алматы. №1, С. 17-27.

## **ГИДРОЛОГИЯ**

**Глазырин Г.Е., Страхова Н.Ю.** Зональные модули стока и водные ресурсы бассейна реки Кашкадарьи. №2, С. 69-76.

**Голубцов В.В., Азнабакиева М.М.** Изменение внутригодового распределения стока реки Или, поступающего в Республику Казахстан из КНР. №1, С. 89-94.

**Голубцов В.В., Линейцева А.В.** О поступлении стока в Республику Казахстан по реке Жайык (Урал). №1, С. 84-88.

**Давлетгалиев С.К.** Поверхностные водные ресурсы рек Жайык-Каспийского бассейна в границах республики Казахстан. №1, С. 56-65.

**Жданов В.В.** Эмпирический метод прогноза лавин, связанных с осадками в бассейне реки Котырбулак. №2, С. 30-36.

**Ивкина Н.И.** Ветровые условия в северной и средней частях Каспийского моря. №4, С. 27-38.

**Ивкина Н.И.** Сгонно-нагонные колебания уровня воды на Бухтарминском водохранилище. №2, С. 56-63.

**Ивкина Н.И.** Сгонно-нагонные колебания уровня воды на озере Балхаш. №1, С. 66-74.

**Кокарев А.Л., Шестерова И.Н.** Изменение оледенения и каталог ледников хребта Саур (Сауыр) по состоянию на 2005 год по результатам дистанционного зондирования и ГИС-технологий. №1, С. 101-110.

**Ли В.И., Домран А.О., Линейцева А.В.** Оценка уязвимости водных ресурсов Казахстана при антропогенном изменении климата на перспективу до 2035 года. №2, С. 37-55.

**Линейцева А.В.** Изменение водных ресурсов рек Каратал, Лепси и Аксу в результате деградации горного оледенения. №1, С. 95-100.

**Линейцева А.В.** Поступление стока в Республику Казахстан по реке Урал на перспективу до 2035 года. №2, С. 64-68.

**Медеу А.Р., Киренская Т.Л., Машукова Н.К., Мусина А.К.** Об общих закономерностях пространственного и временного распределения ледововодных паводков (шугоходов) на реках Илейского Алатау. №4, С. 65-77.



**Мустофаев Ж.С., Ибатуллин С.Р., Казыкеева А.Т., Койбагарова К.Б., Мустофаев К.Ж.** Методологические основы предельно-допустимого использования водных ресурсов трансграничных рек. №2, С. 94-119.

**Нарбаева К.Т.** Совершенствование метода сложения кривых обеспеченности при расчете многолетней составляющей емкости водохранилища. №2, С. 83-87.

**Нарбаева К.Т., Исмаилова Г.К., Нарбаев Марс Т., Нарбаев Т.И.** Методика расчета донных скоростей открытого потока. №3, С. 118-124.

**Степанов Б.С., Яфязова Р.К.** К истории познания природы водолюбивых селей. №3, С. 102-111.

**Трофимов Г.Н., Исакова А.Я.** Опыт оценки селевых рисков для мостовых переходов. №2, С. 88-93.

**Турсунов Э.А.** Размыв русла р. Или возле поселка Баканас. №3, С. 112-117.

**Турсунова А.А., Акимбаева С.М., Талипова Э.К.** Оценка деформации берегов рек Балхаш-Алакольского, Нура-Сарысуйского, Жайык-Жемского водохозяйственных бассейнов. №2, С. 77-82.

**Цыценко К.В., Владимирова Т.И.** Водные ресурсы бассейна реки Урал и их изменения. №1, С. 75-83.

## **ЭКОЛОГИЯ**

**Абдуев М.А.** Денудация в горных областях Азербайджана по данным о стоке наносов и растворенных веществ. №4, С. 122-131.

**Абрамов А.С.** О связи между загрязнением рек и загрязнением воздушного бассейна г. Алматы. №3, С. 132-137.

**Агаев Т.Д.** Возможность организации централизованной системы контроля наблюдений за загрязнением атмосферы в городах. №2, С. 139-147.

**Альжанова Л.А., Сейткадиев А.С.** Теоретические основы выбора методов очистки сточных вод от соединений азота. №1, С. 161-166.

**Бажиева А.М.** Связь гидрохимического и гидрологического режимов р. Шу. №4, С. 84-90.

**Бажиева А.М., Турсунов Э.И.** Качество водных объектов и масса загрязняющих веществ поступающих в реки южного и юго-восточного Казахстана. №4, С. 115-121.

**Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М.** Качество поверхностных вод и принципы экологического нормирования. №1, С. 119-140.

**Бурлибаева Д.М.** Изменение характеристик гидрохимического режима реки Иртыш во времени. №4, С. 104-114.

**Давлетгалиев С.К., Пшеничинова А.С.** Жайық өзенінің жылдық ағынды үлестірімін есептеу. №4, С. 91-103.

**Даулбаева А.Н.** Распространение оксида углерода в зависимости от ветрового режима г. Алматы. №3, С. 138-143.

**Дедова Т.В., Исаханова А.Б.** Создание топографических карт на основе аэрофотосъемки для мониторинга экологических проблем по магистральному Газопроводу. №4, С. 53-64.

**Досбергенов С.Н.** Геохимическая трансформация серо-бурых почв Озенского месторождения под влиянием высокоминерализованных сточных вод. №2, С. 148-161.

**Куликова Е.В.** Накопление радиоактивных изотопов в организмах рыб из водоемов Зайсан-Иртышского бассейна. №1, С. 156-160.

**Магай С.Д.** Рациональное природопользование и влияние водных мероприятий на природную среду. №3, С. 144-149.

**Марданов И.И.** Выявление основных факторов при изучении трансформаций оползневых массивов юго-восточной оконечности Большого Кавказа. №4, С. 132-143.

**Романова С.М.** Исследование состояния карбонатно-кальциевого равновесия воды рек Северного склона Иле Алатау. №1, С. 111-118.

**Романова С.М.** Характеристика гидрохимического режима рек северного склона Иле Алатау в 2010 году. Сообщение 1. Минерализация, ионный состав, растворенные газы, значения рН. №2, С. 120-125.

**Романова С.М.** Характеристика гидрохимического режима рек северного склона Иле Алатау в 2010 году. Сообщение 2. Органические и биогенные вещества в воде. №3, С. 125-131.

**Романова С.М.** Характеристика гидрохимического режима рек северного склона Иле Алатау в 2010 году. Сообщение 3. Микроэлементы в воде. №4, С. 78-83.

**Сапаров К.Т.** Гидронимы и характеристика рек Павлодарской области. №3, С. 160-170.

**Сапаров Қ.Т.** Табиғат пайдалану және қорғау мәселелерінің географиялық атауларда бейнелену заңдылықтары (ШҚО мысалында). №2, С. 162-173.

**Степанов Б.С., Яфязова Р.К.** Защита от селей. Проблемы оценки селевой активности. №4, С. 39-52.

**Томина Т.К., Досбергенов С.Н.** Загрязнение почв нефтепродуктами на месторождении Кенкияк. №1, С. 141-149.

**Турсунов Э.А.** Влияние загрязняющих веществ на внутригодовой гидрохимический режим рек. №1, С. 150-155.

*Турсунов Э.А.* Возможные изменения качества поверхностных вод на трансграничном посту р. Или – пр. Дубунь. №2, С. 126-130.

*Шкуринский Б.В.* Медико-природное районирование Западно-Казахстанской области. №3, С. 150-159.

*Шкуринский Б.В.* Пространственные различия в рейтинге здоровья населения Западно-Казахстанской области. №2, С. 131-138.

### **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

*Ержанов Н.Т., Карабалаева А.Б.* Современное экологическое состояние реки Иртыш в пределах Павлодарской области. №4, С. 144-147.

### **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

*Абдиева З.С., Баспакова Г.Н. Б.Н.* О состоянии окружающей среды Республики Казахстан в 2010 г. №1, С. 167-177.

*Байедилов К.Е., Баспакова Г.Н.* О состоянии окружающей среды г. Алматы за девять месяцев 2011 г. №3, С. 178-181.

*Сазанова Б.Л., Худякова Т.В., Голояд О.С., Абенова А.Е., Криворучко Т.И., Жданов В.В., Соколова Л.М., Дерюгина И.П.* Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2009 г. №4, С. 148-167.

### **КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ**

*Чередниченко В.С.* О.Е. Семенов «Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь». №3, С. 178-181.

### **ХРОНИКА**

*Ахмеджанов Х.А.* (к 90-летию со дня рождения). №3, С. 182-183.

*Достай Ж.Д.* (к 60-летию со дня рождения). №1, С. 181-183.

*Кушникова Л.Б.* (к 50-летию со дня рождения). №1, С. 178-180.

## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Редакционная коллегия журнала «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» (регистрационное свидетельство №1538) приглашает Вас к сотрудничеству. Журнал выходит 4 раза в год. По решению Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК статьи, опубликованные в нашем журнале, принимаются при защите диссертаций. Статьи должны соответствовать гидрометеорологическому и экологическому профилю.

**ОБРАЩАЕМ ВНИМАНИЕ АВТОРОВ!** В соответствии с договором с «Национальным центром научно-технической информации» редакция передает Центру электронную версию журнала для включения в электронную библиотеку. Согласно договору Центр предоставляет редакции библиометрический показатель (импакт-фактор) издания.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ, СДАВАЕМОЙ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ»

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: основной текст статьи, не превышающий 12...14 страниц, включая таблицы, рисунки и список литературы, аннотация на русском языке не более 10 строк, дающая ясное представление о результатах и содержании статьи. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском языке. На английском языке приводится название статьи, Ф.И.О. авторов. Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

Список литературы дается в алфавитном порядке авторов на русском и следом на иностранном языке (составляется согласно ГОСТа 7.1-84). Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [ ]. Ссылка на электронный ресурс оформляется следующим образом: (Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: [http://bookchamber.kz/stst\\_2006.htm](http://bookchamber.kz/stst_2006.htm) (дата обращения: 12.03.2009).) Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), а так же ключевые слова, в количестве 10-12 штук. Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется ее дубликат, записанный на дискете, CD или флэшке. Для иногородних достаточно электронного варианта.

#### **Оформление рукописи:**

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал – множитель – 1,2. Параметры поля страницы: верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

См. примеры

*НАУЧНЫЕ СТАТЬИ*

**Гидрометеорология и экология  
№ 3 2011**

---

УДК 628.394(547.42+547.25)

Доктор геогр. наук  
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев  
А.Т. Иванов

## ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК

### ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС, МАССА ПЕСКА, РАСХОД, РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР, МОДЕЛЬ, ДОЛИНА СЕНЕК

Исследован дисперсный состав подвижных песков Туйёсу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут  $287^\circ$  и модуль  $773 \text{ т}/(\text{км} \times \text{год})$ .

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей...

**Рисунки** готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Rainbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

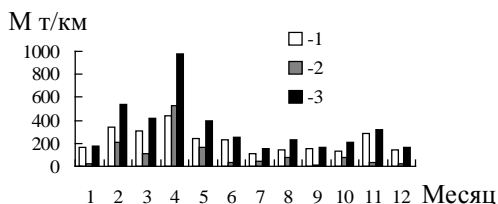


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

**Таблицы** оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

#### Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	$\bar{M}$ , т/(км×год)	$\sigma$ , т/(км×год)	$C_v$
Бури	1321	605	0,46
Поземки	2687	786	0,29
Оба явления	4007	1118	0,28

Примечание. Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо параллельно дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

**Математические, химические обозначения и формулы** набирать в режиме редактора формул (Microsoft Equation). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также дают в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lgx} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lgx}^2} \right], \quad (1)$$

где  $x$  – размер песчинок;  $x_0$  – их средний геометрический размер;  $\sigma_{lgx}$  – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени автора.

Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

**РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.**

Информацию о журнале можно получить на сайте <http://www.kazhydromet.kz> в разделе НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ЖУРНАЛ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ».

## ҚҰРМЕТТІ ӘРІШТЕСТЕР!

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» (№1538 тіркеу куәлігі) журналының редакциялық алқасы Сіздерді серіктестікке шақырады. Журнал жылына 4 рет басылымға шығады. ҚР БҒМ білім беру және ғылым саласын бақылау комитетінің шешімімен біздің журналда жарияланған мақалалар докторлық және кандидаттық диссертациялар қорғауда қабылданатынын сіздерге қуана хабарлаймыз. Мақалалар гидрометеорологиялық және экологиялық бағытта болу керек.

### «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫНА ӨТКІЗІЛЕТІН ҚОЛЖАЗБАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Автормен жіберілген қолжазба жинағына кіреді: кестелер, суреттер және әдебиет тізімін қоса есептегенде 12...14 беттен аспайтын мақаланың негізгі мәтіні, 10 қатардан аспайтын мақаланың нәтижесі мен мазмұны жөнінде толық түсініктеме. Осы түсініктеме, мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. қазақ тілінде де беріледі. Мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. ағылшын тілінде де беріледі.

(ГОСТ-қа 7.1-84 сәйкес) әдебиет тізімі алфавит тәртібімен авторлар алдымен орыс, ізінше шетел тілінде беріледі. әдебиетке сілтеу квадрат жақшада көрсетіледі – [ ]. Суреттер бір мақалада үштен аспау керек. Мақаланың атының алдында Толық ондық жіктеу (ТОЖ) бойынша кеңейтілген индексін келтіру керек. Мақаланың машинкаға басылған нұсқасынан басқа оның дискетада, CD немесе флэшкада жазылған көшірмесі өткізіледі.

#### **Қолжазбаны көркемдеу:**

Қолжазбаның бар мәтіні, таблицалармен қоса ПК-де ақ түсті қалың қағаздың бір бетінде, А4 форматта басылады. Аралық – көбейткіш – 1,2. Беттер алаңының параметрлері: жоғарғы 20 мм, төменгі 75 мм, сол 70 мм, оң 15 мм. Азат жол 12,5 мм басталады, теру шарты Microsoft Word, Times New Roman шрифті (қалыпты стилі), шрифт өлшемі 11. Мақала атауы бас әріптермен, бөлусіз, жартылай майлы шрифтпен жазылады. Түсініктеме мақаланың негізгі мәтінінен бұрын аталудан, авторлар тізімінен (бағанада ғылыми дәрежесімен көрсетіледі) кейін орналасады, курсивпен басылады, сол және оң жағынан 5 мм шегінеді.

Мысалды қараңыз

*НАУЧНЫЕ СТАТЬИ*

**Гидрометеорология и экология  
№ 1 2010**

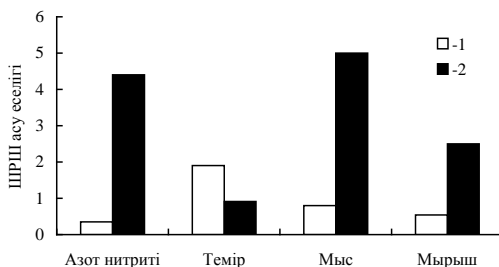
ӨОЖ 577.4:66.046.44.59

### КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жумагаев

*Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген....*

**Суреттегі** Paint (Rainbrush) режимінде ГОСТ-қа сәйкес дайындалып, мәтінге сурет ретінде қойылады. Графиктер, диаграммалар, гистограммалар –Microsoft Excel режимінде және мәтінге Microsoft Excel объектісі ретінде қойылады. Суреттің жазбасы оның астына қойылып, курсивпен басылады (мысалды қараңыз). Толық сандар бөлшек бөлімнен нүктемен емес қайырмамен бөлінеді. Белгілеулерге түсініктеме аталудан кейін сол қатарға жазылады. Сурет алаңына индекстер мен белгілеу сандарынан басқа жазулар рұқсат етілмейді. Суреттегі сандар мен әріптердің өлшемі мәтіндегімен бірдей, ал индекстер 1,5 мм кем болмау болу керек.



Сур. 2. Іле өзенінің ақаба сулардың төгіндісінен 500 м төмен тұсындағы ластану көрсеткіштері: 1 – 2004 жыл, 2 – 2006 жыл.

**Кестелер** қосымша бағаналарсыз безендіріледі, тек кестенің «басы» мен шеткі бағаналары ғана сызылады. Кестенің нөмірі және мағыналы атауы – кестенің үстіне, қосымшалары оның астына (ГОСТ-қа сәйкес) жазылады (мысалды қараңыз).

Кесте 1

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	-28,9

Физикалық көрсеткіштердің өлшем бірліктері Халықаралық жүйеде СИ (ГОСТ 8.417-81) келтіріледі, немесе СИ жүйесіне келтірілген аудармасы қатар көрсетіледі.

Ұйымның мекеменің, географиялық және т.б. аталуы соңғы ресми редакцияда беріледі. Тарихи аталуларына қоса жақшада кәзіргі аталуы көрсетіледі.

**Математикалық, химиялық белгілеулер мен формулалар** (Microsoft Equation) редактор режимінде басылуы керек. Формулаларда символдар ретінде ГОСТ-пен белгіленген белгілеулерді қолданады. Формулалардың нөмірі беттің оң шетінен домалақ жақшамен көрсетіледі. Мәтінде формуланың кезекті нөміріне сілтеу де жомалақ жақшада көрсетіледі. Мәтінде қатарға міндетті түрде барлық параметрлерді түсініктемесі беріледі (мысалды қараңыз).

$$K = D/8V_1, \quad (2)$$

қайда  $D$  – байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінің диаметрі ( $D = 500$  м);  $V_1$  – қалдық сақталынған қойма көлемі.



Барлық қысқартулар ГОСТ-қа және қысқарту сөздігіне сәйкес жасалынады.

Бөлек парақта редакцияға автор туралы мәліметтер: аты-жөні, әкесінің аты (толығымен), үйі мен мекеменің мекен-жайы және телефондары, жұмыс орындалған мекеменің тура аталуы, автордың ғылыми дәрежесі жіберіледі.

Авторлар ұжымымен жазылған мақалар барлық авторлардың қолы қоюлы болу керек.

Редакция қолжазбаларды қабылдамауға немесе редакциялық жөндеулер және қабылданған қолжазбаларға қосулар мен қысқартулар жасауға құқықты. Мақала авторға толықтыру жасау үшін қайтарылуы мүмкін. Кей жағдайларда редакция сұрауымен мақалаға рецензия талап етіледі.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС БЕЗЕНДІРІЛМЕГЕН  
ҚОЛЖАЗБАЛАР БАСЫЛЫМҒА ЖІБЕРІЛМЕЙДІ ЖӘНЕ АВТОРҒА  
ҚАЙТАРЫЛМАЙДЫ.**

Журнал жөнінде мәліметтерді <http://www.kazhydromet.kz> сайтының НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ЖУРНАЛ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» бөлімінде алуға болады.

