

*Қазақстан Республикасының
энергетика Министрлігі*

*Министерство энергетики
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
2014

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

А.Т. Мендигарин, Генеральный директор РГП «Казгидромет»,
официальный представитель Республики Казахстан
при Всемирной Метеорологической Организации

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Р.Г. Абдрахимов, канд. техн. наук; **А.Х. Ахмеджанов**, доктор техн. наук;
М.Ж. Бурлибаев, доктор техн. наук; **В.В. Голубцов**, канд. геогр. наук;
С.А. Долгих, канд. геогр. наук; **Ж.Д. Достай**, доктор геогр. наук;
Р.И. Гальперин, доктор геогр. наук; **А.Р. Медеу**, доктор геогр. наук; **Е.Ж. Муртазин**, канд. геол.-мин. 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, канд. техн. наук

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 4 (75)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

<i>Адрес редакции:</i>	<i>050022, Алматы, пр. Абая, д. 32, к. 405</i>
<i>Телефон:</i>	<i>(7272) 55-84-06</i>
<i>E-mail:</i>	<i>caspian_almaty@mail.ru http://www.kazhydromet.kz</i>

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ИП «Everest».

г. Талгар, ул. Ыкылас, 21. Тел.: (72774) 2 02 34

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

П.Ж. Кожаметов, К.Т. Елеуова, Б.О. Баймагамбетов, А.А. Нурбацина	
Распределение снеговых нагрузок на грунт по горным территориям юга и юго-востока Казахстана	7
С.С. Байшоланов	
Моделирование режима температуры и осадков в Щучинско-Боровской курортной зоне на основе их циклических колебаний	21
И.Г. Гуршев	
Механизм накопления песчаных частиц с малой скоростью свободного падения в шлейфе бурь в пограничном слое атмосферы	36
Е.Н. Вилесов	
Оценка изменений оледенения в бассейнах рек Асса и Талас по данным космосъемки 2013 года	42
Р.К. Яфязова	
К концепции сверхкраткосрочного прогноза селей	52
Р.Г. Абдрахимов, Б.Э. Бекмухамедов, И.В. Каипов, А.С. Кошкарбаева	
Моделирование наводнений дождевого генезиса	58
А.Г. Царегородцева	
Озерные геосистемы северного и северо-восточного Казахстана: вопросы формирования и современные геоэкологические проблемы	71
А.Р. Сүлейменова, Э.К.Талипова	
Алматы қаласы ауа бассейнінің ластану жағдайы	81
Ж.С. Мустафаев, А.Т. Казыкеева, К.Ж. Мустафаев, К.Б. Абдашев	
Математическое выражение продуктивности сельскохозяйственных культур на засоленных орошаемых землях	89
Б.В. Шкуринский	
Методика медико-географического районирования территории (на примере Западно-Казахстанской области)	110
О.А. Шарипова	
Современное эколого-токсикологическое состояние локальных зон загрязнения озера Балхаш	123

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

Т.Т. Мусабаев, К.М. Ахметов

Основные направления охраны окружающей среды на территории Республики Казахстан в рамках Генеральной схемы организации территории 131

Ф.Б. Маденова

Специализированные очистные сооружения бытовых сточных вод как источник рационального использования водных ресурсов 141

Б.А. Сазанова, Т.В. Худякова, Т. Нургалиева, Т.И. Криворучко, Я.З. Ильясов, Е.И. Васенина, Д.К. Байбазаров, А. Мургазина

Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2013 году 148

ХРОНИКА

Н.Н. Пальгов (к 125-летию со дня рождения) 179

И.И. Скоцеляс (к 75-летию со дня рождения) 185

Памяти М.А. Ибрагимовой (1938...2014 гг.) 188

Указатель статей, опубликованных в журнале в 2014 г. 191

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

P.ZH. Kozhakhmetov, K.T. Eleuova, B.O. Baymagambetov, A.A. Nurbatsina	
Distribution of snow loads to ground in the mountain territories of the Southern and Southeastern Kazakhstan	7
S.S. Baisholanov	
Modeling of the temperature and precipitation regimes in the Shchuchinsko-Borovskay Resort Zone on the basis of their cyclic fluctuations	21
I.G. Gurshev	
Supply mechanism sandy particles with a small free-fall velocity in the train storms in the atmospheric boundary layer	36
E.N. Vilesov	
Estimation of a glaciation changes in the Assa and Talas River Basins with remote sensing from satellites data for 2013	42
R.K. YAfyzova	
To the concept of super short-term forecast for debris flows	52
R.G. Abdrakhimov, B.JA. Bekmukhamedov, I.V. Kaipov, A.A. Koshkarbayeva	
Modeling of a rain genesis floods	58
A.G. Tsaregorodtseva	
Lake geosystems of Northern and North-eastern Kazakhstan: questions of formation and modern geoecological problems	71
A.R. Suleymenova, JA.K. Talipova	
Condition of pollution of the Almaty City airshed	81
ZH.S. Mustafayev, A.T. Kazykeyeva, K.ZH. Mustafayev, K.B. Abdashev	
Mathematical expression of the productivity agricultural cultures on in salt irrigable earth	89
B.V. SHkurinsky	
Technique of medical and geographical zoning of the territory (by example for Western Kazakhstan Region)	110

O.A. Sharipova	
Modern ecotoxicological condition of the Balkhash Lake local pollution zones	123
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
T.T. Musabayev, K.M. Akhmetov	
Main directions of environmental protection in the Republic of Kazakhstan within the General scheme of the territory organization ..	131
F.B. Madenova	
Specialized treatment facilities of household sewage as source of water resources rational using	141
B.A. Sazanova, T.V. Khudyakova, T. Nyrgalieyva, T.I. Krivoruchko, YA.Z. Il'yasov, E.I. Vasenina, D.K. Baybazarov, A. Myrtazina	
Dangerous hydrometeorological phenomena at the territory of the Republic of Kazakhstan in 2013	148
CHRONICLE	
N.N. Pal'gov (to 125-anniversary)	179
I.I. Skotselyas (to 75-anniversary)	185
M.A. Ibragimova's memories (1938...2014)	188
Articles' List Published in «Hydrometeorology and Ecology» Magazine, 2014	191

УДК 551.577

Канд. техн. наук

П.Ж. Кожаметов *

К.Т. Елеуова *

Б.О. Баймагамбетов *

А.А. Нурбацина *

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СНЕГОВЫХ НАГРУЗОК НА ГРУНТ ПО
ГОРНЫМ ТЕРРИТОРИЯМ ЮГА И ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА***СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ, ЕВРОКОД-1, КАРТА*

По результатам наблюдений на 8 снегомерных маршрутах и 14 метеостанциях Казгидромета, расположенных в горных системах Каратау, Таласский Алатау, Киргизский и Илейский Алатау, Кунгей Алатау, Терискей Алатау, Узынкара (Кетмень) и Жетысуский Алатау, в системе ArcGIS построена карта распределения снеговых нагрузок на грунт с повторяемостью раз в 50 лет.

Изменения климата и неоднократные обрушения покрытий зданий из-за больших снеговых нагрузок привели к тому, что задачи нормирования этих нагрузок и их учет в ходе проектирования сооружений стали весьма актуальными [3, 6]. В связи с этим, в Республике Казахстан осуществляется переработка строительных норм с учетом требований Европейских стандартов – Еврокода-1. Для увеличения безопасности строительства он требует повышения запаса прочности перекрытия зданий, увеличивая снеговые нагрузки, которые они должны выдерживать до обеспеченности 2 %, или до вероятности повторения 1 раз в 50 лет.

В 2013 году с учетом этих требований РГП «Казгидромет» приступил к разработке проекта «Районирование территории Республики Казахстан по климатическим характеристикам» с использованием ArcGIS-технологий [6].

Исследованиями снеговых нагрузок в горах на рассматриваемой территории занимались Северский И.В., Благовещенский В.П., Пиманкина Н.В. [7, 9, 11, 12, 13], Воргина С.О. [1, 2] и др. Изучением снежного покрова в горах Средней Азии, в том числе и горных районах Тянь-Шаня и Казахстана занимались также исследователи под руководством Подрезова О.А. [8].

* Казгидромет, г. Алматы

С.О. Воргиной выполнено районирование территории Казахстана по весу снежного покрова 20 % обеспеченности (повторяемостью раз в 5 лет) и построена карта распределения веса снежного покрова для равнинных территорий, с выделением 5 районов. Исходными данными послужили материалы наблюдений 421 снегомерного пункта за период 1936...1990 гг. и данные маршрутных снегомеров – 351 пункт в 17 бассейнах горных рек за периоды 35...40 лет. Изучен режим снежного покрова для всей территории Казахстана в диапазоне высот 500...3500 м БС, найдены зависимости параметров снеговых нагрузок от высоты и региональных условий.

Институтом географии под руководством академика И.В. Северского выполнены исследования снежного покрова, результаты которых вошли в Национальный атлас Республики Казахстан [9]. Кроме этого подготовлен Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан, указанный в статье [7].

В России с 2008 года действуют новые санитарные нормы и правила (СНИП), в которых используется карта нагрузок снегового покрова, построенная в ГГО им. Воейкова с учетом Еврокода-1 и с использованием последних данных. В связи с новым подходом, границы новых районов на этой карте не совпадают с прежней картой.

В данной статье представлена карта распределения снеговых нагрузок на грунт для горных территорий юго-восточного Казахстана, построенная по материалам исследований снежного покрова и их статистической обработки. Построение карты было основано на:

- материалах наблюдений за последние 40 лет (1971...2010 гг.);
- значениях снеговых нагрузок, рассчитанных с обеспеченностью 2 %, т. е. с вероятностью повторения раз в 50 лет;
- выделении районов снеговых нагрузок на грунт с помощью кластерного анализа;
- объективных способах обработки и анализа данных, и построении карты с использованием ArcGIS-технологии.

Для получения формул зависимостей снеговых нагрузок от высоты местности использованы материалы наблюдений над снежным покровом на 8 стационарных снегомерных маршрутах (табл. 1) (строки 1 – 8) и на 14 метеорологических станциях (строки 12 – 14). Маршруты в строках 9 – 11 были исключены из-за низкой тесноты связей и малого периода наблюдений.

Маршруты 1 – 8 включают 109 снегомерных пунктов, из которых 40 пунктов (37 %) находятся на высотах, равных или превышающих 2000 м БС.

Таблица 1
 Характеристики снеговых маршрутов в бассейнах горных рек и метеорологических станций юго-восточного Казахстана

№ n/n	Маршрут	Бассейн реки	Начало погоды 1969	Число снеговых / из них выше и равно 2000 м, шт.	Горная система	Высота верхнего снежного м. БС	Высота нижнего снежного м. БС	Диапазон высот снежных м
1	Боралдай	Арысь, Шу	1969	16 / 0	Хребты Каратау, Боролдайтау	1650	700	950
2	Балдырбек	Арысь, Шу	1954	15 / 4	Хребет Огем (Таласский Алатау, юго-западный склон)	3270	1610	1660
3	Жабаглысу	Арысь, Шу	1978	10 / 1	Хребет Огем (Таласский Алатау)	2050	1300	750
4	Киши Алматы	Иле, оз. Балкаш	1950	14 / 8	Хребет Илейский Алатау	3650	1400	2250
5	Шелек	Шелек, оз. Балкаш	1965	13 / 7	Хребет Кунгей Алатау	3360	1430	1930
6	Шалкодесу	Шарын, оз. Балкаш	1950	16 / 14	Хребты Кетмень, Каратау	3220	1910	1310
7	Каратальский	Каратау, оз. Балкаш	1950	10 / 5	Хребет Жетысуский Алатау	2720	1300	1420
8	Малый Баскан	Лепси, оз. Балкаш	1969	15 / 1	Хребет Жетысуский Алатау	2880	1150	1730
9	Мерки	Шу	1957	11 / 7	Хребет Кыргызский	3650	1240	2410
10	Турген	Турген	1965	13 / 8	Хребет Илейский Алатау	3280	1160	2120
11	Баянкол	оз. Балкаш	1966	16 / 16	Хребет Терской Алатау	2990	2030	960

№ n/n	Маршрут	Бассейн реки	Начало наблюдений, год	Число снегочуноктов / из них выше и равно 2000 м, шт.	Горная система	Высота верхнего снегочунокта, м БС	Высота нижнего снегочунокта, м БС	Диапазон высот снегочуноктов, м
12	Метеостанции хр. Карагау		1970	5 / 0	Хребет Карагау	1947	606	1341
13	Метеостанции хр. Илейский Алагау (сев. склон)		1970, 1977	5 / 2	Хребет Илейский Алагау	815	3017	2202
14	Метеостанции Жетысуского Алагау (сев. склон)		1970	4 / 0	Хребет Жетысуский Алагау	1012	359	653

Наибольших высот, в пределах 3220...3650 м БС, достигают 4 маршрута: Балдырбек, Шалкодесу, Шелек и Киши Алматы, организованных в Таласском Алатау, Илейском Алатау, Кунгей Алатау и на хребте Узынкара. Диапазоны высот снегопунктов в 8-и маршрутах изменяются в пределах от 750 до 2250 м БС, в среднем равняясь 1500 м БС.

Карта распределения снеговых нагрузок на грунт составлялась по данным наблюдений на 24 метеорологических станциях, расположенных на высотах от 396 м до 3017 м, и на 8 снегомерных маршрутах.

В табл. 2 приведены данные о высотах местности и осредненных параметрах снежного покрова для 12-и метеорологических станций, расположенных в горных системах Жетысуский Алатау, Узынкара, Териской Алатау и Илейский Алатау.

Даты образования устойчивого снежного покрова на этих станциях с увеличением высоты местности смещаются на более ранние сроки, а даты разрушения на более поздние сроки, тем самым с высотой увеличивается продолжительность залегания устойчивого снежного покрова. Так, на предгорной станции Узунагаш (814 м БС) продолжительность залегания устойчивого снежного покрова составляет 91 сутки, а на высокогорных станциях Улькен Алматы (2516 м БС) и Мынжылкы (3017 м БС), соответственно, 191 и 232 суток. На высокогорных станциях Илейского Алатау устойчивый снежный покров устанавливается во второй половине октября начале ноября, а в предгорьях Илейского Алатау и хребта Узынкара в конце ноября – первой половине декабря. В целом, по мере увеличения высоты местности на каждые 500 м сроки установления максимума сдвигаются в сторону ранних дат (до 10...15 суток).

Наибольших высот снежный покров достигает в высокогорной части Илейского Алатау (116...138 см) и Жетысуского Алатау (102...135 см). Значительно меньшая его высота (25...60 см) отмечается в на хр. Узынкара, в Териской Алатау и в низкогорьях Илейского Алатау.

Средняя максимальная высота снега составляет 65 см, изменяясь из года в год от 25...43 см до 102...138 см. Максимум чаще отмечается в период 20 февраля – 15 марта.

Сход снежного покрова наблюдается в первой половине марта – начале апреля, на высокогорье снеготаяние приходится на май-июнь, что подтверждается исследованиями Института географии [9].

Характеристика снежного покрова по метеостанциям Северного Тянь-Шаня

Метеостанция	Горная система	3	4	5	6	7	8	9	10
		Высота над уровнем моря, м, ВС	Высота снега, максимальная из наибольших, см	Число суток со снежным покровом	Дата образования устойчивого снежного покрова	Дата разрушения устойчивого снежного покрова	Запас воды в снеге, максимальный из наибольших, мм	Запас воды в снеге, мм и (/) отношение к запасам средних к максимальным, %	Снеговая нагрузка на грунт обеспеченностью 2%, кПа
1	2								
Лепсы	Жетысуский Алатау	1082	135	161	07.11	12.04	490	218 / 44	4,6
Коголы	Жетысуский Алатау	1410	102	150	15.11	03.04	477	160 / 34	4,1
Кыргызсай	хр. Узынкара	1273	38	110	08.12	10.03	78	43 / 55	0,9
Кеген	хр. Узынкара	1845	25	107	30.11	26.02	41	23 / 56	0,6
Нарынкол	Терискей Алатау	1806	42	135	18.11	23.03	84	49 / 58	1,0
Ассы	Илейский Алатау	2216	43	150	25.11	31.03	119	56 / 47	1,2
Жаланаш	Илейский Алатау	1699	50	130	24.11	17.03	227	71 / 31	1,8
Мынжылкы	Илейский Алатау	3017	138	232	20.10	19.05	490	226 / 46	4,7
оз. У. Алматы	Илейский Алатау	2516	116	191	04.11	23.04	317	164 / 52	3,4
Есик	Илейский Алатау	945	60	118	03.12	14.03	143	51 / 36	1,7
Узынагаш	Илейский Алатау	814	37	91	14.12	23.02	109	44 / 40	1,1

В табл. 2 представлены максимальные и средние запасы воды в снежном покрове, определенные из наибольших измеренных за многолетние периоды годовых величин.

Особенности изменений в многолетнем ходе и по территории наибольших за год запасов воды в снежном покрове отражаются приведенными в табл. 2 отношениями их средних значений к максимальным, выраженными в процентах. Средняя величина этих отношений равна 45 %, и она изменяется по территории в пределах от 31 % до 58 %. Причем, значения, превышающие величину 45 %, в среднем равны 52 % и относятся к хр. Узынкара Терской Алатау и к высокогорьям Илейского Алатау. Величины отношений, меньше 45 %, равные в среднем 37 %, относятся к Жетысускому Алатау и низкогорьям Илейского Алатау. Полученные осредненные значения отклонений (52 % и 37 %) могут использоваться для соответствующих горных территорий в приближенных расчетах максимального запаса воды в снежном покрове, необходимого для расчета снеговой нагрузки по Еврокоду-1.

В дальнейших исследованиях закономерностей распределения снеговых нагрузок по горным территориям возможен учет ориентации горных систем, типов синоптических процессов и связанных с ними повторяемостей выпадения твердых осадков малой и большой интенсивности.

В табл. 2 представлены рассчитанные для метеостанций за многолетние периоды снеговые нагрузки на грунт обеспеченностью 2 %. Для их определения кривые обеспеченности измеренных в горах Илейского Алатау, Кунгей Алатау, Жетысуского Алатау и хр. Узынкара годовых максимальных запасов воды в снеге из наибольших многолетних значений были экстраполированы до обеспеченности 2 %. Эти величины (столбец 10) пропорциональны максимальным из наибольших годовых запасов воды в снеге (столбец 8).

Исследование закономерностей распределения снеговых нагрузок по территории Казахстана является сложной, комплексной задачей. В данной работе произведена аппроксимация зависимостей снеговых нагрузок 2 % обеспеченности от высоты местности, определенных для отдельных снеговых маршрутов и групп метеорологических станций, расположенных на горных массивах Казахстана.

Для каждой группы данных рассматривались линейные зависимости снеговых нагрузок от высоты местности (1), параметры которых a и b определялись методом наименьших квадратов

$$S_k = az + b, \quad (1)$$

где S_k – снеговая нагрузка, кПа; z – высота местности, м БС; a – угловой коэффициент уравнения зависимости снеговой нагрузки от высоты местности, кПа / м БС; b – постоянный член уравнения, кПа.

В качестве примера приведена формула для расчета снеговой нагрузки для бассейна р. Шелек (Чилик).

Река Шелек, являясь вторым по величине притоком р. Или, образуется от слияния рек Жангырык, Юго-восточный Талгар и Южный Иссык, берущих начало на высотах 3300...3500 м на хребтах Илейский и Кунгей Алатау. Длина реки 245 км, площадь водосбора 4980 км².

В бассейне р. Шелек РГП «Казгидромет» ведет наблюдения на 13 снегомерных пунктах на высотах от 1800 до 3360 м (табл. 3). Все снегомерные пункты (СП) располагаются на прибрежных террасах основной реки и ее притоков, как правило на открытых горизонтальных участках (СП1, СП28) или на склонах с незначительными уклонами от 4...5° (СП2) до 13...15° (СП26), и являются фоновыми. Склоны покрыты степной и горно-луговой растительностью. Наблюдения ведутся с октября 1965 г., кроме снегопункта №28, который открылся в 2009 г. и был исключен из расчетов из-за короткого периода наблюдений. Снегопункты №1 и 2 располагаются на одной высоте 1800 м.

В качестве теоретической функции распределения для максимальных запасов воды в снеге выбрано распределение экстремумов Гумбеля, которое наиболее удачно описывает распределение эмпирических данных для экстремумов в верхней части кривой, в области редкой повторяемости. Поэтому эмпирические кривые распределения вероятностей величин снеговых нагрузок, определенных за многолетние периоды наблюдений для принятых снегомерных пунктов, были аппроксимированы теоретической кривой распределения Гумбеля и экстраполированы по ней до вероятности 2 %. По данным 12 снегомерных пунктов в бассейне р. Шелек (табл. 3) была построена зависимость снеговых нагрузок 2 % обеспеченности от высоты местности (рис. 1) и определены параметры уравнения регрессии (2) с коэффициентом корреляции $R = 0,94$. Полученная зависимость показывает, что в пределах высот от 1400 м БС до 3500 м БС с увеличением высоты местности в бассейне р. Шелек на 100 м, снеговая нагрузка линейно возрастает на 0,19 кПа.

Уравнение зависимости (регрессии) снеговой нагрузки от высоты местности для бассейна р. Шелек имеет вид:

$$S_k = 0,0019z - 1,902. \quad (2)$$

Таблица 3

Положение и снеговые нагрузки снегомерных пунктов в бассейне р. Шелек

Снегомерный пункт	Высота над уровнем моря, м БС	Экспозиция склона	Крутизна склона, град.	Снеговая нагрузка обеспеченностью 2 %, кПа
1	1800	Горизонталь	0	1,67
2	1800	В	4...5	1,66
3	1430	С	7...8	0,82
4	1500	Горизонталь	0	0,87
20	1640	СВ	7...8	0,94
21	1850	СВ	10	1,47
22	2100	СЗ	7...9	2,78
23	2300	В	10...15	1,95
24	2370	С	12...15	2,21
25	2850	С	3...5	2,56
26	3050	СЗ	13...15	4,04
27	3360	В	10...12	4,85
28	2660	Горизонталь	0	1,67

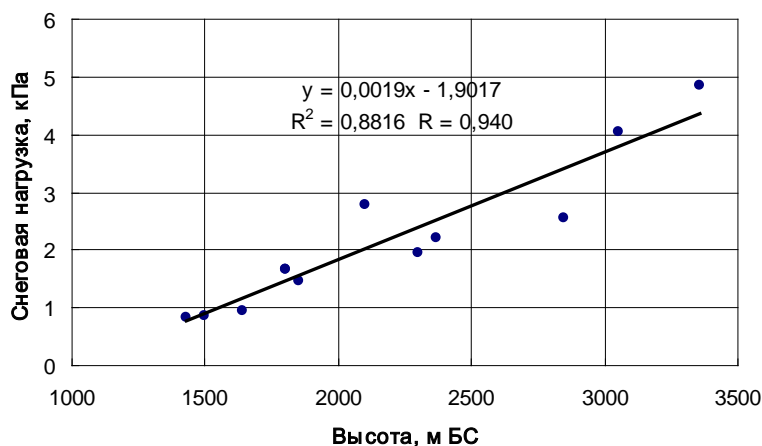


Рис. 1. Зависимость снеговой нагрузки от высоты местности в бассейне р. Шелек (Илейский Алатау).

Уравнение проверено на значимость с помощью F-критерия Фишера:

$$F_{\text{крит.}} = 4,96; \quad F_{\text{набл.}} = 74,4.$$

Фактическое (наблюденное) значение $F_{\text{набл.}}$ превышает табличное (критическое) $F_{\text{крит.}}$ значение, следовательно, уравнение регрессии (2) является значимым и может использоваться для расчетов снеговой нагрузки в бассейне р. Шелек.

Аналогичным способом получены линейные уравнения зависимостей снеговых нагрузок от высот местности для других снегомерных маршрутов в бассейнах рек и для метеорологических станций (табл. 4). Эти зависимости характеризуются достаточно высокой теснотой, их коэффициенты корреляции равны 0,83...0,99, и по критериям Фишера они являются значимыми. Только зависимость для юго-западного склона Жетысуского Алатау, построенная по малому числу (4) метеостанций имеет примерное равенство (18,3 и 18,5) расчетного и критического значений этого критерия.

Полученные формулы позволяют рассчитывать снеговые нагрузки для указанных районов в зависимости от высот местности, в пределах высот расположения использованных снегомерных пунктов. Экстраполяция этих зависимостей за пределы высот эмпирических точек не предусматривается из-за отсутствия обоснования.

При анализе полученных уравнений (табл. 4) была отмечена тенденция упорядоченного изменения их угловых коэффициентов вдоль горных хребтов. Эти коэффициенты, отражающие величины градиентов снеговых нагрузок, уменьшаются вдоль каждого хребта в направлении с запада на восток.

Таблица 4
 Расчет снеговой нагрузки 2 % обеспеченности в зависимости от высоты местности в горных районах Юго-Восточного Казахстана

Горная система, бассейн реки	Число метеостанций, снеговых пунктов		Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Ошибка уравнения	Критерии Фишера расч./крит.	Диапазоны высот, м БС	Диапазоны снеговых нагрузок 2 % -ной обеспеченности, кПа
	1	2						
Хр. Жетысуский Алатау, р. Каратал	10 СП		$S = 0,0054z - 3,90$	0,98	0,569	223 / 5,3	1300...2700	3,12...10,68
Хр. Жетысуский Алатау, ЮЗ склон	4 МС		$S = 0,0049z - 0,69$	0,95	0,62	18,3 / 18,5	300...1000	1,46...4,16
Хр. Жетысуский Алатау, р. М. Баскан	15 СП		$S = 0,0015z - 0,19$	0,96	0,245	154 / 4,67	1100...2900	1,46...4,16
Хр. Узынкара, р. Шалкодесу	15 СП		$S = 0,002z - 2,81$	0,83	0,421	29,5 / 4,67	1900...2800	0,99...2,79
Хр. Илейский Алатау, р. К. Алматы,	12 СП		$S = 0,0036z - 3,86$	0,92	1,012	52,7 / 4,96	1400...3600	1,18...9,10
Хр. Илейский Алатау, С склон	5 МС		$S = 0,0014z - 0,18$	0,98	0,301	86,6 / 10,1	800...3000	0,94...4,02
Хр. Кунгей Алатау, р. Шелек	12 СП		$S = 0,0019z - 1,90$	0,94	0,452	74,4 / 4,96	1430...3360	0,82...4,48
Хр. Таласский Алатау, р. Балдырбек	12 СП		$S = 0,0082z - 10,10$	0,85	0,748	25,8 / 4,96	1610...2100	3,02...7,12
Хр. Таласский Алатау, р. Жабалгысу	10 СП		$S = 0,0029z - 1,51$	0,84	0,433	19,7 / 5,3	300...2000	2,26...4,29
Хр. Каратау, ЮЗ склон	5 МС		$S = 0,0053z - 1,8$	0,99	0,36	272 / 10,1	600...1950	1,38...8,54
Хр. Каратау, р. Боралдай	15 СП		$S = 0,0021z + 0,46$	0,89	0,237	51 / 4,67	700...1650	1,93...3,93

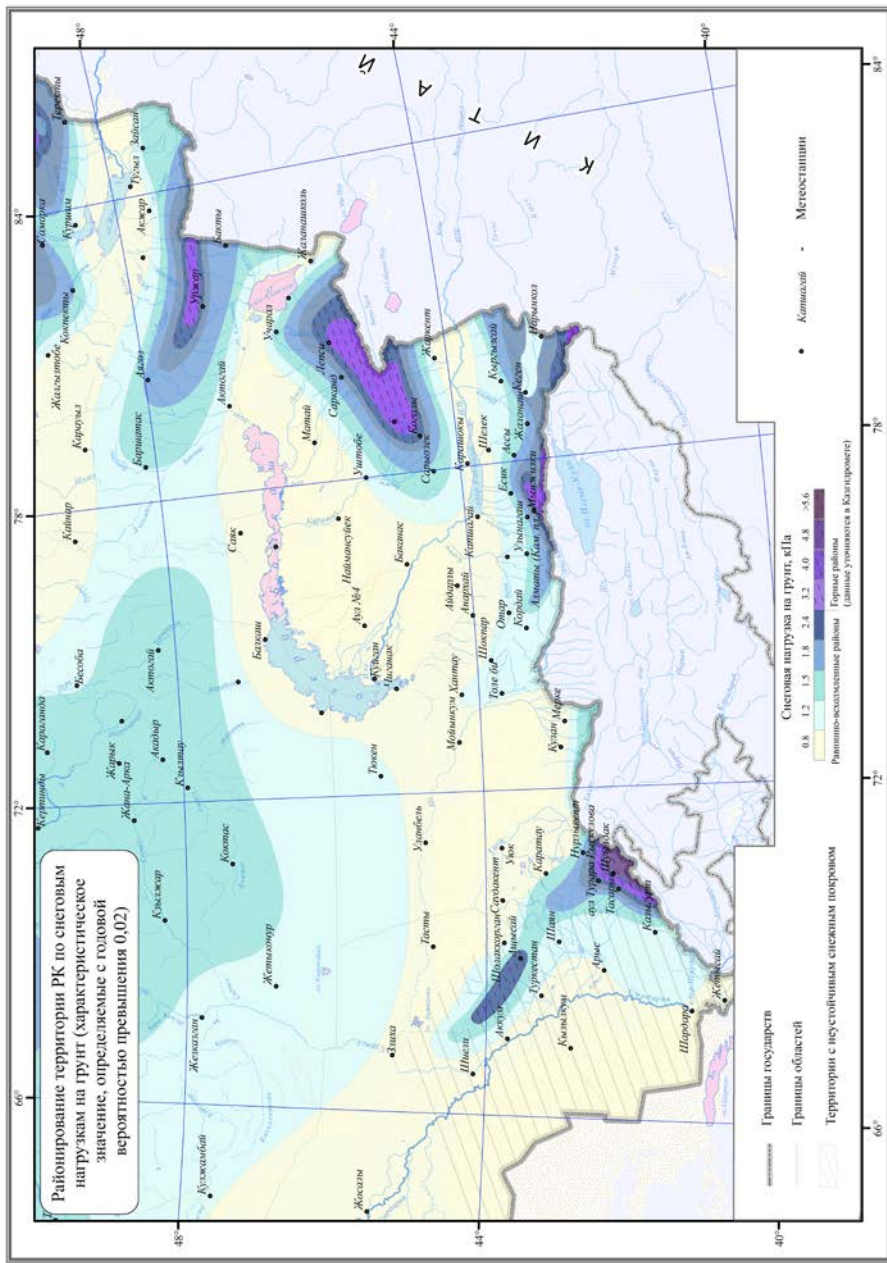


Рис. 2. Карта снеговой нагрузки на грунт обеспеченностью 2 % .

Для Жетысуского Алатау градиенты изменяются в указанном направлении как 0,54; 0,49; 0,15 кПа/100 м, для системы Илейского Алатау и Кунгей Алатау – 0,36; 0,14; 0,19 кПа/100 м, для Таласского Алатау – 0,82; 0,29 кПа/100 м, для хребта Каратау – 0,53; 0,21 кПа/100 м. Возможно, эти изменения связаны с направлением переноса осадков в атмосфере и ориентацией форм рельефа.

Для рассматриваемых горных районов по полученным формулам рассчитаны диапазоны изменений снеговых нагрузок 2 % обеспеченности (табл. 4). С помощью ArcGIS-технологий построена карта распределения снеговых нагрузок с вероятностью превышения 1 раз в 50 лет ($P = 2\%$) (рис. 2). Расстровая карта построена в масштабе 1:5 000 000 с точностью до 0,1 кПа в проекции WGS_1984_UTM_Zone_42N.

При составлении карты использованы результаты кластерного анализа, условия расположения метеорологических станций и снегопунктов на снегомерных маршрутах в бассейнах горных рек – рельеф, экспозиция склонов, наличие водоразделов и седловин. Учитывались также результаты исследований Института географии [9], рекомендации, руководства и публикации разных авторов [10], топографические карты различных масштабов.

При картировании снеговых нагрузок использовались данные станций, характеризующих условия открытого ровного места. Для выделения районов рассчитывался критерий оптимальности – алгоритм Прима-Краскала, границы уточнялись по индексу Чебышева. Был проведен расчет многоплановых тестов Крускаля-Уоллиса, Вилкоксона, Манна Уитни, которые помогали относить исследуемую местность к тому или иному району.

На приведенной карте (рис. 2) и в табл. 4 видно, что наибольшие снегозапасы и соответствующие им снеговые нагрузки 2 %-ной обеспеченности (1,5...10,7 кПа) отмечаются в горах Жетысуского Алатау. В районах наблюдений Илейского Алатау снеговые нагрузки изменяются от 1,0 до 9,1 кПа, от 2,3 до 7,1 кПа – в горах Таласского Алатау и от 1,4 до 8,5 кПа – в горах Каратау.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воргина С.О. Районирование равнинной территории Казахстана по весу снежного покрова. // Тр. КазНИГМИ. – 1992. – Вып. III. – С. 153-157.
2. Воргина С.О. Режим снежного покрова и снеговые нагрузки на территории Республики Казахстан: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 1994. – 18 с.
3. Ледовской И.В. Проблемы теории снеговых нагрузок на сооружения: Автореф. дис. ... доктора техн. наук / СПбГАСУ. – СПб., 2009. – 35 с.

4. Материалы наблюдений за снежным покровом и осадками в горах (Маршрутные снегомерные съемки, наблюдения по суммарным осадкомерам). – Алматы: 1970-2012 гг.
5. Метеорологические ежемесячники. – Алмата: 1970-2011 гг.
6. Методические указания «Воздействия на несущие конструкции». – Астана: Агентство РК по делам строительства и ЖКХ, 2012.
7. Пиманкина Н.И. Изменения климата и опасность сильных снегопадов и снеговых нагрузок в горах Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №3. – С. 34-44.
8. Подрезов О.А. Методические принципы построения региональных карт ветровых и региональных нагрузок для горных районов// Доклады по прикладной климатологии на ВДНХ СССР/ Информационное письмо ГУГМС № 21. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – С. 50-58.
9. Природные условия и ресурсы. Национальный атлас Республики Казахстан, Том 1. – Алматы: 2010. – 149 с.
10. Руководство по картографическим и картоиздательским работам. – Ч. 3. Составление и подготовка к изданию топографической карты масштаба 1:1000000. – М.: 1985. – 141 с.
11. Северский И.В., Благовещенский В.П. Лавиноопасные районы Казахстана. – Алматы: Наука, 1990. – 171 с.
12. Северский И.В., Благовещенский В.П., Северский С.И., Пиманкина Н.В., Се Зичу, Жан Жизонг, Ху Руджи. Снежный покров и лавины Тянь-Шаня / МОН РК, Академия наук КНР. – Алматы, 2006. – 183 с.
13. Северский И.В., Кокарев А.Л., Пиманкина Н.В. Водные ресурсы Казахстана: Оценка, прогноз, управление. Том VI. Снежно-ледовые ресурсы Казахстана. – Алматы: 2012. – 244 с.
14. Чупахин В.М. Природное районирование Казахстана – Алма-Ата: 1970. – 261 с.

Поступила 14.10.2014

Техн. ғылымд. канд. П.Ж. Кожаметов
 К.Т. Елеуова
 Б.О. Баймагамбетов
 А.А. Нурбацина

ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУЛЫ АЙМАҚТАРЫНЫҢ ТОПЫРАҒЫНА ТҮСЕТІН ҚАР ЖҮКТЕМЕСІНІҢ ТАРАЛУЫ

Қаратау, Талас Алатауы, Қырғыз және Іле Алатауы, Күнгей Алатау, Теріскей Алатау, Ұзынқара (Кетмень) және Жетісу Алатау тау жүйелерінде орналасқан Қазгидрометтің 8 қар өлшеу маршруттары мен 14 метеостанцияларының бақылау нәтижелері бойынша ArcGIS жүйесінде топыраққа түсетін қар жүктемесінің таралуын 50 жылдық қайталануының картасы тұрғызылған.

УДК 633:551.50

Канд. геогр. наук С.С. Байшоланов *

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В ЩУЧИНСКО-БОРОВСКОЙ КУРОРТНОЙ ЗОНЕ НА ОСНОВЕ ИХ ЦИКЛИЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ*ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ИНДЕКС ИЗМЕНЕНИЯ, ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ, СИНУСОИДАЛЬНОЕ КОЛЕБАНИЕ*

Проведен гармонический анализ рядов температуры и осадков, смоделированы их прогнозные колебания, а также дана оценка их возможного влияния на изменение других компонентов экологической системы.

В III-VI Национальном сообщении РК Рамочной конвенции ООН об изменении климата для прогноза вероятного изменения климата казахстанскими климатологами использовался ансамбль из 15 моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) проекта СМIP3 [1]. В работах [2, 7] были приведены результаты исследования произошедших и ожидаемых изменений климата в районе Щучинско-Боровской курортной зоны (ЩБКЗ), где были использованы результаты расчетов по МОЦАО. Прогноз средних месячных температур воздуха и сумм осадков, сделанный на основе расчетов по МОЦАО определяет их значения, осредненные за 30-й летний период. Например, прогноз на 2030 год характеризует среднюю температуру за 2015...2045 гг., прогноз на 2050 год – за 2035...2065 гг. На основе таких прогнозных данных сложно проводить расчеты по определению временной динамики состояния отдельных компонентов экологической системы. Например, прогноз изменения уровня (объема) озер Щучинско-Боровской курортной зоны (ЩБКЗ) до 2030 года. Для проведения подобных расчетов необходим прогноз динамики (изменения) самих метеоэлементов на период до 2030 гг.

Для прогноза многолетней динамики метеоэлемента сначала необходимо провести гармонический анализ ряда и установить цикличность его колебаний. Далее, на основе установленных закономерностей колебания и тен-

* Институт географии, г. Астана

денции изменения, с применением формулы синусоидального тока (колебания) можно смоделировать его будущее колебание и изменение.

Всем известно, что различают понятия «изменчивость климата», «колебание климата» и «изменение климата». Под изменчивостью климата понимают изменение климатических показателей за относительно кратковременный период, имеющее обратимый характер. Колебанием климата считается изменение климатических показателей за длительный период, также имеющее обратимый характер. Если изменение климатических показателей имеет не обратимый характер, то это является изменением климата [4].

Для моделирования циклических колебаний можно использовать различные математические методы. Например, если многолетний ход какого-либо показателя носит периодический характер, то такому изменению соответствует периодическая функция Фурье [6, 9]. Для выявления циклов колебаний климата, температуры воздуха или осадков за многолетний период можно использовать один из методов преобразования Фурье – разложение в тригонометрический ряд Фурье. Аналитической формой циклической волны служит тригонометрический многочлен вида [9]:

$$\hat{Y}_t = a_0 + \sum_{k=1}^m (a_k \cos kt + b_k \sin kt), \quad (1)$$

где \hat{Y}_t – преобразованные в ряды Фурье значения исследуемого параметра; k – порядковый номер гармоники ряда Фурье; m – число гармоник; n – продолжительность многолетнего ряда; t – время, принимающее значение $0; 2\pi/n; 2 \cdot 2\pi/n; 3 \cdot 2\pi/n; \dots (n-1) \cdot 2\pi/n$.

Параметры a_0, a_k, b_k находятся в соответствии с методом наименьших квадратов и задаются следующими соотношениями:

$$a_0 = \frac{1}{n} \sum Y_t, \quad a_k = \frac{2}{n} \sum Y_t \cos kt, \quad b_k = \frac{2}{n} \sum Y_t \sin kt.$$

При выравнивании многолетних данных по ряду Фурье обычно рассчитывают не более четырех гармоник, а затем определяют, при каком числе гармоник наилучшим образом отражается периодичность изменения уровней ряда. В процессе преобразования в ряды Фурье происходит выравнивание резких скачков метеоэлемента из года в год, и вырисовывается кривая с плавными колебательными волнами.

На основе установленной многолетней цикличности колебания метеоэлемента можно смоделировать его колебание в будущем. Для этого нужно продолжить колебание преобразованного в ряды Фурье метеоэле-

мента еще на 1 период колебания. Для этой цели можно использовать формулу синусоидального колебания [3, 8]:

$$h = A \cdot \sin(\omega t + \varphi), \quad (2)$$

где h – значение колебания в определенный момент времени (высота полуволны в определенные годы); A – амплитуда колебаний; ω – циклическая частота: $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$, где f – частота колебания, T – период колебания ($f = 1/T$); t – момент времени (порядковый номер года); φ – начальная фаза колебания.

После установления многолетней цикличности колебания и тенденции изменения метеоэлемента очень важным является определение его изменения в результате колебания климата и в результате изменения климата. Такое разделение дает возможность оценить влияние изменения состояния метеоэлемента на другие компоненты окружающей экологической системы.

Естественная экологическая система (биоценоз и биотоп) обладает определенной устойчивостью к внешним изменениям и способна адаптироваться, в том числе и к климатическим изменениям. Обычно составляющие экосистемы адаптированы к естественному колебанию климата. Поэтому можно предположить, если величина изменения климата будет превышать величину колебания климата, то это может превышать адаптационные возможности экосистемы, т.е. окажет существенную нагрузку и повлияет на состояние компонентов экосистемы.

Для оценки значимости изменения метеорологического элемента в результате изменения климата вводим понятие «Индекс изменения метеоэлемента» (I) – относительный показатель, представляющий собой величину изменения метеоэлемента в результате изменения климата относительно значений колебания климата, выраженный в процентах. Для качественной оценки уровня возможного влияния изменения метеоэлемента на состояние компонентов экологической системы предлагаем условную шкалу критериев индекса изменения:

I , %	Уровень влияния на экосистему
< 50	– не оказывает влияния
51...80	– оказывает слабое влияние
81...120	– оказывает умеренное влияние
> 120	– оказывает сильное влияние

Для исследования цикличности климата в районе ЩБКЗ проведем гармонический анализ многолетнего (1935...2013 гг.) ряда температуры воздуха и сумм осадков на М Щучинск и смоделируем их дальнейшее ко-

лебание до 2030 г. При этом проведем оценку влияния этих изменений на экологическую систему ЩБКЗ.

Гармонический анализ многолетнего ряда температуры воздуха. Для подробного анализа многолетней цикличности температурного режима на М Щучинск рассмотрим многолетние ряды температуры воздуха средней за год, средней за теплый период (апрель – октябрь) и средней за холодный период (ноябрь – март) года.

Необходимость раздельного анализа рядов сезонной температуры воздуха, связана с тем, что средняя годовая температура не может в полном объеме характеризовать особенностей формирования температурных условий в течение года. Были преобразованы в тригонометрический ряд Фурье многолетние ряды средней за год, средней за теплый период года и средней за холодный период года температуры воздуха, а также построены соответствующие графики. Из рассчитанных четырех гармоник наиболее подходящим оказался ряд Фурье четвертой гармоники. Кривые значений температуры, преобразованные в тригонометрические ряды Фурье, достаточно хорошо отражают периодичность изменения фактической температуры воздуха. Многолетние ряды средней годовой температуры воздуха, а так же за теплый и холодный периоды имеют тенденцию к росту, но с разными темпами.

На рис. 1 приведен график средней годовой температуры воздуха. Для наглядности на один график помещены линии кривых всех трех преобразованных рядов температуры в ряды Фурье. Чтобы они были сопоставимы между собой, на графике их представили в виде отклонений от средних многолетних значений (рис. 2).

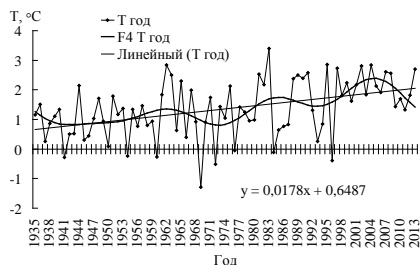


Рис. 1. Многолетняя динамика и линия тренда средней за год температуры воздуха ($T_{год}$), ее преобразованных значений в ряды Фурье четвертой гармоники ($F4T_{год}$).

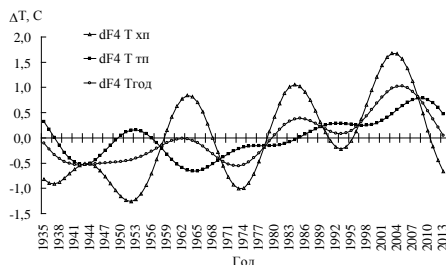


Рис. 2. Тригонометрический ряд Фурье четвертой гармоники отклонений от среднемноголетних значений температуры воздуха за год ($dF4T_{год}$), за теплый период ($dF4T_{тп}$) и за холодный период ($dF4T_{хп}$).

В результате анализа цикличности колебаний температуры воздуха за разные сезоны и за год были установлены следующие особенности:

1. колебания средней температуры (годовой, за теплый и холодный периоды) имеют тенденцию роста, которая более четко проявляется с конца 60-х годов 20 века;
2. колебания средней годовой температуры воздуха имеют в среднем 20-ти летний период (цикл). Максимумы наблюдались в 1962, 1984, 2004 гг. Минимумы – в 1973, 1993 и очевидно в 2013 гг.;
3. средняя за теплый период года температура воздуха имеет 17...21-летние периоды колебания. Максимумы наблюдались в 1953, 1974, 1991, 2009 гг., минимумы – в 1943, 1964, 1981, 1999 гг. Амплитуда колебаний средней за теплый период температуры воздуха в первой половине рассматриваемого периода сокращается, а во второй половине увеличивается (рис. 2 и 4);
4. наибольшую амплитуду колебания имеет средняя температура воздуха за холодный период года. Период её колебания почти совпадает с колебаниями средней годовой температуры, и составляет 19...21 лет. Максимумы наблюдались в 1944, 1963, 1984, 2003 гг., минимумы – в 1952, 1973, 1993 гг. и очевидно в 2013 г.;
5. все три кривые колебаний пересекаются или сближаются поочередно с малой (8 лет) и большой (11 лет) периодичностью в следующие года: 1943, 1958, 1969, 1978, 1989, 1997, 2008 гг.

Установленная периодичность колебаний рядов температуры воздуха, в определенной степени соответствует периодам солнечной активности. Например, в колебаниях солнечной активности и колебаниях атмосферной циркуляции присутствуют одинаковые циклы: 7, 12, 19...22 и 60-летний [5].

Определим изменение температуры воздуха в результате колебания климата и в результате изменения климата, с дальнейшим определением индекса изменения температуры воздуха (I_T) и оценкой уровня их влияния на состояние экологической системы.

Изменение средней годовой температуры воздуха в результате колебания климата можно определить, как наибольший размах колебаний, с вычетом с него величины трендовой составляющей. Изменение средней годовой температуры воздуха в результате изменения климата можно определить на основе линии тренды многолетнего ряда.

Анализ линии тренды многолетнего ряда по уравнению прямой показывает, что средняя годовая температура воздуха на М Щучинск за последние 79 лет выросла на 1,3 °С, средняя температура за теплый период – на 0,9 °С, средняя температура за холодный период – на 1,7 °С. Получается, что процесс потепления протекал быстрее в холодный период года.

Расчеты показали, что за истекший 79 лет (1935...2013 гг.) в районе Щучинска изменение средней годовой температуры воздуха в результате колебания климата составило 0,9 °С, а в результате изменения климата – 1,3 °С. Тогда индекс изменения средней годовой температуры воздуха составляет 144 % и оценивается как сильное влияние на состояние экосистемы (табл. 1).

Таблица 1

Изменение температуры воздуха в результате колебания климата и изменения климата, а также индекс изменения температуры (I_T) за период с 1935 по 2013 гг.

Период	Амплитуда колебания температуры, °С	Изменение температуры, °С	I_T , %
Год	0,9	1,3	144
Теплый	0,7	0,9	129
Холодный	1,9	1,7	90

Изменение средней температуры воздуха за теплый период года в результате колебания климата составило 0,7 °С, а в результате изменения климата – 0,9 °С. Индекс изменения температуры воздуха теплого периода составил 129 % и также оценивается как сильное влияние на экосистему.

Изменение средней температуры воздуха за холодный период года в результате колебания климата составило 1,9 °С, а в результате изменения климата – 1,7 °С. Индекс изменения температуры воздуха холодного периода составляет 90 % и оценивается как умеренное влияние на экосистему. Изменение температурного режима за последние 79 лет окажет существенное влияние на компоненты экологической системы ЩБКЗ. Здесь необходимо отметить, что, не смотря на большее потепление холодного периода, большее влияние на состояние экосистемы оказывает изменение температуры теплого периода.

Прогноз колебания и изменения температуры воздуха до 2030 года. На основе установленной многолетней цикличности колебаний температуры воздуха, можно с определенной вероятностью прогнозировать температурный режим на ближайшие годы. Смоделируем колебания

средней годовой температуры воздуха на М Щучинск на 1 период, т.е. на ближайшие 20 лет. Для этого продолжим синусоидальное колебание преобразованной в ряды Фурье температуры воздуха (F4 T год) еще на 1 период, с помощью формулы синусоидального колебания (2). При этом процесс моделирования линии колебания состоит из следующих этапов:

1. определение тенденции изменения средней годовой температуры воздуха, т.е. линии тренда температуры воздуха (F4 T год), преобразованной в ряды Фурье за многолетний период, имеющей однотипное распределение (рис. 3);
2. выбор аналога из существующих четырех гармоник колебания;
3. определение периода колебания (T) выбранной гармоники;
4. определение полувольты гармоники, которая имеет законченный цикл;
5. определение амплитуды колебания (A) гармоники по выбранной полувольте;
6. вычисление ежегодных значений высот полувольты (h), с точки начала полувольты до конца прогнозного периода;
7. прибавляя к значениям тренда (T) в соответствующие годы значения высот полувольт (h), получаем смоделированные значения рядов Фурье средней годовой температуры воздуха (Расч F4 T год) за период с точки начала полувольты до конца одного периода колебания. В нашем случае этот период длится от 1999 по 2034 год (рис. 4);
8. определение диапазона возможного отклонения фактических температур от смоделированной линии колебания годовой температуры воздуха (нижний (откл -) и верхний (откл +) пределы отклонения).

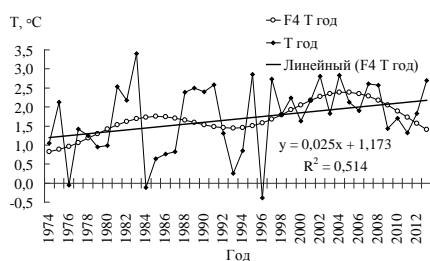


Рис. 3. Характеристики колебания и изменения средней годовой температуры воздуха за период 1974...2013 гг.

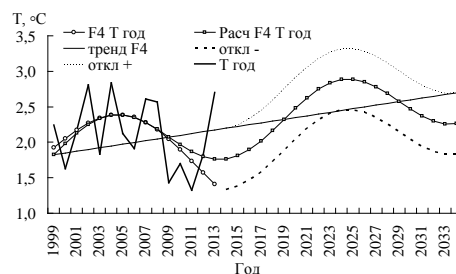


Рис. 4. Фактические (F4 T год) и смоделированные (Расч. F4 T год) колебания годовой температуры воздуха (T год) с 1999 по 2034 год.

Как видно на рис. 4, в верхней полувольте синусоиды (1999...2009 гг.) фактическая (F4 T год) и смоделированная

(Расч. F4 T год) линии почти совпадают, коэффициент корреляции между ними равняется 0,99. Надо отметить, что крайние значения кривой колебания всегда меняются при прибавлении к ряду последующих данных. Поэтому пренебрегаем возникающей разницей между фактическими и расчетными данными за 2012 и 2013 года. Соответственно, смоделированное синусоидальное колебание преобразованной в ряды Фурье годовой температуры воздуха (Расч. F4 T год) может быть показателем ожидаемого изменения температурного режима на период с 2014 по 2034 годы.

Таким образом, согласно прогнозным расчетам колебание средней годовой температуры воздуха на М Щучинск с 2014 года входит в фазу повышения и достигнет максимума к 2024 году, а далее снова пойдет на понижение, достигая минимума к 2034 году. В целом за период 2014...2034 гг. сохранится тенденция роста годовой температуры воздуха, связанная с потеплением глобального климата.

Для более подробного прогноза ожидаемого температурного режима в районе ЩБКЗ были проведены расчеты для средней за теплый и холодный периоды температуры воздуха (рис. 5 и 6).

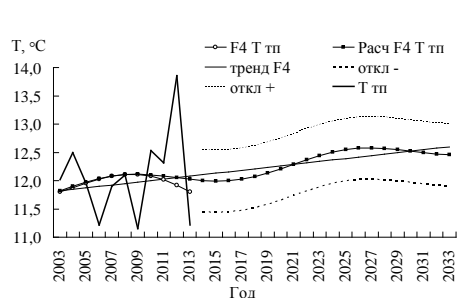


Рис. 5. Фактические (F4Tmn) и смоделированные (РасчF4Tmn) колебания средней за теплый период года температуры воздуха (Tmn) с 1995 по 2033 год.

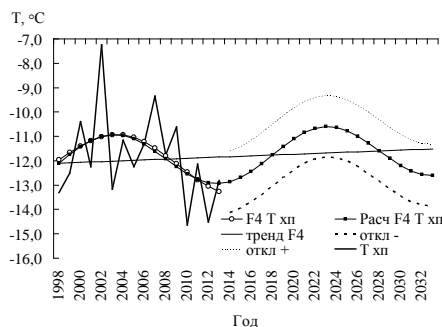


Рис. 6. Фактические (F4Tхп) и смоделированные (РасчF4Tхп) колебания средней за холодный период года температуры воздуха (Tхп) с 1998 по 2033 год.

Согласно расчетам автора, средняя за теплый период года температура воздуха на М Щучинск будет снижаться до 2016 года, а далее войдет в фазу повышения до 2026 года, затем снова войдет в фазу снижения (рис. 5). Средняя за холодный период года температура воздуха, наоборот, будет повышаться до 2023 года, а далее войдет в фазу понижения до 2033 года (рис. 6). Предполагается, что в период с 2014 по 2033 год процесс потепления будет протекать быстрее уже в теплый период года.

Проведенные расчеты показали, что до 2033 года в районе Щучинска изменение средней годовой температуры воздуха составит в результате колебания климата 0,8 °С, а в результате изменения климата – 0,5 °С. Здесь для расчета индекса изменения температуры нужно использовать наибольшее значение амплитуды, определенное за периоды 1935...2013 и 2014...2033 гг., т.е. 0,9 °С, имевшее место в первый многолетний период. Тогда значение индекса изменения температуры за период 2014...2033 гг. равняется 56 %, что оценивается как слабое влияние на экосистему (табл. 2).

Изменение средней за теплый период года температуры воздуха в результате колебания климата на период до 2033 года составит 0,6 °С, а в результате изменения климата – 0,5 °С. Тогда индекс изменения температуры воздуха теплого периода, с учетом колебаний в период 1935...2013 гг. составляет 71 %, и также оценивается как слабое влияние на экосистему (табл. 2).

Изменение средней за холодный период года температуры воздуха в результате колебания климата в период до 2033 года составит 2,0 °С, а в результате изменения климата – 0,3 °С. Индекс изменения температуры составляет 15 %, т.е. оно не окажет влияния на состояние компонентов экосистемы ЩБКЗ (табл. 2).

Таблица 2

Прогнозное изменение температуры воздуха в результате колебания климата и изменения климата, а также индекс изменения температуры (I_T) на период с 1914 по 2033 гг.

Период	Диапазон колебания температуры, (в скобках за период 1935...2013 гг.), °С	Изменение температуры, °С	I_T , %
Год	0,8 (0,9)	0,5	56
Теплый	0,6 (0,7)	0,5	71
Холодный	2,0 (1,9)	0,3	15

Таким образом, можно заключить, что прогнозируемое до 2033 года изменение температурного режима в районе ЩБКЗ окажет слабое влияние на компоненты экосистемы за счет изменения температуры воздуха теплого периода года.

Гармонический анализ многолетнего ряда осадков. Для подробного анализа были рассмотрены отдельно (1935...2013 гг.) ряды сумм осадков за год, за теплый период (апрель – октябрь) и за холодный период (ноябрь – март) на М Щучинск.

Ряды сумм осадков за год, за теплый период года и за холодный период года были преобразованы в тригонометрический ряд Фурье и построены соответствующие графики. На рис. 7 представлены годовые суммы осадков, а на рис. 8 представлены кривые колебания сумм осадков за год, за теплый и холодный периоды в виде их отклонений от средних многолетних значений.

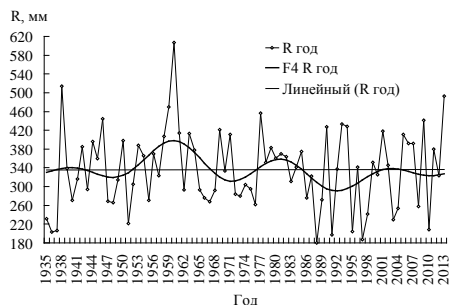


Рис. 7. Многолетняя динамика годовой суммы осадков ($R_{год}$) и ее преобразованных значений в ряды Фурье четвертой гармоники ($F4 R_{год}$).

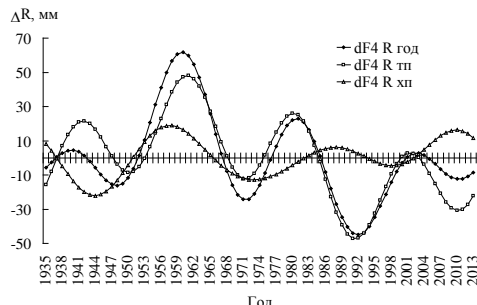


Рис. 8. Тригонометрический ряд Фурье четвертой гармоники отклонений от среднемноголетних значений сумм осадков за год ($dF4R_{год}$), за теплый период ($dF4R_{тп}$) и за холодный период ($dF4R_{хп}$).

В результате анализа цикличности колебаний сумм осадков за разные сезоны и за год были установлены следующие особенности:

1. в целом за рассматриваемый 79 летний период ряд годовых сумм осадков не имеет тенденции к изменению, ряд суммы осадков за теплый период имеет тенденцию понижения, а за холодный период – тенденцию роста;
2. колебания годовой суммы осадков имеют 19...23-летние периоды (циклы). Максимумы наблюдаются в 1940, 1960, 1981, 2002 гг., минимумы – в 1948, 1971, 1992, 2011 гг. За многолетний период имеет место постепенное уменьшение амплитуды колебаний. Сильное уменьшение амплитуды колебаний указывает на нарушение цикличности колебания годовых сумм осадков из-за усиления их межгодовой изменчивости, т.е. усиление неустойчивости погодного режима;
3. колебания сумм осадков за теплый период года имеют 19...21-летние периоды. Максимумы наблюдались в 1942, 1961, 1980, 2001 гг., минимумы – в 1950, 1971, 1991, 2010 гг. Амплитуда колебаний во второй половине многолетнего периода незначительно сократилась;

4. колебания сумм осадков за холодный период года имеют 19...24-летние периоды. Максимумы наблюдались в 1935, 1958, 1988, 2010 гг., минимумы – в 1944, 1974, 1998 гг. Амплитуда колебаний с годами уменьшается.

Ряд годовых сумм осадков ($R_{\text{год}}$) за 79 лет не имеет тренда, ряд суммы осадков за теплый период ($R_{\text{тп}}$) имеет тренд к снижению на 20 мм, а суммы осадков за холодный период ($R_{\text{хп}}$) к росту на 21 мм.

Расчеты показали, что за истекший 79 лет (1935...2013 гг.) в районе М Щучинск изменение годовой суммы осадков в результате колебания климата составляет 82 мм, а в результате изменения климата – 1 мм. Индекс изменения годовой суммы осадков составляет 1 %, и можно было бы сказать, что изменение осадков за последние 79 лет в районе Щучинска вообще не оказывало влияния на состояние экосистемы ЩБКЗ (табл. 3). Однако необходимо учитывать сокращение осадков в теплый период и увеличение в холодный период года. Это обстоятельство доказывает необходимость исследования количества осадков раздельно по сезонам, т.е. исследование только ряда годовых сумм осадков не позволяет полноценно оценить степень произошедших изменений в режиме осадков.

Соответственно были оценены произошедшие изменения в режиме осадков за теплый и холодный периоды года. Расчеты показали, что за истекшие 79 лет в районе М Щучинск изменение сумм осадков за теплый период в результате колебания климата составило 67 мм, а в результате изменения климата – 20 мм. Тогда индекс изменения осадков (I_R) теплого периода составляет 30 %, т.е. не оказало влияния на экосистему ЩБКЗ (табл. 3).

Изменение суммы осадков за холодный период года в результате колебания климата составляет 38 мм, а в результате изменения климата – 21 мм, т.е. индекс изменения осадков холодного периода составляет 55 %, что оценивается как оказание слабого влияния на экосистему (табл. 3).

Таблица 3

Изменение режима осадков в результате колебания климата и изменения климата, а также индекс изменения осадков (I_R) за период с 1935 по 2013 гг.

Период	Амплитуда колебания осадков, мм	Изменение осадков, мм	I_R , %
Год	82	1	1
Теплый	67	20	30
Холодный	38	21	55

Таким образом, за период с 1935 по 2013 год в районе ЩБКЗ имело место смещение осадков в сторону холодного периода, и оно оказало определенное влияние на состояние компонентов экосистемы. Если рассмотреть изменение режима осадков в комплексе с изменением режима температуры воздуха, то можно говорить о значимом влиянии их изменений на состояние компонентов экологической системы ЩБКЗ.

Прогноз колебания и изменения осадков до 2030 года. На основе многолетней цикличности колебаний годовых сумм осадков было смоделировано их изменение на ближайшее 20 лет (рис. 9). Расчеты показали, что количество годовых осадков на М Щучинск с 2014 до 2021 года будет повышаться, а далее войдет в фазу снижения, достигая минимума к 2030 году. В целом за период 2014...2033 гг. будет иметь место тенденция роста годовых сумм осадков.

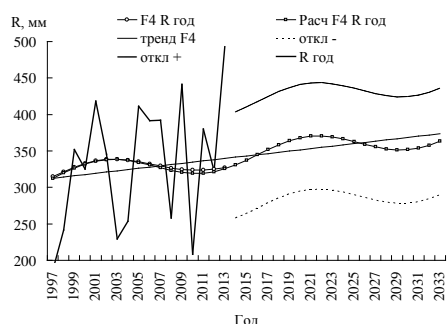


Рис. 9. Фактические (F4Rгод) и смоделированные (РасчF4Rгод) значения колебаний годовых сумм осадков (R год) с 1997 по 2033 год.

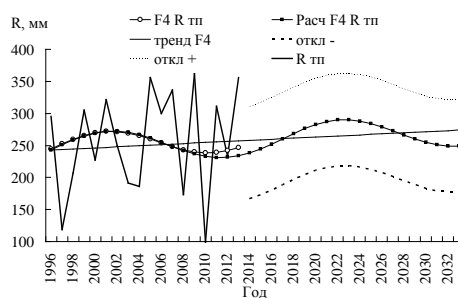


Рис. 10. Характеристики фактического (F4Rmn) и смоделированного (РасчF4Rmn) колебания сумм осадков за теплый период года (Rmn) с 1996 по 2033 год.

Также были проведены расчеты по осадкам за теплый (рис. 10) и за холодный периоды года. Ожидается, что сумма осадков за теплый период года на М Щучинск также будет иметь тенденцию роста, колебаясь вокруг линии тренд: повышаясь до 2022 года с последующим понижением к 2033 году. Сумма осадков за холодный период года также будет колебаться относительно повышающейся линии тренды, но с более низким наклоном. Количество осадков достигнет минимума к 2019 году, с последующим повышением до 2030 года.

Проведенные расчеты показали, что до 2033 г. в районе Щучинска изменение годовых сумм осадков составит в результате колебания климата 40 мм, а в результате изменения климата – 30 мм. С учетом колебаний осад-

ков в период 1935...2013 гг. индекс изменения равняется 37 %, что указывает на отсутствие влияния на состояние экосистемы (табл. 4).

Изменение осадков теплого периода года в результате колебания климата на период до 2033 г. составит 41 мм, а в результате изменения климата – 18 мм. Тогда «индекс изменения», с учетом 1935...2013 гг., составляет 28 % и это означает, что изменение осадков теплого периода не окажет влияния на состояние экосистемы (табл. 4).

Предполагается, что изменение осадков холодного периода года в результате колебания климата на период до 2033 г. составит 23 мм, а в результате изменения климата – 7 мм. Индекс изменения, с учетом колебания в 1935...2013 гг. составит 18 %, т.е. изменение осадков холодного периода также не окажет влияния на экосистему ЩБКЗ (табл. 4).

Таким образом, можно заключить, что ожидаемое до 2033 года изменение режима осадков не окажет влияния на состояние экосистемы ЩБКЗ. Если рассмотреть изменение режима осадков в комплексе с изменением режима температуры воздуха, то можно предположить слабое влияние их изменений на состояние компонентов экосистемы ЩБКЗ.

Таблица 4

Прогнозное изменение режима осадков в результате колебания климата и изменения климата, а также индекс изменения осадков (I_R) за период 1914...2033 гг.

Период	Диапазон осадков (в скобках за период 1935...2013 гг.), мм	Изменение осадков, мм	I_R , %
Год	40 (82)	30	37
Теплый	41 (67)	18	28
Холодный	23 (38)	7	18

В заключение можно сказать, что произошедшие за последние 79 лет изменения режима температуры и осадков предполагает сильное влияние на состояние компонентов экосистемы ЩБКЗ, а их ожидаемые изменения до 2030 года окажут слабое влияние. Также для прогноза развития метеорологического режима на многолетний период наравне с другими методами можно использовать предложенный выше подход моделирования режима метеоэлемента на основе его многолетней цикличности колебаний, структурно состоящий из трех частей:

1. моделирование цикличности колебания метеоэлемента с преобразованием в тригонометрический ряд Фурье, предполагающее гармонический анализ многолетнего ряда метеоэлемента;

2. прогнозное моделирование колебания метеоэлемента на основе его многолетней цикличности, предполагающее продолжение колебательного процесса на основе установленных закономерностей колебания и формулы синусоидального тока;
3. оценка влияния изменения метеоэлемента на состояние экологической системы, включая качественную оценку влияния на окружающую экологическую среду изменения состояния метеоэлемента в результате изменения климата.

Относительно слабым моментом данного подхода является возможность изменения тенденции характеристик тренда в ходе метеоэлемента – оси синусоидального колебания, а так же изменение периода и амплитуды колебания. Поэтому определение линии тренда является очень важным. При прогнозировании режима метеоэлемента только на один колебательный период вероятность данной погрешности сводится к минимуму. Поэтому рекомендуется проводить прогнозное моделирование состояния метеоэлемента только на многолетний период, равный одному периоду его колебания. Надо отметить, что согласно исследованиям как казахстанских, так и зарубежных климатологов, современный тренд роста температуры воздуха сохранится и во второй половине 21 века [1].

Полученные прогнозные на 2014...2030 гг. значения температуры воздуха и сумм осадков в виде преобразования Фурье можно использовать для прогноза состояния отдельных компонентов экологической системы. Например, для прогноза динамики уровня (объема) озер ЩБКЗ до 2030 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. III-VI Национальное Сообщение Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана. ТОО «Типография Форма Плюс», 2013. – 274 с.
2. Байшоланов С.С. Об изменении климата в Щучинско-Боровской курортной зоне // Материалы международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные проблемы географии». Часть II. – Астана, 2014. – С. 192-198.
3. Гармоническое колебание. [Электрон. ресурс]. – 2012. – URL: http://fizmat.by/kursy/kolebaniya_volny/garmonicheskoe (дата обращения: 12.05.2014).
4. Климатология / Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.

5. Кривенко В.Г. Прогноз изменения климата Евразии с позиций концепции его циклической динамики // Всемирная конференция по изменению климата: тезисы докладов. – М.: 2003. – 514 с.
6. Методы гармонического анализа сезонности. [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: http://mobile.studme.org/150609139282/ekonomika/metody_garmonicheskogo_analiza_sezonnosti (дата обращения: 12.05.2014).
7. Проведение научного исследования по комплексному решению вопроса повышения объема (уровня) и качества воды озер Щучинско-Боровской курортной зоны. // Отчет НТР, МОСВР РК, РГП «Казгидромет». – Астана, 2013. – 448 с.
8. Синусоидальный ток. [Электрон. ресурс]. – 2011. – URL: <http://electrophysic.ru/elektricheskiy-tok/sinusoidalnyiy-tok.-opredelenie-parametryi.html> (дата обращения: 12.05.2014).
9. Экономико-математические методы и прикладные модели / Под ред. В.В. Федосеева. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 328 с.

Поступила 17.07.2014

Геогр. ғылымд. канд. С.С. Байшоланов

**ЩУЧИНСК-БУРАБАЙ КУОРТЫ АЙМАҒЫНДА ТЕМПЕРАТУРА
МЕН ЖАУЫН-ШАШЫН РЕЖИМІН ОЛАРДЫҢ ТЕРБЕЛУ
ЦИКЛДЕРІ НЕГІЗІНДЕ МОДЕЛДЕУ**

Температура және жауын-шашын қатарларына гармоникалық талдау жүргізілген, олардың болжамдық тербелістері моделденген, сонымен қатар олардың өзгеруінің экологиялық жүйенің басқа компоненттеріне әсері бағаланған.

УДК 551.515: 532.5.18

Канд. техн. наук И.Г. Гуршев *

МЕХАНИЗМ НАКОПЛЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ЧАСТИЦ С МАЛОЙ СКОРОСТЬЮ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ В ШЛЕЙФЕ БУРЬ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

УРАВНЕНИЯ, КОНЦЕНТРАЦИЯ, ЧАСТИЦА, ПЕСОК, СЛОЙ, ПОГРАНИЧНЫЙ, ПРИЗЕМНЫЙ, БУРЯ

Теоретически показана возможность изменения концентрации мелкого песка выше приземного слоя атмосферы во время песчаных бурь при их не выпадении вследствие превышения вертикальной составляющей скорости потока над скоростью гравитационного падения. Это приводит к их накоплению в пограничном слое атмосферы и образованию шлейфов выноса как мелкого, так и гигантского аэрозоля.

На снимках из космоса районы развития песчаных и пыльных бурь легко определяются по шлейфам выноса частиц из источника разрушаемой ветром поверхности Земли. Шлейфы на высотах от 500 до 1500 м состоят из частиц в интервале размера от 1 до 30..40 мкм [3]. Попытаемся получить объяснение механизму подъема частиц на эти высоты, где они могут находиться от нескольких часов до нескольких суток.

Решение поставленной задачи будем проводить для стационарного плоского потока в двумерной системе координат, в которой ось *OX* имеет положительное направление вдоль вектора скорости ветра и проходит по песчаной поверхности. Вертикальная ось *OZ* направлена вверх от поверхности песка. Начало системы координат находится на поверхности верхнего слоя частиц.

Система уравнений для описания течения ветропесчаного потока в плоскости *XOZ* имеет следующий вид [2, 4]:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \tag{1a}$$

$$u \frac{\partial c}{\partial x} + (w - w_g) \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} k_c \frac{\partial c}{\partial z}, \tag{16}$$

* г. Санкт-Петербург

где u, w – компоненты скорости потока вдоль координатных осей OX, OZ , x, z – координаты, c – массовая концентрация песка, кг/м^3 , w_g – скорость гравитационного падения частиц песка, м/с , k_c – коэффициент турбулентности для тяжелой примеси, $\text{м}^2/\text{с}$.

Известно, что во время песчаных бурь, при нейтральной стратификации атмосферы, отсутствуют вертикальные потоки воздуха. Результаты отбора проб воздуха во время песчаных бурь самолетом-лабораторией на высоте 1500 м над осушившимся дном Аральского моря показывают, что размеры частиц песка не превышают 40...50 мкм [4]. Данные частицы имеют скорости падения $w_g \sim 0,1$ м/с [6]. С другой стороны, если мелкие частицы песка находятся на более значительных высотах, чем приземный слой атмосферы, следовательно, существует возможность турбулентного переноса мелких частиц. Таким образом, если турбулентностью ветропесчаного потока могут быть генерированы вертикальные течения, то такие потоки могут не только переносить твердый аэрозоль в вышележащие слои атмосферы, но также препятствовать выпадению частиц песка на поверхность. В простейшем случае можно принять, что такие течения имеют постоянную направленную вверх вертикальную скорость $w_0 \neq 0$. В приземном слое атмосферы на высоте 16 м, также преобладают частицы песка с размерами порядка нескольких десятков микрометров [6].

Использование условия $w_0 = w_g$, означающее постоянное присутствие частиц песка в воздушном потоке, позволяет упростить уравнение (1а), так как получаем соотношения $\frac{\partial w_0}{\partial z} = 0, \frac{\partial u}{\partial x} = 0$.

Из последнего равенства следует $u = u_0 = \text{const}$. Уравнение (1б) при условии $w_0 = w_g$ переходит в следующее равенство

$$\frac{\partial u_0 c}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} k_c \frac{\partial c}{\partial z}. \quad (2)$$

Спроектируем уравнение (2) на ось OZ . В этом случае $x = 0$. Тогда произведение $u_0 \cdot c(x, z)$ является функцией переменной z . В этом случае

$$\frac{\partial u_0 c}{\partial x} = 0 \text{ в силу независимости координат } x \text{ и } z.$$

Окончательно получаем такое уравнение

$$\frac{d}{dz} k_c \frac{dc}{dz} = 0. \quad (3)$$

Интегрируя уравнение (3), находим равенство

$$k_c \frac{dc}{dz} = a, \quad (4)$$

где a – постоянная интегрирования. Из равенства (4) можно установить размерность постоянной a , т.е. имеем:

$$M^2 \cdot C^{-1} \cdot \kappa z \cdot M^{-3} \cdot M^{-1} = \kappa z \cdot M^{-2} \cdot C^{-1}.$$

Таким образом, размерность величины a равна $[a] = \kappa z \cdot M^{-2} \cdot C^{-1}$. Квадратные скобки обозначают размерность постоянной a .

В отношении коэффициента турбулентности k_c для тяжелой примеси предполагаем, что эта величина пропорциональна коэффициенту турбулентности k воздушного потока, то есть $k_c = \alpha_c k$, (α_c – безразмерная постоянная). В работе Каипова [5] приводится её значение $\alpha_c = 0,76$.

Известно, что в приземном слое атмосферы значения k являются линейной функцией координаты z , т.е.

$$k = \kappa u_* z \quad (a), \quad k_c = \alpha_c \kappa u_* z \quad (b), \quad (5)$$

где κ – постоянная Кармана, u_* – динамическая скорость, м/с.

Используя предположение (5б), получаем следующее уравнение

$$\frac{dc}{dz} = \frac{\alpha}{\alpha_c \kappa u_* z}. \quad (6)$$

При интегрировании уравнения (6) используем то обстоятельство, что динамическая скорость u_* не изменяется с высотой z в пределах приземного слоя [1, 2, 5, 6]. Решение уравнения (6) для стационарного потока ($u_* = const$) при использовании граничных условий $z = z_0$, $c = c_0$ имеет такой вид

$$c - c_0 = \frac{\alpha}{\alpha_c \kappa u_*} \ln \frac{z}{z_0}, \quad (7)$$

где z_0 – параметр шероховатости поверхности, c_0 – массовая концентрация песка на уровне $z = z_0$.

Определяем размерность дроби в правой части равенства (7): $\kappa \mathcal{Z} \cdot \mathcal{M}^{-2} \cdot \mathcal{C}^{-1} \cdot \mathcal{M}^{-1} \cdot \mathcal{C} = \kappa \mathcal{Z} \cdot \mathcal{M}^{-3}$, т.е. размерность дроби равна размерности массовой концентрации песка. Таким образом, в правой и левой частях равенства (7) находятся величины с одинаковой размерностью. В итоге имеем логарифмическое распределение концентрации песка по вертикали в приземном слое атмосферы

$$c - c_0 = b \ln \frac{z}{z_0}, \quad b = \frac{\alpha}{\alpha_c \kappa u_*} = const. \quad (8)$$

Полагая $z = z_1 = 1$ м в формуле (8) получим зависимость

$$c_1 - c_0 = b \ln \frac{z_1}{z_0}, \quad (9)$$

где c_1 – концентрация песка на высоте z_1 . Вычитая равенство (9) из равенства (8), находим следующее уравнение

$$c - c_1 = b \left(\ln \frac{z}{z_0} - \ln \frac{z_1}{z_0} \right) = b \ln \frac{z}{z_1}, \quad (10a),$$

$$\frac{c}{c_1} = 1 + \frac{b}{c_1} \ln \frac{z}{z_1}. \quad (10б)$$

Дробь $\frac{b}{c_1}$ является безразмерной величиной. Из соотношения (10б) сле-

дует, что $c > c_1$ при любом значении $\frac{z}{z_1}$ и $\frac{b}{c_1}$. Таким образом из ра-

венства (10б) видно, что с увеличением $\frac{z}{z_1}$ логарифмическая функция

возрастает, что означает увеличение концентрации песка по высоте.

Известно, что во время песчаных бурь, при нейтральной стратификации атмосферы, вертикальное распределение концентрации песка аппроксимируется убывающей по высоте степенной функцией [1, 2]. Однако появление постоянно действующего фактора, препятствующего выпадению мелких частиц песка из потока во время песчаных бурь на поверхность, может приводить к возникновению возрастающей по высоте концентрации мелких частиц и тем самым способствовать загрязнению ими воздуха в пограничном слое атмосферы. Этот механизм накопления мел-

ких (алевритовых) частиц в пограничном слое атмосферы формирует образование пылевых шлейфов песчаных и пыльных бурь. Время существования этих шлейфов определяется разностью скорости свободного падения частиц и вертикальной составляющей скорости потока воздуха $w_g - w_0$.

Рассмотрим вопрос о размерах частиц, которые могут, за счёт турбулентного переноса, распространяться выше приземного слоя. Анализ отобранных проб воздуха на высоте 1500 м над осушившимся дном Аральского моря во время песчаных бурь показывает, что счётная функция распределения частиц по размерам имеет сложный вид с максимумами вблизи 3,5 мкм, 8,4 мкм, 40,0 мкм [4]. Обнаруженные в пробах воздуха частицы песка с размерами менее 10 мкм имеют весьма малые скорости падения w_g . Возможность такого предположения подтверждается достаточно большим временем нахождения мелких частиц песка в атмосфере (3...30 час) [4]. Таким образом, мелкие частицы песка могут не только практически постоянно находиться в воздушном потоке, но и значительно увеличивать концентрацию твёрдого аэрозоля в пограничном слое атмосферы.

В заключение автор выражает глубокую благодарность О.Е. Семенову за обсуждение рукописи статьи при подготовке к изданию и внесенные изменения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренблатт Г.И. О движении взвешенных частиц в турбулентном потоке // Прикладная математика и механика. – 1953. – Т.17, Вып. 3. – С. 261-274.
2. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 44 с.
3. Вагер Б.Г., Надёжина Е.Д. Пограничный слой атмосферы в условиях горизонтальной неоднородности. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 136 с.
4. Жвалев В.Ф., Дьяченко Л.Н., Романова Т.С. Изменение прозрачности атмосферы и аэрозольных характеристик в регионе Аральского моря // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря / Под ред. Ю.А. Израэля и Ю.А. Анохина. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 132-143.
5. Каипов И.В. Моделирование трансформации ветро-песчаного потока при изменении характеристик подстилающей поверхности // Актуаль-

ные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья. – СПб: Гидрометеоздат, 1995. – С. 148-160.

6. Семёнов О.Е. Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь. – Алматы: ИП Волкова Н.А., 2011. – 580 с.

Поступила 20.08.2014

Техн. ғылымд. канд. И.Г. Гуршев

**АТМОСФЕРАНЫҢ ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТЫНДАҒЫ ДАУЫЛ
ЕТЕГІНЕ ҚҰМДЫ БӨЛШЕКТЕРДІҢ АЗ ЖЫЛДАМДЫҚПЕН
ЕРКІН ҚҰЛАП ЖИНАҚТАЛУ МЕХАНИЗМІ**

Ұсақ құм концентрацияларының құмды дауыл кезінде жер бетінің жоғарғы қабатында гравитациялық құлау жылдамдығынан ағынның тік құралу жылдамдығының асу себебінен құламауына байланысты өзгеру мүмкіншілігі теориялық түрде көрсетілген. Бұл жағдай олардың атмосфераның шекаралық қабатында жиналуына және ұсақ және алып аэрозольдардың шығарылу етегінің пайда болуына алып келеді.

УДК 551.324.86

Доктор геогр. наук Е.Н. Вилесов *

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ОЛЕДЕНЕНИЯ В БАСЕЙНАХ РЕК АССА И ТАЛАС ПО ДАННЫМ КОСМОСЪЕМКИ 2013 ГОДА*ОЛЕДЕНЕНИЕ, БАЛАНС МАССЫ ЛЕДНИКОВ, АБЛЯЦИЯ, ЛЕДНИКОВЫЙ СТОК*

Рассматриваются пространственно-временные изменения размеров оледенения в бассейнах рек Асса и Талас за 56 лет (1957...2013 гг.). Основой для суждения о направленности динамики ледников послужило сравнение их морфометрических характеристик, полученных при каталогизации в 1957 и 2013 гг. Установлено, что за 56 лет площадь оледенения сократилась на 54,1 км² (43,9 %). Объём ледников уменьшился на 1,875 км³ (49,4 %). Среднее значение баланса массы оледенения составило 31 г/см². Безвозвратная потеря массы со всей площади ледников равна 17,5 м в слое воды. Сокращение размеров оледенения обусловило уменьшение объема ледникового стока за рассматриваемый период на 25 %.

Бассейны рек Асса и Талас расположены на северо-западе Кыргызстана и юго-западе Казахстана. С севера они ограничены Киргизским хребтом, на юге – Таласским Алатау. На востоке хребты сходятся под острым углом, образуя Таласско-Киргизский горный узел, замыкающий бассейн Таласа с востока.

Рельеф. Таласский Алатау (кирг. – Таласский Ала-Тоо) – горный хребет в системе Западного Тянь-Шаня, являющийся водоразделом между бассейнами рек Кёкёмерен, Нарын, Чаткал и Талас. Его большая часть расположена на территории Киргизии, а часть – в южном Казахстане. Этот хребет отделяет Таласскую долину от других хребтов и долин Западного Тянь-Шаня и западной части, так называемого, Внутреннего Тянь-Шаня. Таласский Алатау отделяет реки Талас и Асса от бассейна Чирчика, а его западная оконечность разделяет бассейны Ассы и Арыси. Длина Таласского Алатау около 270 км. Средняя высота его 3700...3800 м, отдельные вершины превышают 4000 м, а высшая точка – пик Манас достигает отметки 4482 м (рис. 1).

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы



Рис. 1. Гора Манас (4482 м).

Высокогорная зона Таласского Алатау имеет типичный альпийский облик: скалистый рельеф, узкие, зазубренные вершины гребня, покрытые местами льдом и фирном, крутые (до 60...70°) склоны.

Верхняя часть Таласского хребта характеризуется мощными выходами коренных пород, преимущественно метаморфических сланцев и гранитов, отчего здесь распространены обширные осыпи. Выше 3500 м расположены кары со сравнительно пологими стенками и с днищами, заполненными грубообломочным материалом. В этих карах сосредоточена большая часть ледников северного склона Таласского Алатау. В предгребневой части хребта хорошо развиты трюги. Эта западная часть хребта сухая, изрезана множеством ложбин и саев.

Климат района характеризуется высотной зональностью и определяется как общегеографическим внутриконтинентальным положением Тянь-Шаня, так и его горным рельефом с резкими изменениями высот на относительно небольших горизонтальных расстояниях. В то же время мощная горная система сама формирует климат, так как оказывает существенное влияние на циркуляцию воздушных масс, температурную и влажностную трансформацию воздуха, распределение атмосферных осадков и другие процессы. В средних и верхних слоях атмосферы (2...3 км) над Средней Азией преобладает западный перенос воздуха. Горные системы, имеющие своеобразную линию изгиба, направленную с юго-запада на северо-восток, представляют собой как бы «ловушку» или «мешок» для осадков. Продолжительность теплого и холодного периодов в разных высотных зонах различна. В высокогорной зоне (свыше 3000 м) осадки выпадают преимущественно в твердом виде, в предгорной – число суток с

твердыми осадками уменьшается, а в нижней части долины Таласа они выпадают только зимой. По данным М Талас, средняя годовая температура составляет 7,5 °С, на высотах более 3500 м она уменьшается до 6...10 °С. Выпадение осадков в теплый период года определяется местными факторами и холодными вторжениями, приносящими влагу. В этот период, особенно в апреле – июне, повсеместно заметно увеличение осадков во всех высотных зонах. Вследствие общих природных условий (высотного простирания и положения относительно направления влагоносных воздушных потоков) наиболее увлажненной частью района являются склоны Таласского Алатау, получающие более 1000...1200 мм осадков. Относительная влажность колеблется в пределах 60...80 %. Распределение снежного покрова в бассейнах рек неравномерное, а толщина его в конце зимы в высотной зоне 3200...3500 м достигает 130...150 см. В этой зоне общая облачность составляет 5...7 баллов.

Технологические подходы и методы картографирования гляциальных объектов. В первом Каталоге ледников обоих бассейнов, составленном сотрудниками Гидрометслужбы Киргизской ССР [4], морфометрические показатели оледенения были получены путем картометрического анализа топоосновы М 1:100000 с привлечением аэрофотоснимков (АФС) залетов 1957 и 1961 гг., согласно рекомендациям «Руководства по составлению Каталога ледников» [7]. По данным [4], в 1957 г. в обоих бассейнах был учтен 281 ледник с площадью 119,8 км² (без морен).

Позднее, в 70-е гг., при детальном дешифрировании тех же АФС нам пришлось несколько уточнить размеры оледенения района. Оказалось, что здесь в 1957 г. имелось 290 ледников с площадью чистого льда в 123,1 км².

Для изучения оледенения рассматриваемой территории в 2013 г. использовались космические снимки LANDSAT с разрешением 15 м, бесплатно распространяемые в сети Интернет National Aeronautics and Space Administration (NASA). Использование этих снимков обеспечивает полный охват всего бассейна рек Талас и Асса. Следует отметить, что для получения истинных контуров и размеров ледников очень важен сезон космосъемки. Понятно, что наиболее эффективна космическая фотосъемка, проведенная на исходе лета, в конце августа – начале сентября, так как именно в это время весь сезонный снежный покров практически стаивает, открывая собственно тело ледника.

Космоснимок после предварительной геокоррекции был векторизован (оцифрован) при помощи ГИС-программ ArcGIS и MapInfo. Как вспо-

могательная программа для визуализации 3D данных был использован Global Mapper. Векторизацию можно кратко охарактеризовать как процесс преобразования растровых данных (в данном случае изображения интересующих нас объектов на космоснимке) в векторную форму. В итоге мы получаем векторные слои, имеющие не только географически привязанные графические контуры составляющих их объектов, но и расширенную атрибутивную информацию. Информация о ледниках представлена в виде базы данных, содержащей морфометрическую характеристику. Для каждого ледника зафиксированы такие показатели как площадь, длина, высота высшей и низшей точек, экспозиция. Указанные характеристики определяются в автоматическом или полуавтоматическом режиме с требуемой точностью. Затем следуют параметры, полученные путем расчетов по методикам, которые мы считаем наиболее подходящими и дающими результаты, сопоставимые с данными расширенных исследований на отдельных ледниках. К таковым относятся объем и толщина ледника. Все прочие вспомогательные объекты также были векторизованы. К таким объектам относятся реки, озера, линии водоразделов хребтов. Далее рассмотрим изменения основных характеристик ледников района за 56 лет (1957...2013 гг.).

Изменение количества ледников в условиях деградации оледенения произошло в результате двух процессов – за счет полного стаивания малых ледников (меньше 0,1 км²) и распада крупных ледников на более мелкие. В зависимости от местных условий орографии и рельефа, особенностей абляции и снегонакопления в разных частных бассейнах преобладал тот или иной процесс. Так, в киргизской части бассейна Ассы и в верховьях Каракола на востоке района превалировал процесс распада оледенения, в результате чего количество ледников в каждом из этих бассейнов увеличилось на 12 единиц. Такая же участь постигла и самый крупный ледник района – «Вокруг Света» (№ 125 по Каталогу) в истоках р. Ар-Мурал (рис. 2), от основного тела которого отделилось с десяток мелких ледников. Напротив, в бассейнах рек Кумыш, Урмарал и других в центральной пониженной (менее 3900 м) части северного склона Таласского Алатау, где оледенение представлено мелкими каровыми и висячими ледниками (0,1...0,3 км²) шло их интенсивное стаивание, и их количество сократилось на 15 единиц. Таким образом, за прошедший период стаивание ледников вполне компенсировалось появлением новых ледников в процессе распада, и общее их количество в районе увеличилось на одну единицу (табл. 1).



Рис. 2. Верховья ледника «Вокруг Света».

Таблица 1

Изменение количества ледников района за 1957...2013 гг.

Бассейн	1957 г.	2013 г.	1957...2013 гг.
Асса в Казахстане	29	22	-7
Асса в Кыргызстане	59	71	+12
Талас	202	198	-4
Всего	290	291	+1

Изменение площади оледенения. Сокращение площади оледенения служит важнейшим показателем его деградации. Величина этого сокращения зависит от ряда особенностей конкретного ледника – его размеров, морфологического типа, экспозиции, условий питания, высоты горного обрамления и пр. Сопоставление данных первого каталога ледников [7] с космоснимками 2013 г. показало существенное сокращение площади оледенения района (имеется в виду чистая площадь ледников, без морен стадии фернау и современных) (табл. 2).

Таблица 2

Изменение площади оледенения района за 1957...2013 гг., км²

Бассейн	1957 г.	2013 г.	1957...2013 гг.
Асса в Казахстане	5,4	2,653	-2,747
Асса в Кыргызстане	30,3	19,819	-10,481
Талас	87,4	46,571	-40,829
Всего	123,1	69,043	-54,057

Наибольшие потери площади понесло оледенение бассейна Таласа. В бассейнах его притоков Чон-Чичкан, Бешташ и Колба, где оледенение носит дисперсный, рассредоточенный характер и в 1957 г. было представлено мелкими ледниками со средней площадью 0,25 км², эти потери площади составили, соответственно, 70, 72 и 80 %. Наиболее устойчивыми в

плане сокращения площади оказались ледники на восточном фланге хребта, в бассейнах рек Чон-Кошой и Каракол, где их площадь уменьшилась лишь на 23 %.

В 1957 г. в бассейне Таласа самыми крупными по размерам были котловинные ледники, лежащие в верховьях р. Ал-Мурал, № 125 – «Вокруг Света» с площадью 6,7 км² и № 122 – СГП – 6,4 км². В 2013 г. первенство по площади перешло к леднику СГП – 5,325 км² против 3,931 км² у ледника «Вокруг Света».

Средняя скорость сокращения площади оледенения района за 1957...2013 гг. составила 0,96 км²/год. В целом за 56 лет площадь ледников здесь уменьшилась на 43,9 %, или по 0,8 %/год. Аналогичные темпы дегляциации присущи и другим ледниковым районам Юго-Восточного Казахстана, в частности, Илейскому и Джунгарскому Алатау [1, 2].

В связи с деградацией оледенения средняя площадь ледника в районе за эти годы сократилась почти вдвое – с 0,42 км² до 0,23 км². Из ныне еще существующих ледников более половины, а именно 158, имеют площади менее 0,1 км² и являются «кандидатами» на скорое стаивание.

Изменение объема ледников и оценка баланса их массы. Сокращение численности и площади ледников, сопровождавшееся понижением уровня поверхности льда, естественно, привело к уменьшению их толщины и объема содержащегося в них льда.

Объем ледников V (км³) в рассматриваемых бассейнах рассчитывался по формуле Н.В. Ерасова [3]:

$$V = 0,027\sqrt{F^3} \quad , \quad (1)$$

где F – площадь ледника, км².

Величины изменения объема льда ледников, рассчитанные по формуле (1), представлены в табл. 3.

Таблица 3
Изменение объема ледников района за 1957...2013 гг, км³

Бассейн	1957 г.	2013 г.	1957...2013 гг.
Асса в Казахстане	0,0902	0,0311	-0,0591
Асса в Кыргызстане	0,9608	0,5806	-0,3802
Талас	2,7397	1,3043	-1,4354
Всего	3,7907	1,9160	-1,8747

За 56 лет относительное уменьшение объема отдельных ледников по частным бассейнам варьирует в довольно широких пределах – от 40 до 80 %, составляя в целом по ледниковой системе 49,4 %. Средняя скорость

сокращения объема льда за период составила $0,033 \text{ км}^3/\text{год}$, соответствующая скорости относительного сокращения объема льда по $0,88 \text{ \%/год}$.

Исходя из изложенных выше результатов изменения основных гляциологических показателей, можно оценить величину и знак баланса массы, как отдельных ледников, так и ледниковой системы в целом за период между измерениями в «реперные» годы по формуле:

$$B = \frac{(V_2 - V_1) \cdot \rho}{TF} \cdot 10^5, \quad (2),$$

где B – баланс массы ледника, $\text{г}/\text{см}^2/\text{год}$; $(V_2 - V_1)$ – изменение объема ледника за расчетный интервал времени, км^3 ; T – расчетный интервал времени, число лет; F – средняя площадь оледенения за расчетный интервал времени, км^2 ; ρ – плотность льда, принятая равной $0,9 \text{ г}/\text{см}^3$.

Рассчитанный по формуле (2) средний годовой удельный баланс массы ледниковой системы за 1957...2013 гг. оказался существенно отрицательным и равным $-31 \text{ г}/\text{см}^2$. Иными словами, за 5 лет со всей своей площади ледники потеряли $17,5 \text{ м}$ в слое воды. В 2013 г. средняя толщина ледников здесь составила около 30 м .

Оценка величины абляции и ледникового стока. Талас – река, протекающая по территории Киргизии и Казахстана (рис. 3). Длина реки 661 км , площадь её водосборного бассейна в створе ГП Кировское – 7940 км^2 . Образуется от слияния рек Каракол и Уч-Кошой, берущих своё начало в ледниках Таласского хребта в Киргизии. На своём пути Талас принимает много притоков, из которых наиболее полноводные Урмарал, Кара-Буура, Кумуштак, Калба, Бешташ. В нижнем течении река теряется в песках Мойынкум. Площадь водосбора р. Асса около жд. ст. Маймак – 2710 км^2

На левом берегу р. Талас расположен административный центр Таласской области Кыргызстана – Талас, а ниже по течению – административный центр Жамбылской области Казахстана – г. Тараз (350 тыс. жителей). На реке находятся гидроузлы Таласский, Темирбекский, Жеимбетский и Уюкский. В Таласском бассейне проживает около $0,5 \text{ млн.}$ человек.

Водные ресурсы бассейна р. Талас – $1,74 \text{ км}^3$. Площадь орошаемых земель – $162,7 \text{ тыс. га}$, в том числе в Республике Казахстан – $60,0 \text{ тыс. га}$ (37 \%), в Кыргызской республике – $102,7 \text{ тыс. га}$ (63 \%). В 1980 г. здесь было 24 гидропоста, к 2010 г. их осталось 10 . В верховьях Таласа средний годовой расход равен $15,3 \text{ м}^3/\text{с}$, а в створе Кировского водохранилища (его емкость – 550 млн. м^3) – $33 \text{ м}^3/\text{с}$. Далее воды Таласа разбираются на орошение и теряются в песках.



Рис. 3. Река Талас в среднем течении.

Для определения среднего многолетнего значения ледникового стока по суммарной абляции A (мм) мы использовали тесную связь последней со средней летней (июнь – август) температурой воздуха t_n ($^{\circ}\text{C}$) на высоте границы питания (фирновой линии), установленную А.Н. Кренке [5]:

$$A = 1,33(t_n + 9,66)^{2,85}. \quad (3)$$

В качестве базовой взята метеостанция (М) Талас, расположенная в долине р. Талас на высоте 1218 м. Величина вертикального температурного градиента, согласно рекомендациям А.Н. Кренке [5], принята равной $6,5^{\circ}\text{C}/\text{км}$. Средняя высота фирновой линии на ледниках района равна 3700 м. Средняя летняя температура воздуха на этой высоте, с учетом скачка температуры при переходе с неледниковой поверхности на ледники, равного -1°C , составила $1,4^{\circ}\text{C}$. Таким образом, среднее годовое значение суммарной абляции, рассчитанное по формуле (3), оказалось равным 1250 мм. Средняя за 56 лет площадь ледников равна 30 км^2 в бассейне Ассы, 67 км^2 – в бассейне Таласа и 97 км^2 – в сумме.

Результаты расчетов нормы общего речного и ледникового стока в замыкающих створах обоих бассейнов, с учетом приведенных выше показателей температуры воздуха и площади льда, представлены в табл. 4.

Как следует из данных табл. 4, средний многолетний ледниковый сток в обоих бассейнах составил 121,3 млн. м^3 и 9,6 % от общего речного стока. В период абляции доля ледникового стока в замыкающих створах увеличивается до 20 %. Слой ледникового стока, как и его модуль, в 2,8 раза превышает слой стока с неледниковой части бассейнов. Доля ледникового стока, образующаяся за счет таяния сезонного снега, может быть определена из разности слоя суммарной абляции и «чистого» баланса мас-

сы льда, т.е. $H_{\text{л}} - B = 1067 - 310 = 757$ мм. Таким образом, ледниковый сток на 70 % обусловлен таянием снега (85 млн. м³) и лишь на 30 % – таянием глетчерного льда (36 млн. м³). Практически аналогичное соотношение составляющих суммарной абляции было получено при натурных измерениях таяния снега и льда на ледниках Илейского (Заилийского) и Джунгарского Алатау [1, 2]. Эти данные подтверждают существующие представления о ведущей роли сезонных осадков в ледниковом стоке в горах юго-восточного Казахстана.

Таблица 4
Средний многолетний сток бассейнов рек Асса и Талас

Река	Общий сток				Ледниковый сток				
	F	Q	W	H	$F_{\text{л}}$	$Q_{\text{л}}$	$W_{\text{л}}$	$H_{\text{л}}$	$W_{\text{л}}/W$
Асса	2710	7,5	237	88	30	1,19	37,5	1250	15,8
Талас	7940	32,7	1031	130	67	2,66	83,8	1250	8,1
Всего	10650	40,2	1268	120	97	3,85	121,3	1250	9,6

Примечание: здесь F и $F_{\text{л}}$ – общая площадь водосбора и площадь ледников, км²; Q и $Q_{\text{л}}$ – расход общего и ледникового стока, м³/с; W и $W_{\text{л}}$ – объем общего и ледникового стока, 10⁶ м³; H и $H_{\text{л}}$ – слой общего и ледникового стока, мм; $W_{\text{л}}/W$ – доля ледникового стока в общем стоке, %.

В последние десятилетия температура воздуха в горах юго-востока страны, как и всюду в Казахстане, заметно повысилась. В соответствии с этим величина суммарной абляции, рассчитываемая по формуле (3), также увеличилась. Тем не менее, в связи с уменьшением площади оледенения, ледниковый сток постепенно сокращается. В начале второго десятилетия 21 в. его величина оценивается в 88...90 млн. м³ при площади оледенения уже менее 70 км². За 56 лет в реки Асса и Талас за счет ледникового стока поступило около 6,8 км³ воды.

Судя по выявленным трендам сокращения ледниковой площади, оледенение в бассейне Таласа может исчезнуть к 2080 г., а в бассейне Ассы еще раньше – к 2065 г. Тем не менее, объем речного стока может сохраниться на современном уровне при условии увеличения атмосферных осадков на 10...15 % при потеплении климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Морозова В.И., Северский И.В. Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее, будущее. – Алматы: 2012. – 244 с.

2. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы: КазГУ, 2001.– 252 с.
3. Ерасов Н.В. Метод определения объема горных ледников // МГИ. – 1968. – Вып. 14. – С. 307-308.
4. Каталог ледников СССР. Т. 14. Вып. 2. Часть 1. Бассейны рек Асса, Талас. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 68 с.
5. Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. –Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 288 с.
6. Морозова В.И. Современные технологические подходы в изучении динамики ледниковых систем // Актуальные проблемы геосистем аридных территорий: Матер. междунар. научно-практ. конф. «Вторые Жандаевские чтения», Алматы, Казахстан, 2003. – Алматы, 2003. С. 186-190.
7. Руководство по составлению Каталога ледников СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 154 с.

Поступила 31.10.2014

Геогр. ғылымд. докторы Е.Н. Вилесов

**2013 ЖЫЛДЫҢ КОСМОСТЫҚ ТҮСІРІЛІМДЕР МӘЛІМЕТТЕРІ
БОЙЫНША АССА ЖӘНЕ ТАЛАС ӨЗЕНДЕРІ АЛАПТАРЫНДАҒЫ
МҰЗДАУ ӨЗГЕРІСТЕРІН БАҒАЛАУ**

Ассы және Талас өзендері бассейнінде соңғы 56 жылда (1957...2013) мұздану өлиемдерінің кеңістіктік-уақыттық өзгерістері қарастырылады. Мұздықтар серпінінің бағытталуы туралы пікірге оларды 1957 және 2013 ж. арайлғындағы жіктеу барысында алынған морфометриялық сипаттары негіз болды. 60 жыл ішінде олардың аумағы $54,1 \text{ км}^2$ (43,9 %) қысқарғаны анықталды. Мұздықтар көлемі $1,875 \text{ км}^3$ (49,4 %) қысқарған. Мұз басу салмағы балансының орташа мәні – 31 г/см^2 . Мұздықтардың бүкіл аумағындағы қайта қалпына келмейтін салмақтың жоғалуы су қабатында 17,5 м құрайды. Мұздану ауданының қысқаруы қарастырылып отырған кезеңде мұздық ағын көлемінің 25 %-ға азаюымен түсіндіріледі.

УДК 551.311.21:627.141.2

Доктор техн. наук Р.К. Яфязова *

К КОНЦЕПЦИИ СВЕРХКРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА СЕЛЕЙ*СЕЛЬ, ДОЖДЬ, СЛОЙ ОСАДКОВ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ПРОГНОЗ, МЕТОД, СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ*

Низкая оправдываемость прогноза селей дождевого генезиса объясняется главным образом нерешенностью проблемы прогноза количества, продолжительности, интенсивности и фазового состояния осадков. Наличие и доступность современных средств получения, передачи и обработки данных, необходимых для прогноза селей, а также доведения информации о грозящей опасности до различных категорий потребителей, позволяют совершенствовать службу предупреждения с помощью серии уточняющих прогнозов.

Сели, формирующиеся в горных районах Казахстана, могут иметь катастрофический характер, следствием которых является не только материальный ущерб, но и гибель людей. Строительство селезащитных плотин в долинах северного склона Иле Алатау снизило остроту проблемы защиты населения и объектов хозяйственного назначения. Однако плотины не уменьшили риск пребывания людей и функционирования хозяйственных объектов выше селезащитных сооружений. Так, десятки людей погибли во время селей 1963 г. (бассейн р. Есик) и 1973 г. (бассейн р. Киши Алматы), только сель 2006 г. позволил избежать трагических последствий в бассейне р. Улкен Алматы, поскольку его характеристики были незначительными.

Территории, расположенные ниже селезащитных плотин, не могут считаться абсолютно безопасными. При выпадении интенсивных осадков достаточно крупные паводки и сели могут формироваться и в бассейнах притоков, впадающих в основной водоток ниже селезащитных плотин. Из-за нерегулируемости водосбросов плотин при прохождении крупных селей могут сформироваться паводки, способные привести к гибели людей, не подозревающих о надвигающейся опасности из-за постоянного шума горных рек.

Одним из способов, позволяющих уменьшить ущерб, наносимый селями, является своевременное оповещение о надвигающейся опасности, позволяющее не только свести к минимуму человеческие жертвы, но и в

* г. Алматы

какой-то степени спасти движимое имущество. Информация об угрозе селя предупреждает панику и позволяет проводить организованную эвакуацию людей и имущества.

На необходимость прогнозирования селей и совершенствования методов оценки селевой опасности обратило внимание КЧС МВД РК. Как отмечалось в докладе Казселезащиты на региональном семинаре «Улучшение гидрометеорологического обслуживания (информация о погоде, климате и гидрологии) и снижение уязвимости к стихийным бедствиям в Центральной Азии и на Кавказе», Ташкент, 10-12 ноября 2009 г. «... работы по созданию методов прогноза селевых явлений должны активно развиваться. ... Для краткосрочного прогнозирования селевых явлений необходимо разработать методы прогноза слоя и интенсивности осадков, а также динамики температуры воздуха в период их выпадения. Одновременно должны проводиться работы по изучению региональных и локальных особенностей механизмов и процессов формирования селей, критических условий их возникновения ...».

Создание Службы предупреждения о селях, принципах ее организации, техническом оснащении и режиме функционирования поднимались в Казахстане более полувека назад [3]. Разрабатывались и проходили испытания методики прогноза гляциальных и дождевых селей, конструировались и выпускались опытными партиями технические системы оповещения о селевой опасности.

Достаточно надежно эксплуатировавшаяся в Казгидромете система оповещения о селевой опасности (радиооповеститель селей – РОС) еще в конце прошлого века морально и физически устарела и выведена из эксплуатации. Необходимо отметить, что ранее созданные и вновь разрабатываемые системы оповещения о селях имеют малую заблаговременность, равную времени добегания селей до объектов, находящихся в опасной зоне. Отсутствие автоматических систем оповещения о селях в настоящее время в какой-то степени компенсируется созданием временных постов наблюдений. Однако их малочисленность, отсутствие средств измерения характеристик селей, практически полная неработоспособность в тумане и в ночное время не позволяют получать достоверную информацию о характеристиках селей.

Увеличение заблаговременности оповещения о селях гляциального генезиса может быть достигнуто установкой на поверхностных водоемах моренно-ледниковых комплексов датчиков, реагирующих на быстрое изменение уровня воды, а также сейсмических датчиков, регистрирующих колебания, возбуждаемые прорывными паводками. Заблаговременность

прогноза селей дождевого генезиса может быть увеличена «... за счет учета селеобразующего дождя во время его выпадения. Используя данные о ходе дождя, по генетической формуле можно приближенно подсчитать максимально расходы ...», на такую возможность указывается в работе, опубликованной еще в 1953 г. [3], а почти 30 лет спустя – в монографии Ю.Б. Виноградова («... дело с прогнозом погоды обстоит неважно, а уж с количественным прогнозом по ней просто отвратительно ... Метеорологи почему-то не пытаются прогнозировать продолжительность и интенсивность ливня уже начавшегося, уже идущего. Многие неопределенности, сводящие на нет заблаговременный (24 или 12 ч) прогноз, уже исчезли, их заменила вполне конкретная ситуация ... Мне думается, что если в ближайшем будущем и можно рассчитывать на серьезный прогноз ливневых селей, то именно на такой» (с. 128) [2].

К сожалению, и 35 лет спустя, эти идеи не реализованы как из-за недостаточного уровня знаний о природе зарождения селей, так и технического уровня получения, обработки и передачи метеорологических данных в прогностические подразделения. По данным профессора М.А. Петросянца, прогноз осадков с оправдываемостью, необходимой для прогноза опасных и особо опасных явлений в горных районах, может быть реализован при расстояниях между метеостанциями не более 25 км, периодичности наблюдений 45 мин, уменьшения погрешности измерения метеоэлементов в 2...3 раза. Обеспечить получение и своевременную передачу таких данных в ближайшие годы маловероятно.

Поскольку ожидать в ближайшие десятилетия увеличения оправдываемости краткосрочного прогноза слоя, интенсивности, продолжительности и фазового состояния осадков не приходится, увеличение оправдываемости прогноза селей дождевого генезиса может быть достигнуто путем внедрения сверхкраткосрочного прогноза селей.

Важнейшими характеристиками сверхкраткосрочного и краткосрочного прогнозов селей являются: оправдываемость, предупрежденность, заблаговременность и территория, на которую распространяется прогноз.

Минимальная заблаговременность сверхкраткосрочного прогноза селей, с учетом времени добегающего, составляет 40...180 мин (время добегающего селя в условиях Иле Алатау от 15 мин до одного и более часов). Краткосрочного прогноза – 24 часа. В сложившейся социально-экономической ситуации в Казахстане считается, что даже заблаговременность 15...30 мин, обеспечиваемая автоматическими системами оповещения о селевой опасности, приемлема. В настоящее время ГУ «Казселезащита» КЧС МВД РК поддерживает разработку таких систем, несмотря на

большую стоимость их разработки, практической реализации и обеспечения передачи информации с помощью космических систем связи. Из этого следует, что КЧС МВД РК обладает возможностями, обеспечивающими своевременное предупреждение местных органов управления и населения о грозящей опасности за короткие промежутки времени. Следовательно, сверхкраткосрочный прогноз селей по характеристике «заблаговременность» практически эквивалентен краткосрочному прогнозу, поскольку люди реагируют только на реальную опасность.

Сверхкраткосрочный прогноз селей, разработанный в период 2008...2010 гг. в РГП «Казгидромет» – первый (приемлемый для территории северного склона Иле Алатау) прогноз, не нуждающийся в прогнозе слоя жидких осадков. В качестве одного из его предикторов выступает выпавший, на момент составления прогноза, слой жидких осадков.

Выбор слоя выпавших осадков в качестве одного из ключевых предикторов сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса обусловлен тем, что оправдываемость прогнозов слоя и интенсивности жидких осадков в настоящее время далека от необходимой для прогноза селей, приемлемого для оперативного управления селевыми рисками.

Для северного склона Иле Алатау слой осадков в 40 мм определен, как компромиссное значение при выборе соотношения оправдываемость – заблаговременность, в качестве критерия селевой опасности. При увеличении критического значения слоя осадков (как критерия селеопасности) возрастает вероятность возникновения (и оправдываемость прогноза) опасного явления, но при этом уменьшается время предупрежденности. Уменьшение критического значения слоя осадков с 40 до 30 мм в несколько раз увеличивает вероятность «перестраховки» и, следовательно, уменьшает оправдываемость прогноза селей.

Доверие населения к перестраховочным прогнозам о селевой опасности влечет за собой утрату возможности поправить здоровье отдыхом в горах, а также большой материальный ущерб – за счет потерянной прибыли, обусловленной уменьшением производительности труда из-за некачественного отдыха и морального ущерба, наносимого ложными прогнозами.

Современный уровень знаний об условиях формирования селей, а также средств обработки и передачи данных позволяют создать комплексную оперативную систему прогноза селей и их оповещения, обладающую большей заблаговременностью по сравнению с ранее существовавшими и ныне разрабатываемыми системами оповещения о селевой опасности [1].

Прогнозирование селей дождевого генезиса должно состоять из нескольких этапов, а каждый из них – иметь своего потребителя:

- прогноз с суточной заблаговременностью доводится до органов, отвечающих за предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций;
- прогноз с заблаговременностью 1...5 ч и более – до организаций, чье функционирование может быть нарушено прохождением селя;
- прогноз с заблаговременностью менее 1 ч доводится до организаций, отвечающих за обеспечение безопасности людей.

Предупреждение о факте селеформирования, получаемое от наблюдателей, с помощью системы оповещения о селевой опасности доводится до сведения всех заинтересованных лиц.

Прогнозы селей с суточной заблаговременностью, основанные на прогностических данных об осадках, имеющих относительно низкую оправдываемость, не доводятся до широкой общественности, а для органов ЧС такие прогнозы будут служить поводом для оценки собственной готовности. Прогноз осадков может уточняться по методике, в которой используется соотношение между максимальным слоем дождя и прогнозируемой температурой воздуха с помощью графика, приведенного в работе С.П. Кавецкого [3]. Предвидение наибольшего количества осадков позволяет по известным формулам приближенно оценить среднюю интенсивность ливня, его продолжительность и, следовательно, определить время, за которое слой выпадающего дождя достигнет предкритического значения. В первом приближении, для центральной части Иле Алатау, это слой дождя 40 мм. Выпадение осадков со слоем 40 мм предваряет начало селеформирования. За время выпадения этих осадков происходит концентрация быстрого стока в крупных водотоках, их расход может приблизиться к критическому значению, при котором развивается эрозионно-сдвиговый процесс [4] или будет иметь место существенное обводнение рыхлообломочных пород в рывинах – стартовых зонах селей дождевого генезиса [5].

Прогноз селя с заблаговременностью 1...5 ч и более составляется с началом выпадения дождя. Оправдываемость такого прогноза будет в несколько раз выше существующих прогнозов селей с суточной заблаговременностью. Не оправдавшийся прогноз не будет слишком обременительным для организаций, чье функционирование может быть нарушено прохождением селя. Наиболее уязвимая часть потребителей (людей, не имеющих отработанных до автоматизма навыков спасения от селя) о неудачных прогнозах селей, которые и вызывают недоверие к прогнозам, не будет знать.

И наконец, окончательный прогноз селя, с заблаговременностью около 1 часа, составляется после того, как слой выпавших жидких осадков в высокогорной зоне превысит 40 мм за 12 час. При этом используются

данные о температуре воздуха и фазе осадков на различных высотах, координатах центра выпадающих осадков и площади, охваченной ими, степени предшествовавшего увлажнения селеформирующих пород, синоптической ситуации и т.д.

Поскольку слой жидких осадков, выпадение которых приводит к формированию селей в высокогорной зоне, превышает 50...60 мм, заблаговременность прогноза селя (в зависимости от интенсивности осадков) составит от нескольких десятков минут до нескольких часов. При современных средствах передачи информации и доведения ее до потребителей этого времени достаточно, чтобы предотвратить гибель людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймолдаев Т., Виноходов В. Казселезащита – оперативные меры до и после стихии. – Алматы: Бастау, 2007. – 284 с.
2. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 144 с.
3. Кавецкий С.П. Обоснование проекта организации службы предупреждений г. Алма-Аты об угрозе селей // Тр. КазНИГМИ. – 1953. – Вып. 4. – С. 55-73.
4. Степанов Б.С., Степанова Т.С. Механика селей. – М.: Гидрометеоиздат, 1991. – 380 с.
5. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Механизмы, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2001. – №1-2. – С. 74-81.

Поступила 29.09.2014

Техн. ғылымд. докторы Р.К. Яфязова

СЕЛДЕРДІ ШҰҒЫЛ ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ БОЛЖАУ КОНЦЕПЦИЯСЫНА

Жауын-шашын генезисінің селдерін болжаудың төмен дәлелділігіне басты себептер сандық, ұзақтылық, жауын-шашынның фазалық және қарқындылық жағдайларын болжау проблемаларының шешілмеуі. Селдерді болжауға қажетті мәліметтерді алу, тарату және өңдейтін қазіргі заманғы құралдарының бар болуы және қол жетімділігі, сонымен қатар тұтынушылардың әр түрлі категорияларына қауіп-қатер туралы мәліметтерді жеткізу, ескерту болжаулары сериясының көмегімен ескерту қызметтерін жетілдіруге мүмкіндік береді.

УДК 556.16.5.048(574)

Канд. техн. наук Р.Г. Абдрахимов *
Б.Э. Бекмухамедов **
И.В. Каипов **
А.С. Кошкарбаева *

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НАВОДНЕНИЙ ДОЖДЕВОГО ГЕНЕЗИСА
ДОЖДЕВЫЕ ПАВОДКИ, МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕ-
ЛИРОВАНИЯ, НАВОДНЕНИЕ, КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ, FLO-
2D, АЯТ, ТОГУЗАК**

Рассматриваются дождевые паводки, прошедшие летом 2013 года на правобережных притоках р. Тобыл (Аят, Тогузак) и приведшие к подтоплению ряда населенных пунктов. Используются космические снимки и математическое моделирование, что позволяет детально и последовательно охарактеризовать процесс наводнения на участке реки. Математическое моделирование позволяет к тому же получать достаточно достоверные данные о площадях затопления территорий при наводнениях.

Формирование дождевого паводка на реке, как известно, обусловлено множеством факторов, характеристики которых изменяются как во времени, так и в пространстве. Параметры паводка зависят от количества осадков, времени их выпадения, интенсивности дождя, площади орошения и условий подстилающей поверхности – уклонов местности, пониженных участков, аккумулялирующих сток, характеристик почвы, растительности и т.д.

В Казахстане, в пределах горных областей, дождевые паводки являются нередким явлением и могут вызывать наводнения и опасность возникновения аварийных ситуаций на гидротехнических и хозяйственных сооружениях. Например, паводки, образовавшиеся на реках в верховьях бассейна р. Тобыл (Тобол) в августе 2013 года, привели к подтоплению ряда населенных пунктов, дорог, сельскохозяйственных угодий. Больше всего от наводнения пострадали территории и населенные пункты в бас-

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

** ИКИ, г. Алматы

сейнах рек Аят и Тогузак. Максимальные расходы воды на реках сформировались в результате обильных осадков, выпавших на территории России и Казахстана в течение 10 суток с 1-го по 10-ое августа. Так, по данным метеостанции Комсомолец, Рудный и свх. Аршалинский, за данный период зафиксировано соответственно 189 мм, 104 мм и 108 мм осадков. При этом месячная норма осадков за август в районах указанных метеостанций составляет соответственно 37 мм, 35 мм, 39 мм. Таким образом, количество осадков за 10 суток превысило их месячную норму в 3...5 раз. Дожди вызвали подъемы уровня воды рек восточного склона Уральских гор и прорыв дамбы на р. Караталы-Аят в Челябинской области России, одном из притоков р. Аят. Уровень воды р. Аят – с. Варваринка с 10 по 12 августа увеличился на 6,6 м, а расход воды – с 1,15 м³/с до 980 м³/с. На р. Тогузак – ст. Тогузак за сутки с 10 по 11 августа уровень воды поднялся почти на 6,8 м, а расход возрос с 0,95 м³/с до 510 м³/с [5].

Расчет, а тем более прогноз параметров паводка, как уже отмечалось, из-за большого числа физико-географических факторов, определяющих их, является сложной задачей. Однако подробный анализ и моделирование наблюдавшихся наводнений позволит создавать и обобщать рекомендации по предотвращению их последствий и сокращению эколого-экономического ущерба. В связи с этим, исследования наводнений должны включать пространственно-временное моделирование данных процессов с использованием современных методик оценки их масштабов, динамических характеристик и последствий.

Использование математического моделирования позволяет детально и последовательно охарактеризовать процесс наводнения на участке реки, что необходимо для его количественной оценке и принятия управленческих решений в будущем. Этот метод в настоящее время активно развивается и имеет большие перспективы [2].

В расчетной практике наиболее используются три типа математических моделей: непрерывные модели, клеточные автоматы и дискретные модели. Непрерывные модели описывают движение потока вещества как сплошной среды. Клеточные автоматы описывают движение потока вещества как закономерную смену состояний пространственных ячеек. Дискретные модели описывают движение потока вещества в виде движения совокупности отдельных структурных частиц. Также выделяют подтипы моделей по принципу специфики физико-математического описания движения вещества.

Наиболее распространенными и разработанными являются непрерывные модели, описывающие движение потока вещества как сплошную среду, преимущественно применяемые для моделирования наводнений, паводков, прорывов плотин, селей. В их основе лежит уравнение непрерывности, а также уравнение движения вязкой жидкости Навье-Стокса в явном виде, или в интегрированной по глубине гидравлической форме (в виде уравнений движения Сен-Венана) [6]. Одновременно для каждого выбранного бесконечно малого элемента пространства определяются такие его динамические характеристики, как вектор скорости и давление, на каждом последующем временном шаге с учетом параметров соседних с ним элементов на предыдущем шаге.

Система уравнений движения Навье-Стокса получается при рассмотрении суммы сил, действующих на элементарный бесконечно малый объем жидкости $dx \cdot dy \cdot dz$ в форме параллелепипеда, где dx , dy и dz – стороны параллелепипеда в направлении соответственно осей координат x , y и z (или соответственно x_1 , x_2 и x_3) (рис. 1).

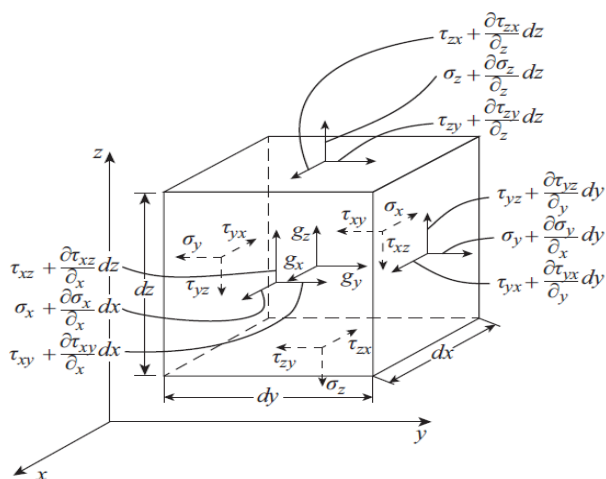


Рис. 1. Силы, действующие на единичный объем жидкости.

Как известно, на единицу площади стенки данного объема в направлении оси i действуют нормальные σ_i (действующие на площадку, перпендикулярную оси i) и касательные τ_{ij} напряжения (действующие на площадку, перпендикулярную оси j , $j \neq i$) и τ_{ik} (действующие на площадку, перпендикулярную оси k , $k \neq i$, $k \neq j$). На единицу массы дан-

ного объема также действует гравитационная сила g_1 в проекции на ось i . После сложения сил и применения второго закона Ньютона, а также сокращения обеих частей уравнения на $\rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz$ получим формулу для проекции скорости v_i и напряжений $\sigma_i, \tau_{ij}, \tau_{ik}$ на ось i :

$$\frac{dv_i}{dt} = g_i + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \sigma_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_j}{\partial x_j} + \frac{\partial \tau_{ik}}{\partial x_k} \right), \quad (1)$$

где t – время; ρ – плотность жидкости; x_i, x_j, x_k – координаты положения объема соответственно по осям i, j, k .

Если учесть, что по формуле Ньютона

$$\sigma_i = p + 2\eta \frac{\partial v_j}{\partial x_i}, \quad (2)$$

$$\tau_{ij} = \eta \left(\frac{\partial v_j}{\partial x_i} + \frac{\partial v_i}{\partial x_j} \right), \quad (3)$$

то уравнение (1) примет вид:

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} = g_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{\eta}{\rho} \left(\frac{\partial^2 v_i}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 v_i}{\partial x_j^2} + \frac{\partial^2 v_i}{\partial x_k^2} \right), \quad (4)$$

где η – вязкость жидкости; p – давление жидкости; v_i, v_j, v_k – проекции скорости соответственно на оси i, j, k .

Если систему уравнений (4) представить в виде проекций на три координатные оси i, j, k и дополнить ее уравнением неразрывности

$$\frac{\partial v_i}{\partial x_i} + \frac{\partial v_j}{\partial x_j} + \frac{\partial v_k}{\partial x_k} = 0, \quad (5)$$

то мы получим систему уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости Навье-Стокса, лежащую в основе всех математических моделей рассматриваемого типа. Форма указанных уравнений, интегрированная по глубине, носит название уравнений Сен-Венана.

Для моделей рассматриваемого типа необходимы: цифровая модель рельефа, заданные начальные и граничные условия (такие характеристики потока, как скорость и давление) и сведения об изменениях этих характеристик с течением времени. Необходимы также данные о физических свойствах вещества потока – плотности, вязкости, угле трения, модуле уп-

ругости. В результате работы моделей получают поля значений физических параметров потока вещества в различные моменты времени – векторы скорости, глубина, давление, силы и др. Указанные значения представляются в виде карт или цифровых моделей. Получаемая в результате моделирования информация может быть полезной при рассмотрении зон распространения паводков и наводнений, а также при проведении защитных мероприятий. В непрерывных моделях, использующих представление по Эйлеру, рассматривается изменение динамических параметров потока (скорости, давления) применительно к конкретному фиксированному объему пространства, через который в различные моменты времени проходят различные частицы среды. В соответствии с этим производная от скорости по времени зависит от последнего не только в явном виде, но и в неявном (т.е. также от изменения с течением времени координат движущегося элемента пространства, проходящего через данный фиксированный объем).

Модели указанного подтипа широко распространены и наилучшим образом описывают движение вещества в жидкой или вязко текучей фазе (водных потоков, селей и оползней-потоков) (рис. 2). Указанная область применения обусловлена тем, что эти модели представляют движение вещества как сплошной среды, характеризующейся неразрывным полем значений физических параметров – скорости, давления, сил, глубин.

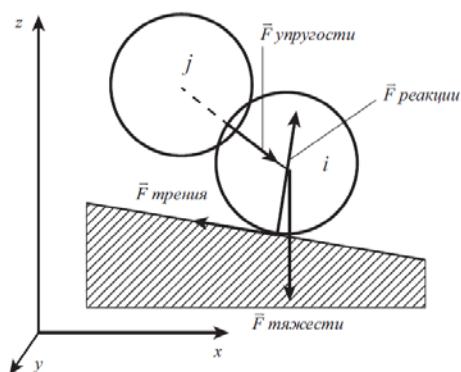


Рис. 2. Силы, действующие на выбранную i -ю частицу потока.

Для оценки потенциальной угрозы паводков и наводнений была выбрана наиболее часто используемая в оперативной практике модель FLO-2D. Двумерная конечно-разностная модель FLO-2D разработана для моделирования паводков и наводнений. Модель способна оценить скорость и глубину потока, предсказать вероятную площадь затопления. Универсальность модели заключается в возможности расчета направления

движения потока с учетом переменных площадей поперечных сечений, предсказания выхода потока за береговую линию и моделирования затопления местности с учетом рельефа. Моделирование городских наводнений стало давать более реалистичные результаты, когда были разработаны модули расчета уличных потоков, учитывающие такие препятствия, как здания и сооружения.

Система уравнений модели включает уравнение неразрывности и уравнение движения:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hV}{\partial x} = i, \quad (6)$$

$$S_f = S_0 - \frac{\partial hV}{\partial xg} - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t}, \quad (7)$$

где h – глубина потока, V – средняя по глубине скорость потока по одному из восьми направлений x , i – интенсивность осадков.

Величина трения о склон S_f определяется через уравнение Маннинга, S_0 – градиент давления, вызванный уклоном русла, два последних члена уравнения (7) выражают конвективное и локальное ускорение потока, g – ускорение свободного падения. Модель является одномерной для осредненного по глубине потока в русле реки, однако, в случае затопления местности, FLO-2D представляет собой многонаправленную модель. Используя уравнения движения за один временной шаг, независимо рассчитывается средняя скорость течения потока через границу расчетной ячейки по восьми направлениям (рис. 3).

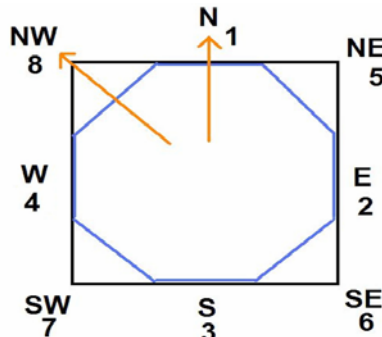


Рис. 3. Направления расчета скорости потока.

Дифференциальные уравнения неразрывности и движения решаются численно, по схеме центральных конечных разностей.

Модель состоит из нескольких блоков. Подготовка входных данных осуществляется в приложении FLO-2D – GDS (Grid Developer System): загружается цифровая модель рельефа (ЦМР); определяется домен интегрирования; выбирается сетка для численного решения системы уравнений; производится интерполяция значений высот из ЦМР в узлы регулярной сетки; вводятся данные рассчитанных или наблюдаемых гидрографов стока на створах (гидрологических постах). Интегрирование уравнений с учетом входных данных происходит в блоке MODFLO-2D. Блок программ MAPPER предназначен для визуализации и анализа таких выходных данных, как глубина затопления территории, скорости потока, зоны затопления по степени опасности и т.д. Визуализированные данные имеют географическую привязку и могут быть легко перенесены в географическую информационную систему (ГИС).

Применение ЦМР для гидрологических задач требует привлечение дополнительной гидрографической информации и специальных интерполяционных и итерационных методов обработки с целью восполнения недостающих данных (поверхности озер и рек). Цифровые модели рельефа для паводкоопасных районов Казахстана были получены с помощью пакета данных HydroSHEDS. Набор данных HydroSHEDS – это гидрологические данные и карты, основанные на радарной топографической миссии аппарата Шатл (SRTM), с разрешением 3 секунды. Данные SRTM – цифровые модели рельефа (ЦМР) были обработаны различными методами для их применения в задачах гидрологии, таких как, определение бассейнов водосбора, гидрологическое моделирование и проектирование гидротехнических объектов. Исходные ЦМР содержат пропуски данных (пустоты) связанные с наличием внутренних водных объектов (озера, реки, болота) Для заполнения этих пустот использована комбинация из двух методов: метод интерполяции основанный на алгоритме TOPOGRID; итерационный метод, основанный на информации о высотах соседних точек. Задача заполнения пустот не столь однозначна и требует также применения дополнительно ряда ГИС технологий для коррекции данных. Предварительные качественные оценки указывают на то, что HydroSHEDS существенно улучшает существующие карты водоразделов и сети рек. Качество пакета зависит от модели рельефа SRTM, на которой он основан. Являясь продуктом, полученным на основе радарных данных, в SRTM на значения высот влияет растительность и другие характеристики поверхности. К ошибкам в определении высот могут привести следующие факторы: области с низким или

плохо определенным рельефом (включая поверхности озер); области с варьируемым растительным покровом и низкой рельефной топографией; береговые области; крупномасштабные дороги или области с очищенной от растительности поверхностью; реки шириной меньше 90 м, с прилегающей береговой растительностью, что может привести к некоторому завышению высоты речного русла; узкие теснины с шириной меньше 90 м; находящиеся на поверхности земли впадины и карстовые воронки; искусственные «барьеры» не оказывающие влияние на движение потока (мосты, области плотной береговой застройки). Разделение естественных и ложных впадин выполнены вручную, с помощью стандартных процедур ГИС. Были рассчитаны их глубины и горизонтальные размеры, впадины с глубиной больше 10 м и площадью больше 10 км² отнесены к «потенциально» естественным. Все потенциально естественные впадины далее были проверены визуально, и окончательное решение принималось с привлечением различных атласов и карт [1].

Исходя из приведенных условий, моделирование наводнений на реках Аят и Тогузак в августе 2013 года выполнено по данным Казгидромета об уровнях и расходах воды, наблюдавшихся во время рассматриваемых паводков. Гидрографы стока рек на гидрологических постах р. Аят – с. Варваринка и р. Тогузак – ст. Тогузак приведены на рис. 4. Пост с. Варваринка на р. Аят расположен в 27 км от устья и имеет координаты 52°58' с.ш., 62°12' в.д. Пост у ст. Тогузак находится на расстоянии 55 км от устья реки и имеет координаты 53°48' с.ш., 62°13' в.д. [4].

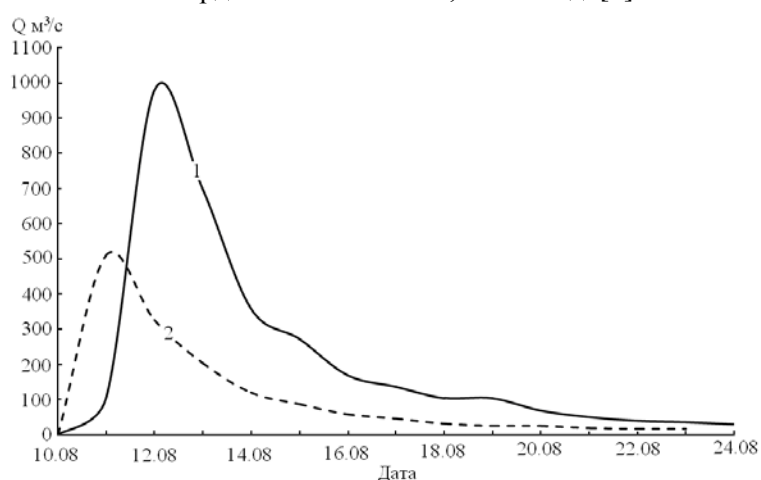


Рис. 4. Гидрографы стока р. Аят у с. Варваринка (1) и р. Тогузак у ст. Тогузак (2) за август 2013 года.

Для проведения модельных расчетов были определены домены протяженностью более 100 км вдоль пойм рек Аят и Тогузак. Выбраны цифровые модели рельефа с разрешением 90 м, шаг по сетке интегрирования составил 30 м. Численные эксперименты проведены за временной отрезок 12 и 14 суток, в соответствии с подъемом и спадом гидрографов стока. На проведение моделирования было затрачено 75 часов машинного времени на компьютере с 32 ГБ оперативной памяти и 4-х ядерным, 8-ми потоковым процессором. Для создания ЦМР пойм рек Аят и Тогузак размеры сетки выбраны с учетом топографии местности, разрешающей способности и требуемой точности. Результаты ЦМР данных территорий с учетом интерполяции высот в узлах сетки приведены на рис. 5.

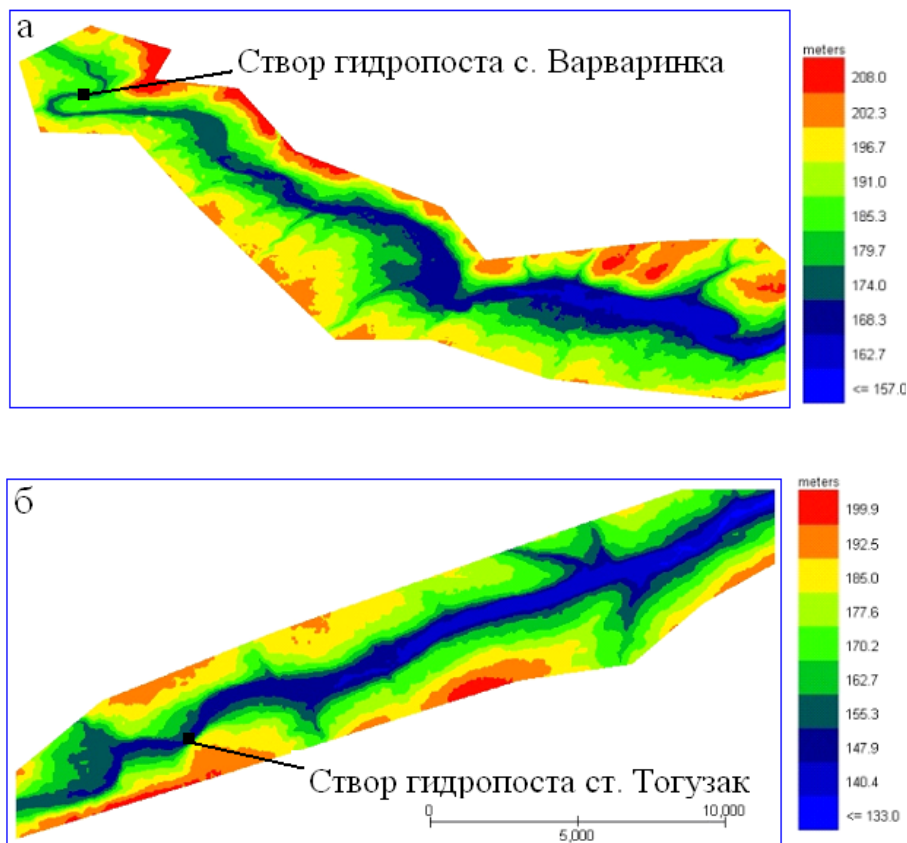


Рис. 5. а) Цифровая модель рельефа поймы р. Аят ниже г/п Варваринка;
 б) Цифровая модель рельефа поймы р. Тогузак ниже г/п Тогузак.

В процессе моделирования наводнений с помощью исходных гидрографов паводков на мониторе компьютера воспроизводится изображение

участков поймы, подверженных подтоплению ниже гидрологических постов. Модель позволяет также оценить и площади затопления поймы с распространением паводочной волны. На рис. 6, например, приведены затопленные площади поймы р. Аят в момент наблюдавшегося в створе гидрологического поста с. Варваринка максимального уровня воды.

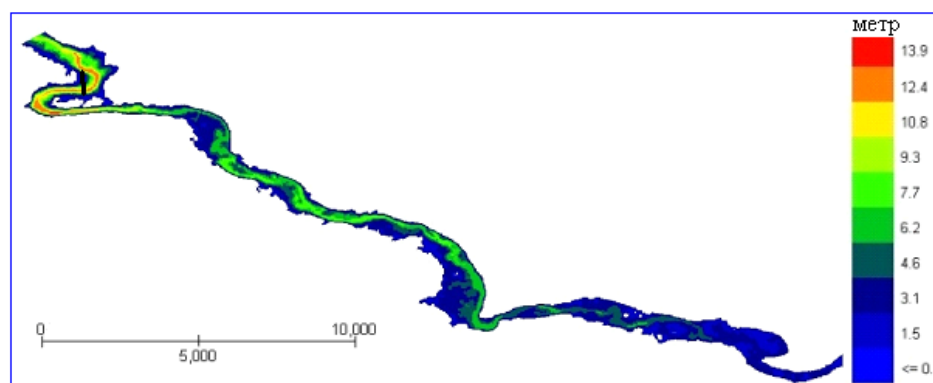


Рис. 6. Площади затопления поймы реки Аят на 12 августа 2013 г.

Результаты моделирования наводнений на реках Аят и Тогузак сравнивались с фактическими затопленными территориями, зафиксированными на космическом снимке со спутника LANDSAT-7 от 17 августа и приведены на рис. 7.

На рис. 7 хорошо видно, что результаты численного эксперимента достаточно точно описывают разливы воды при паводках на реках Аят и Тогузак и качественно совпадают с данными космического мониторинга. Математическое моделирование позволяет к тому же получать достаточно достоверные данные о площадях затопления территорий при наводнениях.

Например, при наблюдавшихся на реках Аят и Тогузак максимальных расходах паводков порядка $980 \text{ м}^3/\text{с}$ и $510 \text{ м}^3/\text{с}$ соответственно, расположенные в 3...6 км от реки населенные пункты Варваринка и Тогузак были частично подтоплены. Площадь затопления в с. Варваринка составила порядка $1,2 \text{ км}^2$, т.е. 60 % общей территории поселка, а в Тогузаке затопило $2,1 \text{ км}^2$, или 6 % его площади (рис. 8).

Как видно, при формировании дождевого паводка с максимальными расходами воды в пределах $450...500 \text{ м}^3/\text{с}$, отмеченными на гидропосту ст. Тогузак, и $900...1000 \text{ м}^3/\text{с}$ на гидропосту с. Варваринка, можно предположить возможное затопление населенных пунктов. При этом подтопление поселков начинается уже при достижении расходов воды на реках Аят – с. Варваринка и Тогузак – ст. Тогузак $700 \text{ м}^3/\text{с}$ и $350 \text{ м}^3/\text{с}$ соответственно.

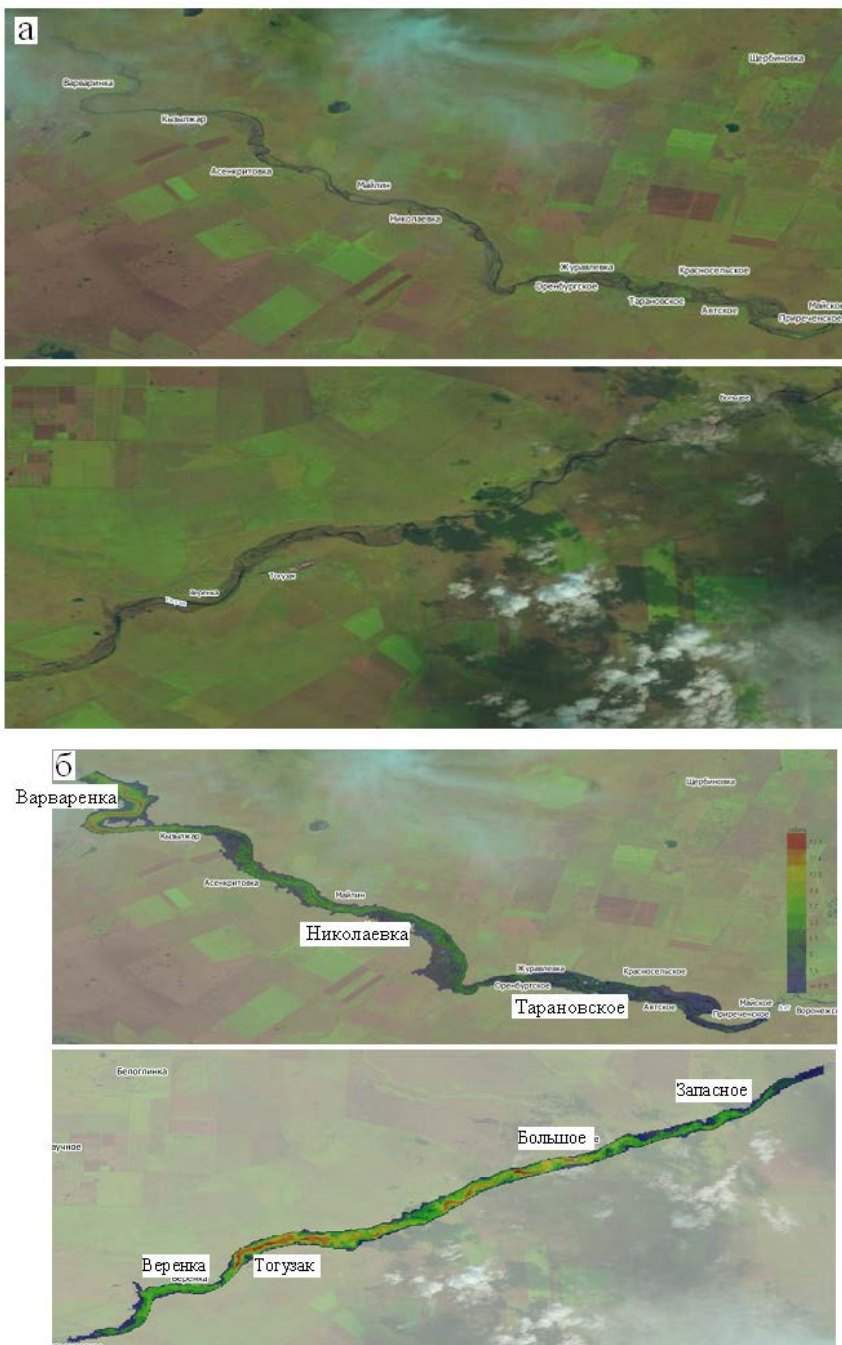


Рис. 7. (а) Космический снимок участка р. Аят ниже с. Варваринка и р. Тогузак ниже ст. Тогузак со спутника LANDSAT-7 от 17 августа 2013 г.; (б) Результаты моделирования наводнения соответственно на реках Аят и Тогузак, совмещенные со снимком спутника.

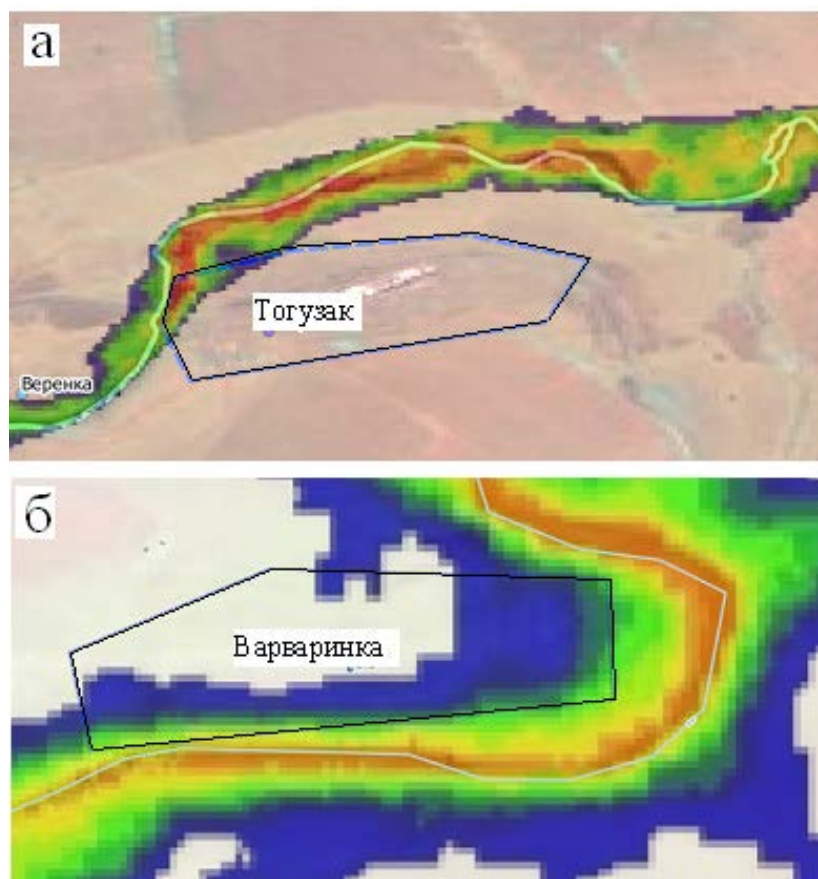


Рис. 8. Подтопленные населенные пункты: а) станция Тогузак в Карабалыкском районе; б) село Варваринка в Таранском районе.

Таким образом, использование метода математического моделирования FLO-2D позволяет оценить масштабы затопленных территорий при прохождении на участке реки волны паводка и решать ряд научных и практических задач. А использование космических снимков с высоким разрешением, кроме реализации модели наводнений, необходимо и для мониторинга возможных ситуаций их возникновения и корректирования их расчетных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимов Р.Г., Каипов И.В., Кошкарбаева А.С. Проблемы возникновения наводнений на реках равнинного Казахстана // Теоретические и прикладные проблемы географии, часть 2: Матер. междунар. конф. – Астана, 2014. – С. 189-192.

2. Бекмухамедов Б.Э., Каипов И.В., Кошкарбаева А.С. Оценка масштаба наводнения на казахстанской части реки Жайык (Урал) по результатам математического моделирования и их сравнение с данными космического мониторинга // Космические исследования и технологии. – 2014. – №1. – С.30-35.
3. Бузин В.А. Опасные гидрологические явления: учебное пособие для вузов. – СПб: РГМУ, 2008. – 227 с.
4. Гальперин Р.И. Высокие уровни воды на реках равнинного Казахстана. – Алматы: КазГУ, 1994. – С. 169-171.
5. Кандаурова Л.И. Дождевые паводки в бассейне реки Тобол в августе 2013 года // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №2. – С. 178-183.
6. Михайлов В.О. Классификация численных математических моделей селевых и склоновых процессов // Инженерная геология. – 2011. – С. 58-59.

Поступила 14.10.2014

Техн. ғылымд. канд. Р.Г. Абдрахимов
 Б.Э. Бекмухамедов
 И.В. Каипов
 А.С. Кошкарбаева

ЖАУЫН ШАШЫН ГЕНЕЗИСІНІҢ СУ АЛУЫН МОДЕЛДЕУ

Тобыл өзені оң жағалау арналарында (Аят, Тоғұзақ) 2013 жылдың жазында болған және бірқатар елді мекендерді субасуға шалдықтырған жауын-шашын су тасуы қарастырылған. Космостық түсірілімдер және математикалық моделдер қолданылған, олар өзен телімдеріндегі суалу процестерін егжей-тегжейлі және дәйекті сипаттауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, математикалық моделдеу су басу кезіндегі су жайылу алаңдары бойынша нақты жеткілікті мәліметтер алуға мүмкіншілік тугызады.

УДК 504.453.06:556.532(282.256.16)

Канд. геогр. наук А.Г. Царегородцева *

ОЗЕРНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ СЕВЕРНОГО И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА: ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ*ОЗЕРО, ОЗЕРНАЯ ГЕОСИСТЕМА, КОМПЛЕКС, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ИШИМ-ИРТЫШСКИЙ ВОДРАЗДЕЛ, МОРФОЛОГИЯ, ГЕНЕЗИС, ВОДНЫЙ БАЛАНС ОЗЕР, БИОРАЗНООБРАЗИЕ, САМООЧИЩЕНИЕ ВОДОЕМОВ, ГЕОЭКОЛОГИЯ*

В статье рассматриваются проблемы современного состояния озерных комплексов Северного и Северо-восточного Казахстана. Дается краткая характеристика крупным озерам исследуемых регионов. Приведены результаты исследования озер поймы р. Иртыш и Баянаульского природного парка.

Биоразнообразие Северного и Северо-Восточного Казахстана подвержено интенсивному антропогенному влиянию благодаря высоким темпам хозяйственного освоения, что привело к появлению многочисленных модификаций природных ландшафтов. Некоторые из озер Северного и Северо-Восточного Казахстана с выраженными сезонными и долгопериодическими колебаниями уровня, на современном этапе обнаруживают тенденцию к общему его понижению. В северной степной полосе Казахстана озера распределены неравномерно [6, 7]. Размеры и формы озерных котловин разнообразны, от мелких водоемов с поперечниками в несколько метров до крупных, как Кызылкак с площадью в 174,6 км². Большинство озер со средними глубинами в 1,6...3,0 м, характеризуются резкими колебаниями уровня и размеров площади водного зеркала по сезонам года. Преобладают озера пресные, но большинство (94 %) пребывают в разных стадиях засоления.

Северо-Казахстанская область (СКО) – одна из областей Казахстана, где самое большое количество солей. В её пределах находится около 3,5 тысяч малых бессточных озер, являющихся неотъемлемой частью ландшафтов региона. Суммарная площадь водного зеркала озер достигает 304 тыс. га. Объем – около 4,5 млрд. м³. Преобладающая глубина озер 1,5...3,0 м. Озерность – около 3,5 %. СКО долиной р. Ишим (Есиль) раз-

* Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

делена на две половины. Исследование геоэкологии озер, в настоящей работе, рассматривается на примере озер Камышловского Лога.

Камышловский Лог (Горькая линия) – широкое плоскостное понижение шириной 5...15 км при глубине 10...20 м. Начинается он небольшой речкой Камысакты, стекающей с Кокшетауской возвышенности и впадающей в оз. Бол. Тарангул, от которого Камышловский лог прослеживается цепью озер: Балыкты, Желанды, Бозарал, Жолдыузек, Улькенжарма, Питное, Половинное и др., вплоть до Иртыша на протяжении почти 500 км. [1] Озера, в основном мелководные, некоторые пересыхают в летний сезон, имеют пресную, солоноватую или соленую воду. В 1986 г. был введен канал «Река Иманбурлук – озеро Питное», который был создан для подпитки 12 озер Камышловского Лога (Малый и Большой Тарангул, Сарыкуль, Жиланды, Балакты, Аксуат, Бозарал, Жолдыозек, Талдыарал, Улькенжарма, Питное, Половинное). Производительность головной насосной станции и пропускная способность канала составляет 2 м³/с, на канале было создано 5 регулировочных станций. Канал использовался также для орошения 3 500 га пашни. Подача воды по Логу до 1995 г. осуществлялась до всех перечисленных озер, кроме Улькенжарма.

Озера лесостепной зоны являются плодородными озерными водоемами, с интенсивно развивающейся жизнью в теплое время года. Из макрофитов среди надводной растительности доминирует тростник обыкновенный. Кроме того, распространены камыш озерный, рогоз узколистый и широколистный, сусак зонтичный, частуха подорожниковая, горец земноводный, осока и др. Среди наводной – кувшинка, кубышка желтая, вахта трехлистная, ряска маленькая и др. Из погруженной распространены рдесты (курчавый, гребенчатый, блестящий плавающий и др.), уруть колосовая, роголистник погруженный и др. Зарегистрировано около 70 видов фитопланктона: сине-зеленых, зеленых, диатомовых, пиррофитовых, эвгленовых и др. Преобладают сине-зеленые, что является показателем загрязненности водоемов.

Видовой состав фауны озер представлен более 100 видов речных, озерно-прудовых, литоральных, придонных, зараслевых зоопланктонных организмов (коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков). По величине массы зоопланктона озера относятся к олиготрофным, мезотрофным, эвтрофными, вторичноолиготрофным. Преобладают мезотрофные озера.

Бентос озер представлен олигохетами, пиявками, моллюсками, водяными клещами, клопами, жуками, личинками комаров, мух, стрекоз и других насекомых, ручейниками и ракообразными.

В озерах обитает около 30 видов рыб как аборигенов (золотой и серебряный караси, гольян, окунь, ерш, плотва, пескарь и др.), так и акклиматизантов (амур белый, лещ, сазан, карп пелядь, рипус, сиг и др.).

Известно, что уровень воды в замкнутых системах водоемов зависит от баланса поступающей и расходующейся воды. Приходную часть баланса озер СКО в основном составляют атмосферные осадки, выпадающие на водную поверхность (слой в среднем 350 мм/год) и воды, стекающих в озера с водосборных площадей, незначительную часть составляет подземный приток. Расходную часть баланса озер составляют испарение с открытой водной поверхности (600...700 мм/год). Кроме воды, с водосборов в озерные котловины поступают твердые и растворенные вещества, в том числе удобрения и частицы почв с распаханых участков, биогенные вещества с пастбищных угодий водосборов. Все это повышает эвтрофикацию водоемов.

Естественная растительность водосборов представлена большей частью зональными ассоциациями, характерными для лесостепной части области. Это сочетание луговых степей и остепненных лугов с березовыми и осиново-березовыми лесами (колками). Лугово-степная растительность представлена злаково-разнотравной, разнотравно-злаковыми ассоциациями. Из семейства злаковых характерны пырей ползучий, мятлик луговой, вейник ланцетный, тимофеевка луговая, лисохвост луговой.

Мотыльковые ассоциации представлены люцерной серповидной, мышиным горошком, клевером луговым и др. Луговое и степное разнотравье образуют также тысячелистник обыкновенный, одуванчик лекарственный, полынь горькая, спаржа лекарственная, девясил высокий и др.

Многочисленные мелководные озера вследствие хозяйственной деятельности подвержены интенсивным процессам антропогенной эвтрофикации. В летнее время наблюдается перенасыщение воды растворенным кислородом за счет процессов фотосинтеза, в зимнее – кислородное голодание. Зимой преобладающими становятся процессы разложения (окисления) органического вещества, содержание кислорода резко сокращается до 5 мг/дм³, что является предельным для рыб, а при 2 мг/дм³ происходит их массовая гибель. Новообразованное за период вегетации органическое вещество за холодную половину года не успевает утилизироваться и разложиться, что приводит к накоплению излишков органической массы, ухудшению качества воды, заморам рыбы. Дефицит кислорода сопровождается также накоплением токсичных веществ и отрицательно сказывается

на рыбном населении. Процессы эвтрофикации в конечном итоге ведут к зарастанию, заиливанию и в дальнейшем превращения озер в болота. Дегградации озер способствует их замкнутость. Известно, что бессточный водоем является аккумулярующей системой, конечным звеном приема воды, твердых и растворенных веществ, собираемых с водосбора и переносимых воздушным путем. Продлевают жизнь водоемам способности их к самоочищению, что происходит за счет окисления загрязняющих веществ, за счет процессов жизнедеятельности гидробионтов.

Климатические условия влияют на приходно-расходный баланс воды и гидрологический и гидрохимический режим озер. Гидрологический режим озер характеризуется неустойчивостью как внутри года, так и в многолетнем аспекте. Основной приход воды происходит весной за счет талых вод, повышающих уровень воды в озере. В зимнюю межень – уровень воды низкий, толщина льда составляет в среднем 70...80 см, максимальная – 120 см. В зимний период у мелководных озер наблюдается дефицит кислорода, что вызывает заморы, приводящие к массовой гибели. Подъем уровня воды в озерах начинается в первой половине апреля и длится на равнинных водоемах от нескольких дней до одного месяца. В маловодные года высота уровня может составлять от 0,2 до 2,0 м, а в многоводные – 3...6 м. К середине лета уровень озер резко понижается, некоторые водоемы полностью пересыхают.

В водном балансе озер поверхностный приток с водосбора составляет 60...80 % приходной части, осадки, поступающие на поверхность водоема, в безледоставный период, в среднем, составляет 30...40 %, зимние осадки – 3...10 %, а у озера с зарослями – 5...20 %. В озерах, расположенных в гранитных массивах (озера Кокчетавских и Баянаульских гор) 40 % приходной части баланса дает грунтовый сток. Расходная часть баланса большинства озер на 85...90 % обусловлена испарением с водной поверхности и на 10...15 % потерями на фильтрацию.

Большие колебания уровня режима озер наблюдаются и во внутривековом ходе, когда многоводные годы чередуются с маловодными. Известно, что внутривековые колебания уровней озер связываются с климатическими флуктуациями, с периодами повышенной или пониженной увлажненности региона. Пик последних минимумов уровней приходился на 1937...1938, 1967...1969 и 2004 годы, приводящий к снижению объемов воды в водоемах до полного высыхания многих мелководных озер.

Ниже приведено описание наиболее крупного и имеющего рыбохозяйственное значение озера Улькенжарма (координаты 54°04' с.ш. и 69°04' в.д.), расположенного в Аккайынском административном районе. В непосредственной близости к водоему находится с. Борки. Отметка уреза воды озера составляет 126,3 м (на 1957 год и по карте 1948 года – 124) над уровнем моря. Площадь водоема составляет в среднем 960 га, в фазы повышенного обводнения – 1070 га. Длина озера составляет 4,5 км, наибольшая ширина – 2,8 км, длина береговой линии около 13 км. Максимальная глубина (1957 год) – 1,98 м, объем водной массы – 14,8 млн. км³. Озеро не пересыхает. Площадь водосбора – 101 км². Водосбор частично находится в Камышловском Логе, поверхность которого расчленена полугими ложбинами и многочисленными западинами площадью до 100 га. Цепь низин, расположенных на юго-западе (Бол. Чулаки), соединена полугими ложбинами с оз. Улькенжарма, а заболоченные низины на севере – с оз. Кешкенежарма. Юго-восточную часть водосбора пересекают две водосборные каналы общей длиной около 16 км. Пашней занято около 40 % водосбора, 47 % – целинные земли, представленные солонцами со степной растительностью, в понижениях – заливными лугами, около 8 % площади водосбора занимают понижения, заросшие ивняком, местами заболоченные, 3 % – березовые колки и около 2 % – территория населенного пункта.

Берега оз. Улькенжарма низкие (0,3...1,5 м), на востоке высотой 4,0...5,9 м, задернованные, суглинистые, на севере и востоке – супесчаные. В описании озера 1957 г. указано, что озеро заросло тростниковыми куртинами на 63 % [1]. На период 2005 г. зарастаемость составляет 25...30 %. Можно предположить, что в конце 50-х годов в учет зарастаемости попали острова сплавины, которые позже переместились в расположенное ниже оз. Кешкенежарма. В настоящее время острова сплавины наблюдаются в центральной части оз. Улькенжарма. Грунты дна илистые. Средняя мощность ила на 1957 г. – 0,3 м, максимальная – 0,5 м, минимальная – 0,1 м. Толщина льда колеблется в зарослях от 0,3 до 0,5 м, а на открытых участках – от 0,5 до 1,2 м. Средняя высота снежного покрова в зарослях достигает 50...150 см, на открытых местах – 20...25 см. Подъем уровня воды в озере весной составляет 0,3...0,4 м, в маловодье около 0,05 м, в многоводье до 2,0 м. При высоких половодьях происходит перелив воды в оз. Кешкенежарма и ниже по Логу. Минерализация воды (на 1957 г.) в конец весеннего половодья 1,0...1,5 г/дм³, летом от 2,0 до 3,0 и зимой 4,0...5,0 г/дм³. Весной вода жесткая, летом – очень жесткая от 8,0 до 20,0 мг-экв/дм³. В течение года вода имеет резко вы-

раженный хлоридный характер (40,0...46,0 % экв. Cl), с преобладанием ионов Na в составе катионов.

Большинство озерных котловин СКО приурочено к древним долинам и впадинам. Ряд озерных котловин обязан своим происхождением эрозионно-аккумулятивной деятельностью р. Ишим, как современной, так и древней. Озера современной поймы Ишима имеют форму узких, часто подковообразно изогнутых лент длиной 6...10 м при ширине в несколько десятков метров. Глубина озер от 1 до 7...8 м.

Озера террас Ишима располагаются главным образом в левобережной части его долины. Глубина террасных озер составляет до 3 м. Большую группу составляют озера межгрядных понижений в левобережной части области. Эти озера значительно меньших размеров и располагаются цепочками в межгрядных понижениях. Площадь некоторых озер достигает 4...8 км², а глубина от 1,5 до 3 м. Генезис этих котловин связан с генезисом гривистого рельефа.

Среди озерных котловин можно выделить группу, куда относятся небольшие котловины плоской поверхности Ишим-Иртышского водораздела, лежащие вне Камышловского Лога, Ишим-Тобольского и Ишим-Убаганского водоразделов на участках, лишенных гривистого рельефа. Это плоские котловины площадью до нескольких квадратных километров с глубинами 1,5...2,0 м, с низкими берегами, обычно с пресной водой, сильно заросшие (оз. Кишкибиш, Осинное).

Белецкая Н.П. на территории Приишимья выделяет следующие типы озерных котловин [1]:

а) остаточные, или реликтовые в том значении, какое придаёт этим терминам М.Е. Городецкая; они приурочены к древним долинам и другим понижениям погребенного рельефа, представляя собой оставшиеся незаполненными участки этих понижений;

б) озера террас и поймы Ишима;

в) озера межгрядных понижений;

г) озера, котловины которых образовались в результате неравномерной аккумуляции четвертичных осадочных пород.

Озерность Северо-Восточного Казахстана составляет 2,61 %, Павлодарской области – 2,05 %. На побережье р. Иртыш (Ертис) расположено несколько озер, которые представляются продолжением рр. Багай, Карасук, Бурла и Кулунда. Цепочкообразное расположение озер, близкое к поверхности залегания грунтовых вод между озерами, выклинивание

этих вод на восточных и северо-восточных склонах котловин говорит о принадлежности этих озер к древним руслам упомянутых рек, впадающих в р. Иртыш. Особенно четко эта система озер выражена в русле р. Бурлы. В среднем ее течении озера проточные (Мал. Топольное, Песчаное, Хорошее) и пресные, а следующее вниз по течению оз. Бол. Топольное – периодически проточный водоем и соленый. Заканчивается река в бессточном горько-соленом оз. Анжбулат. Ниже по долине идет цепь разобщенных озер – Кассор, Светлица, Карасук, Карасу.

По условиям внешнего обмена выделяется группа озер, расположенная в левобережье Прииртышья: Селеты-тениз, Теке, Улькенкарой, Кызылкак. Эти озера имеют большие водосборы за счет питания их реками Селеты, Уленты, Чидерты, стекающими с Казахского мелкосопочника. Происхождение их обширных котловин одни исследователи (Сваричевская, 1961) приписывают эоловым процессам (котловины выдувания в сухие межледниковые эпохи), другие считают их остатками древней долины Иртыша (Муравлев, 1960). Размеры озерных котловин на территории области изменяются в широких пределах – от мелких водоемов с площадью в 10...20 га до громадных озер, площадь которых превышает 100...200 км². Глубина озер, как правило, незначительна и редко достигает 1,0...1,5 м. В большинстве случаев они имеют глубину 40...50 см. Многие озера летом высыхают, превращаясь в соры и солончаки.

Озера Северо-Восточного региона и их водосборы относятся к нижеследующим геоморфологическим районам [2]:

- пойменные озера, расположенные в долине р. Иртыш, с аккумулятивным увалистым рельефом;

- озера Прииртышской равнины (Мойылды, Маралды, Бол. и Мал. Таволжан и др.) просадочного и дефляционного генезиса, с эрозионно-денудационно-аккумулятивным и холмисто-увалистым рельефом;

- озера района Казахского мелкосопочника (Жасыбай, Сабындыколь, Торайгыр) тектонического происхождения, с эрозионно-денудационным, горно-холмистым и складчато-глыбовым рельефом.

В пойменной части долины Павлодарского Прииртышья исследования показали следующие результаты. На отдельных участках пойма заболочена, изобилует многочисленными старицами, рукавами, протоками и пресными озерами. Первая пойменная терраса в рельефе выражена четко, абсолютные отметки ее поверхности понижаются от 175 до 95 м с юго-запада на северо-восток. Для первой террасы характерно наличие много-

численных стариц. Глубина стариц достигает 2 м, ширина до 10 м. Поверхность второй террасы слабовсхолмленная, осложненная грядами бугристыми и бугристыми песками. Характерной особенностью второй надпойменной террасы является наличие на ее поверхности многочисленных озерных котловин, расположенных цепочками, и следов стариц в виде пологих ложбин шириной до 10 м и глубиной до 1,5 м. Третья надпойменная терраса прослеживается неширокой полосой по левому берегу Иртыша, в Припавлодарье. К северу она постепенно сужается и у оз. Аккудуксор полностью выклинивается. Южнее оз. Бозшасор поверхность террасы размыта водами рек Шидерты и Кокезек. Здесь она представляет водораздел, в тыловой части которого расположена система крупных озер Жамансор – Шурексор. На востоке к третьей террасе примыкает вторая. Между ними отмечается уступ высотой 7...10 м. К полосе сочленения террас приурочена цепочка озер (Сарыколь, Сенкесе, Калкамантуз и др.). На третьей надпойменной террасе наблюдаются переуглубленные участки, соответствующие центральным частям русловых потоков и наиболее размытым участкам неогенового ложа. Переуглубленность объясняется изменением базиса эрозии, вызванным оживлением тектонической деятельности в период формирования террасы. Наиболее характерны переуглубленные участки, расположенные на востоке оз. Бозшасор (длина в поперечнике 14 м, мощность аллювия 33 м, глубина углубления в цоколе 28 м), у оз. Шурексор и в районе ст. Калкаман. На поверхности террасы им соответствуют пологие понижения, занятые мелкими озерами или солончаками.

В геоморфологическом отношении озера Казахского мелкосопочника: Жасыбай, Сабындыколь, Торайгыр, Биржанколь имеют показатель условного водообмена менее 0,4. Неотъемлемой и специфичной чертой ландшафтной структуры озерных районов являются геокомплексы побережий, возникшие в зоне контакта акватории озера с водосборной площадью. Структура и форма побережий во многом зависят как от характера озера (величина ветрового разгона, глубина, течения), так и от характера берега (величина берегового откоса), от геологического и тектонического строения изучаемых территорий. Для всех озер характерны процессы эвтрофикации и максимальное зарастание водоема рогозой и камышом. В основном побережья озер относятся к классу Б – побережье, состоящее из современного берега и погруженного, по типу формы современных берегов к двум типам: с крутыми и зарастающими берегами.

Уменьшение площади озер рассматриваемых регионов связано с естественными процессами евтрофикации и сукцессии, сопровождающимися постепенным заносом озерной котловины рыхлыми отложениями в результате смыва их с площади водосбора, заиливанием, постепенным зарастанием водоема макрофитами и гелофитами и, в конечном итоге, – заболачиванием. Что касается пойменных водоемов (стариц, затонов, проток), то рыбохозяйственная ценность их заключается в исключительно благоприятных условиях для ихтиофауны. Известно, что качество природных вод влияет как на урожайность пойменных угодий, так и на производство фитофильных рыб (Царегородцева, 2005). Так, изменение высоты стояния паводковых вод, интенсивности подъема и спада воды, продолжительности стояния воды на пойме привели к резкому изменению структуры биоценозов в пространственном и временном аспектах [2-8]. Однако эти процессы «умирания» озер могут ускоряться под действием комплекса антропогенных факторов. На современном этапе на поиски путей рационального пользования водными биологическими ресурсами Казахстана накладываются острые проблемы экологического состояния озерного комплекса региона. Так, развитие зимних заморов – массовой гибели рыб и беспозвоночных, вызванные дефицитом растворенного в воде кислорода – типичное явление для мелководных водоемов. Замор является важным фактором, лимитирующим развитие рыбного хозяйства в регионе.

На фоне стремительно меняющихся ландшафтов под влиянием антропогенной нагрузки остро встала задача оптимизации механизмов управления природными ресурсами, в том числе биологическими. Особое значение приобретают комплексные исследования, ориентированные на изучение функционирования экологической системы как единого целого, включая динамические процессы сукцессии под действием меняющихся параметров окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белецкая Н.П. Генезис и развитие озер Ишимской долины. // Вестн. МГУ. – № 6. – Серия геогр. – 1971. – С. 64-68.
2. Царегородцева А.Г. Ландшафтообразующие факторы озерных водосборов Павлодарской области / Наука: теория и практика: Матер. Межд. науч. конф. – г. Белгород – г. Днепропетровск, 2005 г. – С. 10-15.
3. Царегородцева А.Г. Самоочищающая способность аквальных ландшафтов Павлодарского Прииртышья // Современные проблемы гидро-

- экологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии: Матер. межд. науч. конф. – Алматы, 2002. – С. 208-211.
4. Царегородцева А.Г. Геоэкология Павлодарской области. – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2002. – 70 с.
 5. Царегородцева А. Г. Пойменные ландшафты Павлодарского Прииртышья. – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2003. – 72 с.
 6. Царегородцева А.Г. Гидроэкология пойменных ландшафтов (Павлодарское Прииртышье). – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова, 2005. – 250 с.
 7. Царегородцева А.Г. Закономерности распространения озер долины р. Иртыш // Наука: теория и практика: Матер. межд. науч. конф. – г. Белгород – г. Днепрпетровск, 2006. – С. 7-9.
 8. Царегородцева А.Г. Генетические особенности ландшафтной структуры пойменных озер долины р. Иртыш // Актуальные проблемы экологии и природопользования в Казахстане и сопредельных территориях: Матер. межд. науч. конф. – Павлодар, 2006. – С. 112-115.

Поступила 5.05.2014

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Царегородцева

**СОЛТҮСІК ЖӘНЕ СОЛТҮСТІК -ШАҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ
КӨЛДІ ГЕОЖҮЙЕЛЕРІ: ҚҰРАЛЫМНЫҢ ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ
ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ СҰРАҚТАРЫ**

Мақалада солтүстік және солтүстік-шығыс Қазақстанның көлді кешенінің қазіргі күйінің мәселелері қарастырылады. Зерттелген аймақтың ірі көлдеріне қысқаша мінездеме берілген. Ертіс өзені мен Баянауыл табиғи саябағының көлдер жайылымдарының зерттеу нәтижелері көрсетілген.

УДК 504(574)

А.Р. Сүлейменова *

Э.К. Талипова **

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУА БАССЕЙНІНІҢ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ*АТМОСФЕРА, АУА БАССЕЙНІ, АТМОСФЕРА ЛАСТАНУ ИНДЕКСІ, ШЕКТІ-МҮМКІНДІК КОНЦЕНТРАЦИЯ, ШАҢ-ТОЗАҢ, КӨМІРТЕК ОКСИДІ, АЗОТ ДИОКСИДІ, ФЕНОЛ, ФОРМАЛЬДЕГИД*

Мақалада Алматы қаласы ауа бассейнінің ластану жағдайы, яғни атмосфера ластану индексінің 2004...2013 жж. аралығындағы өзгеру динамикасы, негізгі ластанушы заттардың: шаң-тозаң, көміртек оксиді, азот диоксиді және формальдегидтің орташа жылдық жүрісі көрсетілген.

Атмосфера ауасы – ол адамдар мен онда тіршілік ететін жануарлар, құстар және тірі организмдер мен өсімдіктер дүниесі үшін ортақ байлық болғандықтан, оны ластану, зиян келтірмеу биосфераның құрамдас бөлігі болып табылады. Соңғы он жылдықта атмосфералық ауаның құрамы мен құрылысының антропогендік өзгеріске ұшырауы ландшафттардың барлық табиғи компоненттеріне, атап айтқанда, жергілікті климатқа, жер беті мен жерасты суларына, топырақ және өсімдік қабатына күшті әсер етеді. Әсіресе атмосфералық ауаның ластануы адамдардың денсаулық жағдайына аса күшті әсерін тигізуді [3].

Ауа бассейнінің жағдайы қаланың экологиялық хал ахуалының маңызды көрсеткіші болып табылады. Ірі қалалардың ауа бассейнінің ластану бүгінгі таңда дүние жүзінде, соның ішінде Қазақстанда да негізгі мәселелердің бірі болып тұр.

Еліміздегі халық көп қоныстанған ірі қалалардағы ауа тазалығы ешқандай сын көтермейді, келешегімізге көлеңке түсіреді. Ауасының ластануы жағынан Алматы қаласы оқшау тұр. Табиғи себебі – қаланың Іле Алатауы баурайына орналасу жағдайы. Алматы қаласы орналасқан тау беткейінің климат жағдайларының өте қолайлы екендігіне қарамастан қала атмосферасының өздігінен тазару қасиеті төменгі дәрежеде, қала

* Казгидромет, г. Алматы

** Институт географии, г. Алматы

ойыста орналасқандықтан қоспалардың кеңістікке таралуына кедергі жасайтын жиі желсіз күндер, тұмандар және инверсиялар байқалады.

Қазіргі таңда Алматы қаласының жер көлемі айтарлықтай кеңіп, қала маңындағы бау-бақшамен шаруашылық жер телімдері азайып, оның орнына жер үйлер бой көтеруде. Ауаның ластануына ықпал ететін қаптаған автокөліктер мен ЖЭО-нан басқа, қыс айларында жеке үйлердің жылу ошақтарының іске қосылуына байланысты және қыста жапырақ жаятын жасыл ағаштардың болмауы салдарынан ауа кеңістігі жылжымайтын көк түтінге толады, оның зиянды әсері еселей жоғарылайды.

Сонымен қатар, соңғы жылдарда ойлаусыз салынған қала құрылыстары, әсіресе қаланың оңтүстігінде бой көтерген зәулім ғимараттар тау-аңғар желіне кедергі жасап, ауа алмасуды әлсіретуде [2].

Казгидрометтің бақылау нәтижелерінің қорытындысы бойынша, Алматы қаласы Қазақстан қалаларының ішіндегі ауа ластануының жоғары деңгейін көрсетіп, бірінші орынға шыққан. Бүгінгі күнде Алматы дүниежүзіндегі 25 ластанған қаланың тізіміне еніп отыр.

Ауаның ластану жай-күйін бағалау кезінде елді мекендердегі ауаға таралған ластағыш заттардың шекті мүмкіндік концентрациясы (ШМК) негізгі сапа өлшемдері болып табылады (кесте 1) [1].

Кесте 1

Елді мекендердегі ауа құрамындағы жеке қоспалардың шекті мүмкіндік концентрациясы мәні

Қоспалардың атауы	ШМК мәні, мг/м ³		Қауіптілік тобы
	Бір реттік максималды	Орташа тәуліктік	
Оттегі оксиді	5,0	3	4
Азот диоксиді	0,085	0,04	2
Шаң-тозаң	0,5	0,15	3
Фенол	0,01	0,003	2
Формальдегид	0,035	0,003	2

Алматы қаласында ластану деңгейін тіркейтін Қазгидромет РМК-ға қатысты 5 ластануға бақылау жүргізетін бекеттер бар:

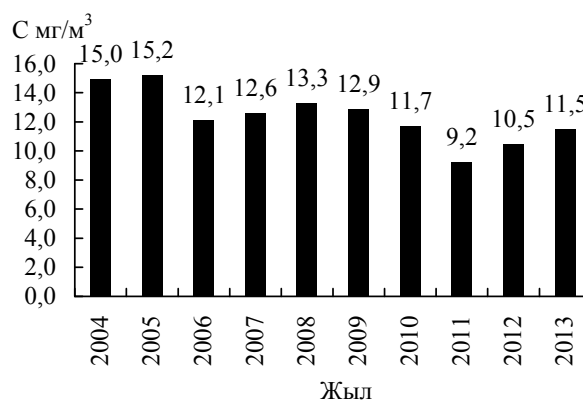
- №1 бекет, Сатпаев және Амангелді көшелерінің қиылысында;
- №12 бекет, Райымбек даңғылы мен Наурызбай батыр көшесінің қиылысында;
- №16 бекет, Айнабұлақ ықшам ауданында;
- №25 бекет, Маречек және Момышұлы көшелерінің қиылысында;

- №26 бекет, Тастақ-1 ықшам ауданында орналасқан.

Атмосфераның ластану деңгейі атмосфера ластануының индексінің (АЛИ₅) шамасы бойынша бағаланады, ол қауіптілік дәрежесін ескере отырып, ШМК-ның ең көп нормаланған көрсеткіштері бар бес ластаушы заттар бойынша, сондай-ақ ШМК-ның асып кетуі бойынша есептеледі.

Егер АЛИ₅ көрсеткіші 5-тен аз немесе оған тең болса, онда атмосфераның ластану деңгейі – «төмен», көрсеткіші 5-тен көп және 7-ге тең болған жағдайда – «көтеріңкі», ал 7-ден көп және 14-тен аз болғанда – «жоғары», 14-тен көп болған жағдайда «аса жоғары» деп саналады.

Алматы қаласының АЛИ₅ 2004...2013 жылдардағы өзгеру динамикасы келесі суретте көрсетілген (сур. 1).

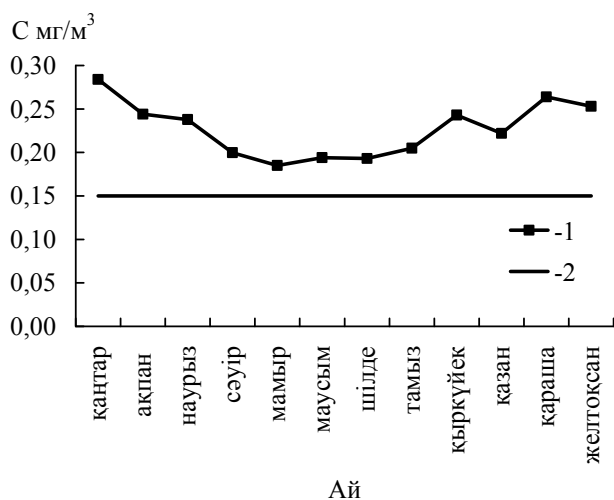


Сур. 1. Алматы қаласының 2004...2013 жылдар аралығындағы АЛИ₅-нің өзгеру динамикасы.

Алматы қаласы бойынша 2004...2013 жылдардағы АЛИ₅ көрсеткіші жоғарғы деңгейді көрсетіп отыр. Атмосфера ластануының индексінің ең жоғарғы мәні 2005 жылы 15,2 құраса, ең төменгі мәні 2011 жылы – 9,2 болған. АЛИ₅ көрсеткішін есептеу барысында негізгі ластаушы қоспалар, атап айтқанда: оттегі оксиді, азот диоксиді, шаң-тозаң, фенол және формальдегид концентрациялары ескерілді.

Шаң-тозаң – дисперстік фазаның қатты бөлшекті аэрозольдары. Негізінен шаң-тозаң әртүрлі жағдайларда пайда болады, яғни ол – ЖЭО-ның жұмысы кезіндегі жану процесі кезінде, коқыс жағу орындарынан, құрылыс аймақтарынан, өрттерден және т.б.

Алматы қаласының шаң-тозаңмен ластануы 2004...2013 жылдардағы орташа мәні бойынша барлық айларда ШМК мөлшерінен жоғары болған (сур. 2).



Сур. 2. Алматы қаласының 2004...2013 жылдар аралығындағы орташаланған шаң-тозаңның (1) концентрациясы, 2 – ШМК.

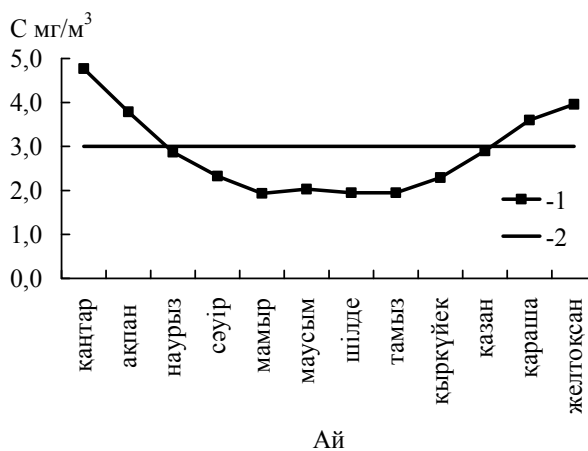
Шаң-тозаңның максимум мәні қаңтар айында $0,28 \text{ мг/м}^3$ сәйкес келеді, яғни ШМК мөлшерінен 1,9 есеге асқан. Минимум мәні мамыр айында – $0,19 \text{ мг/м}^3$. Қарастырылып отырған кезеңдегі шаң-тозаңның таралу динамикасынан максимум мәндері қысқы және күзгі мезгілдерге сәйкес келетінін көруге болады. Оның басты себебін қысқы жылыту мезгілімен түсіндіруге болады. Ал, минимум мәндерінің көктем, жаз айларына сәйкес келуі түсетін жауын-шашынның мөлшерінің көп болуымен, сонымен қатар жасыл ағаштардың жылы мерзімдегі жапырақ жайып шаңды өз бойына сіңірілуімен түсіндіріледі.

Көміртегі оксиді (CO) – ластаушы заттардың ең көп таралған түрі болып табылады, негізінен өнеркәсіптік кәсіпорындардың көптеген түрлерінің органикалық жанармайды пайдалану барысында, металлургия және мұнай химиясының тасталымдарынан, бірақ көміртек оксидінің басты көзі болып автомобильді көліктер болып табылады [4]. Көміртек оксидінің жылдық жүрісі төмендегі суретте көрсетілген (сур. 3).

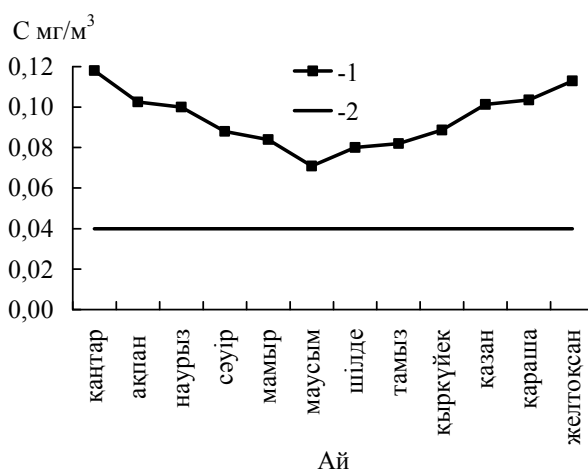
Көміртек оксидінің он жылдағы орташа мәнінен көріп тұрғанымыздай, қараша-ақпан айларында, яғни жылыту маусымында ШМК мөлшерінен асқан. ШМК максималды мәні қаңтар айында 1,6 болған. Жылы кезеңде көміртек оксидінің мәні ШМК мөлшерінен аспаған.

Азот диоксиді (NO_2) – азот қышқылының жарықта ыдырау процесінде пайда болады, түсі–қызыл–қоңыр, тыныс алу жолдары мен көру органдарын тітіркендіреді.

Азот оксидінің негізгі ластанушы көздері олар: ішкі жану қозғалтқыштары, өнеркәсіп орындарының пештері, автокөліктер [4]. Алматы қаласында азот диоксидінің таралуы шаң-тозаң концентрациясының жүрісіне шамалас (сур. 4).



Сур. 3. Алматы қаласының 2004...2013 жылдар аралығындағы орташаланған көміртек оксидінің (1) концентрациясы, 2 – ШМК.

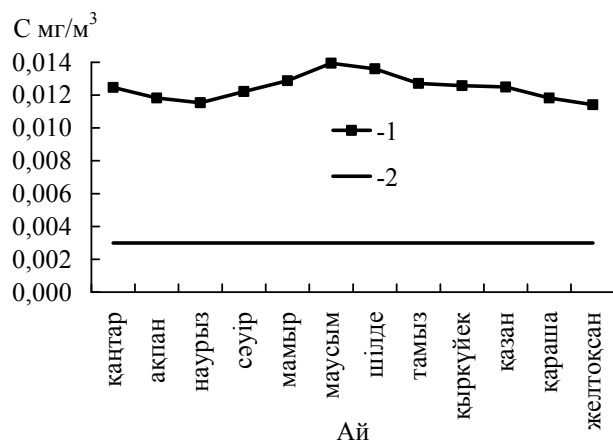


Сур. 4. Алматы қаласының 2004...2013 жылдар аралығындағы орташаланған азот диоксиді (1) концентрациясы, 2 – ШМК.

2004...2013 жылдар аралығында азот диоксидінің концентрациясы 0,07...0,12 мг/м³ аралығында өзгерген. Барлық айларда азот диоксидінің мәні ШМК мөлшерінен асқан.

Формальдегид – өткір иісті, жанғыш түссіз газ, смола және пластиктер, дәрілік заттар мен бояқтар өндіру кезінде қолданылады. Ол аз

газдық қоспаға жатады, бірақ атмосфера химиясында үлкен маңызға ие, яғни қалалардағы улы ластаушы заттардың негізгісі болып табылады. Формальдегидтің негізгі тасталым көздеріне өнеркәсіп орындары, яғни өздерінің іс-әрекеттерінде формальдегидті пайдаланылатын, май жағатын қозғалмалы және тұрақты көздер, қаладағы өрттер, қоқыс орындары мен табиғи көздер жатады [4]. Формальдегидтің пайда болуы мен ыдырауы атмосферадағы температураға, күн сәулесіне және де жеке радикал түріндегі органикалық қоспаларға тікелей байланысты. Суреттен көріп отырғанымыздай, Алматы қаласында формальдегидтің максималды мәндері температура жоғары, яғни жаз мезгілдеріне сәйкес келеді (сур. 5).



Сур. 5. Алматы қаласының 2004...2013 жылдар аралығындағы орташаланған формальдегид (1) концентрациясы, 2 – ШМК.

Формальдегид сынды ластаушы заттың 2004...2013 жылдар аралығындағы динамикасының өзгеруі жоғарыда қарастырылған қоспалардың жүрісіне қарағанда өзгеше болып келеді. Яғни, формальдегид концентрациясы барлық айларды ШМК-дан асып, маусым айында максималды мәні 0,014 мг/м³ болып, яғни 4,7 ШМК-ға жеткен.

Қорытындылай келе, қаламыздың ауа бассейнінің ластану деңгейі барлық көрсеткіштер бойынша (фенолдан басқасы), нормативтік көрсеткіштерден асып кеткендігін көрсетеді.

Алматы қаласының қоршаған орта ластануын төмендету бойынша қабылданған 2009...2018 жылғы кешенді бағдарламаның жүзеге асуына байланысты 2009 жылдан бастап АЛИ₅ көрсеткіші біршама төмендеген. Қазіргі таңда қала ауасының ластануын төмендету үшін бірқатар кешенді шаралар қолға алынып жатыр. Атмосфераның негізгі ластаушысы автокөліктер екені белгілі, сондықтан өткен жылы автокөліктер

шығаратын газдың зияндылығын бақылауға ерекше көңіл бөлінуде, жол полициясы басқармасы көліктер шығаратын түтін мен газдардың улылығын анықтау мақсатында қаланың басты кіреберістерінде арнайы экологиялық бекеттер орнатылып, экологиялық айыппұлдар салынууда.

Қаладағы көліктердің көп бөлігі сырттан келетіні белгілі, қаланың батыс бөлігіндегі автокөлік кептелістерін азайту мақсатында Бауыржан Момышұлы атындағы даңғыл мен жол айрықтар қолданысқа берілсе, шығысында Шығыс айналма жолы көп көмегін тигізуде.

Көлік стратегиясы аясында Алматы метрополитенінің 1-ші кезегі қолданысқа беріліп, онда 2012 жылы 15 мың жолаушы тасымалданған болса, бүгінгі таңда 24 мыңға жетіп отыр.

Сондай-ақ, көліктерді биоотынға, газға көшіру бағдарламасы іске асуда. Мысалы, 2010...2014 жж. аралығында қалалық автопарк 820 жылжымалы мүлікке көбейді, атап айтқанда, 400 газбен жұмыс істейтін автобус, 200 эко такси, 17 трамвай, 195 троллейбус.

Қаланың жасыл қорын жақсарту тұжырымдамасын жүзеге асыру тиянақты жүргізілуде. Сонымен қатар, кәрі және шіріген ағаштар оталып, 2008...2013 жылдар аралығында 120 мыңнан астам ағаштар отырғызылған. Жалпы, қала аумағында 190 мың шаршы метрден асатын гүлзарлар бар. Сонымен қатар, жыл сайын бюджет есебінен 75 мың шаршы метр аумаққа гүлдер отырғызылып, 16 мыңнан астам гүл құрылғылары орнатылады. 2008 жылдан бастап 46 су бұрқақтың 28-і заман талабына сай жаңа құрылғылармен жабдықталды. Олардың барлығы күрделі жөндеуден өтіп айналасы абаттандырылды.

Мұнан өзге, қазіргі таңда қаланың жеке тұрғын үй секторларына толықтай газбен қамтамасыз ету бағдарламасы іске асырылуда. Соңғы 5 жылда қалада 353 шақырым газ желілері салынған екен [5].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. «Атмосфера ауасына санитарлық-эпидемиологиялық талаптары» Санитарлық-эпидемиологиялық ережелер мен нормалар, 18.08.2004 ж., № 629
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Казахстан в 2006 году. Алматы: МООС РК. 2006. – 271 б.
3. Нуркеев С.С., Мусина У.Ш. Экология: Оқу құралы. – Алматы: КазҰТУ, 2005. – 485 б.
4. 2009-2018 жж. Алматы қаласының қоршаған ортаның ластану деңгейін төмендетуге арналған кешенді бағдарлама, 24.04.2009 ж. Алматы

қалалық Маслихатының XVII сессия шешімінде бекітілген.- № 187,
Алматы, 2009 ж.

5. «2013 жылғы Алматы қаласы әкімінің есебі», – 2013. – URL:
www.almaty.kz

Поступила 25.08.2014

А.Р. Сулейменова

Э.К. Талипова

**СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА
Г. АЛМАТЫ**

В статье рассматривается загрязнение воздушного бассейна г. Алматы, приведена динамика индекса загрязнения атмосферы за 2004...2013 гг., а также годовой ход основных загрязняющих веществ, таких как пыль, оксид углерода, диоксид азота и формальдегид.

УДК 626.80:626.81/84

Доктор техн. наук

Доктор техн. наук

Канд. экон. наук

Ж.С. Мустафаев *

А.Т. Козыкеева *

К.Ж. Мустафаев *

К.Б. Абдешев *

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЗАСОЛЕННЫХ
ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ***ПОЧВА, КУЛЬТУРА, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ТОКСИЧНОСТЬ,
УРАВНЕНИЕ, КРИТЕРИЙ, ВОДА, ОЦЕНКА, РЕЖИМ, ОПТИМУМ,
КРИВАЯ, ЗАКОН*

На основе систематизации и интерпретации результатов исследования водного режима на продуктивность сельскохозяйственных культур и степень засоления орошаемых земель, получена модель управления гидрохимическими процессами агроландшафтных систем.

Введение. С начала зарождения земледелия и до наших дней неоспоримым является желание людей получить максимальный урожай с одного и того же участка при имеющихся в распоряжении средствах возделывания сельскохозяйственных культур. С появлением средств автоматизации и механизации сельскохозяйственных работ их эффективность значительно возросла, но цель осталась прежней. Для правильного понимания целей и задач мелиорации сельскохозяйственных земель надо точно определить систему ценностей и обозначить объект воздействия. Такими ценностями в настоящее время и в будущем являются человек и среда его обитания, а объект воздействия – почва, как основная составная часть биосферы ландшафта в целом и как основное средство и предмет в сельскохозяйственном производстве [16].

Таким образом, основная цель мелиорации сельскохозяйственных земель – качественное улучшение и расширение воспроизводства почвенного плодородия, получение урожая сельскохозяйственных культур при наименьших отрицательных воздействиях на окружающую среду. При этом сущность

* Таразский ГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз

мелиорации сельскохозяйственных земель заключается в качественном целенаправленном изменении и управлении почвенными, гидрогеологическими, геохимическими и биохимическими процессами, что может быть обеспечено за счет регулирования потоков вещества и энергии.

Цель и методика исследований. С точки зрения современных представлений факторной экологии суть закона лимитирующего фактора состоит в том, что далее единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и к его гибели. Этот фактор называют лимитирующим.

Наблюдения показали, что закон лимитирующих факторов относится как к биотическим, так и абиотическим факторам, и применим к растениям, животным и человеку. Согласно этому закону стресс и гибель растений, животных и человека, могут быть вызваны как чрезмерными техногенными нагрузками, так и недостаточным уровнем использования природных ресурсов для компенсации их потребности. Закон ограничивающего (лимитирующего) фактора или закон минимума Либиха – один из фундаментальных законов в экологии, гласящий, что наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от оптимального его значения [20]. Поэтому во время прогнозирования экологических условий или выполнения экспертиз очень важно определить слабое звено в жизни организмов и общества.

Результаты исследований. Научной основой оценки предельно-допустимого уровня использования природных ресурсов может стать закон лимитирующего фактора, так как он является по сути дела законом продуктивности растений (рис. 1). При этом закон лимитирующего фактора может быть выражен следующей математической зависимостью [20]:

$$Y_{\phi} = Y_n \cdot K_{\text{lim}}; \quad 0 \leq K_{\text{lim}} \leq 1,0, \quad (1)$$

где Y_{ϕ} – продуктивность посевов при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях, отличающихся от оптимальных; Y_n – потенциальная продуктивность; K_{lim} – коэффициент, понижающий потенциальную продуктивность на величину, зависящую от степени отклонения лимитирующего фактора от оптимума.

Уравнение (1) адекватно словесному определению, но воспользоваться им нельзя, так как оно является «черным ящиком», в нем неизвестна ни потенциальная продуктивность, ни оптимальные параметры факторов жизни, при которых она может быть получена, ни функциональная

связь урожая с количеством лимитирующего фактора, хотя попытки установить их предпринимались многими исследователями.

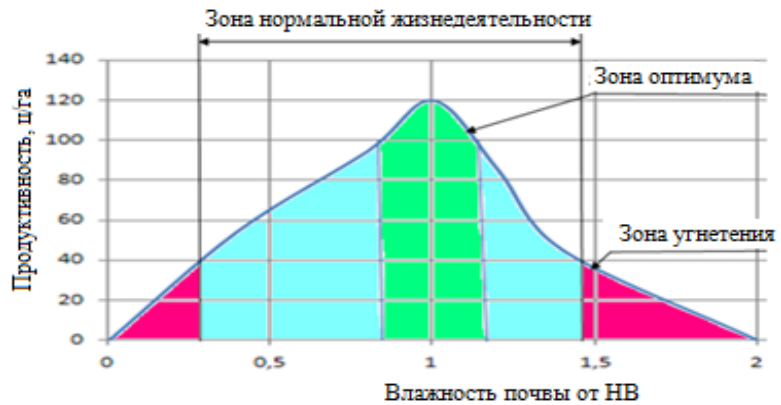


Рис. 1. Диапазон действия влажности почвы (от НВ) на продуктивность многолетних трав.

Поэтому цель управления водно-солевым режимом почв на орошаемых территориях заключается в сохранении и дальнейшем повышении уровня их естественного плодородия, т.е. оптимальное управление процессами переноса солей и влаги в почвогрунтах, которые обеспечат получение такого уровня плодородия почв, при котором урожаи выращиваемых на этих почвах сельскохозяйственных культур V_{\max} достигнут предельно-допустимого (возможного) значения.

Критерий оптимальности при этом определяется с помощью некоторой числовой функции $M \rightarrow \Phi(M) \geq 0$ в области определений по закону $V(u) = \Phi[(M)(u)]$, т.е. требуется найти оптимальное управление $u \in u_g$ (u элемент множества u_g), при котором выполняется условие $V(u) = \max$ и $Q(u) = \max$ (где $Q(u) = \max$ – затраты энергии на почвообразование) [10].

В настоящее время трудность решения данной задачи заключается в отсутствии данных зависимости культуры от состояния $\beta(x,t)$, $c(x,t)$, $n(x,t)$, $m(x,t)$ и $s(x,t)$, т.е. водного, светового, пищевого, теплового и солевого режимов почвы, управляемых почвенно-гидрогеологическими процессами. Следовательно, для оценки урожайности сельскохозяйственных культур с заданными генетическими качествами сводится к необходимости решения уравнения вида [17]:

$$Y = f(c, \beta, m, n, s), \quad (2)$$

где c – светообеспеченность; β – влагообеспеченность; t – теплообеспеченность; n – пищеобеспеченность; z – газообеспеченность.

В полевых условиях имитирование перечисленных факторов осуществлялось на основе планируемых опытно-производственных исследований с применением различных агротехнических приемов и промывки.

Характерная биологическая кривая (рис. 2) общего урожая в зависимости от предполивной влажности почвы $\beta = W_i / W_{не}$ (где W_i – предполивная влажность расчетного слоя почвы; $W_{не}$ – влажность расчетного слоя, соответствующая наименьшей влагоемкости) в общем виде показывает значение нижнего порога увлажнения почвы, соответствующего максимально возможной урожайности (Y_{max}) для данных условий и оптимальной урожайности (Y_{opt}), когда затрачивается наименьшее количество воды на единицу урожая ($K_e = E / Y$, где E – суммарное водопотребление) [6].

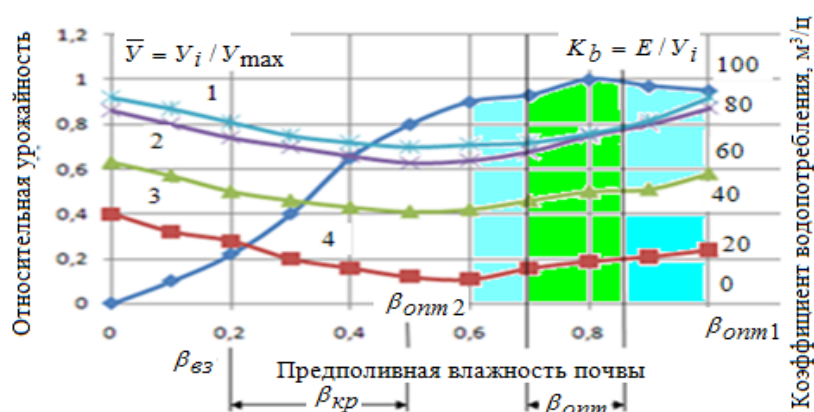


Рис. 2. Зависимость относительного урожая и коэффициента водопотребления сельскохозяйственных культур от предполивной влажности почвы (1 – сахарная свекла, 2 – люцерна, 3 – кукуруза, 4 – озимая пшеница).

Митчерлих Э.А. зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от влажности корнеобитаемой зоны почв при постоянстве других факторов выражает формулой [6]:

$$\frac{d\theta}{d(\lambda_{i=1}^k + \eta_i)} = C_2(\theta_o - \theta), \quad (3)$$

где θ_o – оптимальное максимальное значение урожая, т/га; θ – величина фактического урожая, т/га; $\lambda_{i=1}^k$ – величина влажности почвы до проведения управляющих воздействий (i -го полива); η_i – количество воды, до-
92

полнительно внесенной в почву; $d\theta$ – прирост урожая; $d(\lambda_{i=1}^k = \eta_i)$ – изменение влажности почвы; C_λ – коэффициент, определяющий действие влажности на рост растений.

Решая уравнение Э.А. Митчерлиха, получаем зависимость следующего вида:

$$\theta = \theta_o \left(1 - e^{-C_\lambda (\lambda_{i=1}^k + \eta_i)} \right). \quad (4)$$

Изменение урожая под воздействием факторов внешней среды dy/dx пропорционально степени оптимальности x_{opt} и отклонения от оптимального значения $(x_{opt} - x_i)$ соответствует закону Э.А. Митчерлиха, т.е.:

$$dy/dx = C_i (x_{opt} - x_i), \quad (5)$$

где C_i – постоянная для этого фактора; x_{opt} – оптимальное значение фактора.

Для оценки влияния водного режима на величину урожая уравнения $dy/dx = C_i (x_{opt} - x_i)$ решается при следующих ограничениях [14]:

$$\begin{aligned} x_i &= W_i - W_{\epsilon 3}, & Y_i &= 0; \\ x_i &= W_i - W_{opt}, & Y_i &= Y_{max} = Y_{opt}. \end{aligned}$$

После некоторых преобразований получим:

$$Y_i = Y_{max} \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{W_i - W_{\epsilon 3}}{W_{opt} - W_{\epsilon 3}} \right) \right]^2 \right\}, \quad (6)$$

где Y_{max} – максимальный урожай при существующих значениях факторов; W_i – действительное значение влагозапасов за период вегетации; $W_{\epsilon 3}$ – минимальный влагозапас, ограничивающий жизнедеятельность растений (влажность завядания).

Предположим, что $(W_i - W_{\epsilon 3}) / (W_{opt} - W_{\epsilon 3}) = E_i / E_{opt}$, тогда зависимость урожая от суммарного водопотребления будет следующей:

$$Y_i = Y_{max} \left\{ 1 - \left[1 - (E_i / E_{opt}) \right]^2 \right\}, \quad (7)$$

где E_i – фактическое суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур; E_{opt} – оптимальное суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур.

Еще в древности, в районах традиционного орошаемого земледелия, было замечено, что наличие солей в почвах отрицательно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур, поэтому стремились сделать

содержание солей в почвах как можно меньше. По мере накопления знаний, появились понятия допустимости содержания определенного количества солей, пороги токсичности. Затем допустимое количество солей стало дифференцироваться в зависимости от типа солей, почв, вида сельскохозяйственных культур.

В настоящее время существуют многочисленные, иногда весьма сложные классификации допустимого количества солей в почвах для различных видов сельскохозяйственных культур, на различных почвах, при различных типах засолениях (табл. 1) [5].

Таблица 1

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

Степень засоления почвы	Содержание солей			Состояние растений, характеризующее среднюю солеустойчивость, (Y_i / Y_{\max})
	сухой остаток (γ_i) , %	S_{\max} , т/га	почвенный раствор (C_p^n) , г/дм ³	
Незасоленные	< 0,30	35,0	11,2	1,00
Слабозасоленные	0,30...0,50	70,0	22,4	0,80
Среднезасоленные	0,50...1,00	140,0	44,8	0,75
Сильнозасоленные	1,00...2,00	280,0	89,6	0,25
Солончаки	> 2,00	> 280,0	> 89,6	0,00

Содержание солей в почвенном слое определяется по формуле: $S = 100 \cdot H \cdot d \cdot \gamma$, где H – мощность расчетного слоя, м; d – объемная плотность почвы, т/м³; γ – содержание солей в почве, в % от веса сухой почвы.

Количественное значение раствора на засоленных почвах можно определить по формуле: $C_p^n = S / (100 \cdot H \cdot d \cdot \beta_{нв})$, где $\beta_{нв}$ – влажность почвы, соответствующая наименьшей влагоемкости в % от массы сухой почвы.

Обобщение материалов о влиянии засоления почв на урожайность сельскохозяйственных культур показало, что это влияние имеет следующую классификацию: I – чем меньше солей в почвах, тем выше урожайность; II – увеличение количества солей до определенного предела (порога токсичности) существенно не влияет на урожайность культур, но при засолении сверх порога токсичности урожайность снижается; III – существует оптимальное количество солей в почвах, при котором развитие растений и их урожайность является наибольшими. При уменьшении или

увеличении содержания солей в почвах по сравнению с оптимальным уровнем урожайность снижается.

Как известно, почвогрунты Средней Азии и Казахстана преимущественно имеют сульфатный и хлоридно-сульфатный составы солей, и наиболее характерными для них являются I и II классификация.

На определенных почвах зависимость урожайности от содержания солей одинакова для всех культур (однотипны). Однако будучи однотипными для заданных почв кривые индивидуальны для отдельных культур, а также могут отличаться в зависимости от водно-физических и агрохимических свойств почв. Так, внесение удобрений и повышение уровня агротехники обычно приводят к тому, что указанные кривые на графике располагаются правее и выше, т.е. сдвигаются в сторону большей солеустойчивости и большей урожайности (обозначенные цифрами на рис. 3).



Рис. 3. Изменение относительной урожайности от содержания сумм токсичных солей в почвах $\bar{Y} = Y_i / Y_{\max} = C / C_{\Sigma}$ для различных сельскохозяйственных культур.

Приведенные на рис. 3 кривые указывают на принципиальный характер взаимосвязи продуктивности растений с качеством и количеством солей в почвах. В течение вегетации сельскохозяйственных культур эти зависимости, сохраняясь в принципе, значительно изменяются в своих абсолютных значениях.

Урожайность зависит от содержания токсичных солей (прежде всего, анионов Cl , SO_4 , HCO_3), растворенных в почвенном растворе, а также от катионов состава почвенного поглощающего комплекса (в основном от содержания Na , Ca , Mg) и величины pH почвенного раствора.

Характерная зависимость относительной урожайности различных сельскохозяйственных культур от содержания суммы токсичных солей C_{Σ} в почве показана на рис. 4 [1].

Изменение катионного состава почвенного поглощающего комплекса (особенно за счет внедрения катионов Na) снижает подвижность фосфора (при возрастании содержания Na до 10 %, подвижность фосфора снижается в 4 раза) и доступность растениям питательных веществ. В результате уменьшается урожайность, что иллюстрируется рис. 4, где показано изменение относительной урожайности $\bar{Y}_i = Y_i / Y_{max}$ при различных дозах ежегодно вносимых удобрений NPK от величины $SAR = 1,41 / \sqrt{Ca + Mg}$.

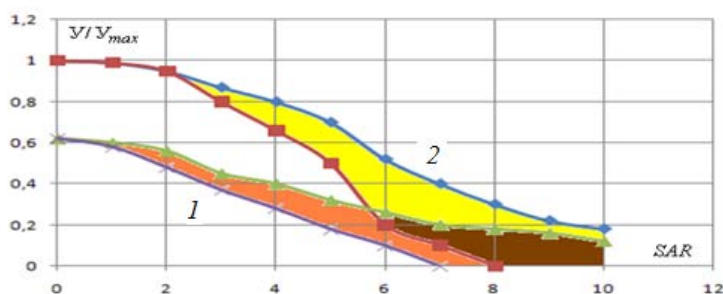


Рис. 4. Изменение относительной урожайности для различных культур в зависимости от катионного состава ППК-SAR и доз вносимых удобрений (1 – одиночная доза PK – 320 кг/га в год; 2 – двойная доза PK – 640 кг/га в год) [1].

По убыванию чувствительности к C_{Σ} и $SAR = 1,41 / \sqrt{Ca + Mg}$ сельскохозяйственные растения распределяются примерно в такой ряд: кукуруза, хлопчатник, пшеница, люцерна.

На основе обобщения материалов установлено, что существует достаточно много экспериментальных зависимостей урожайности сельскохозяйственных культур от типа и степени засоления почв и концентрации почвенного раствора [15]. Для ведущей сельскохозяйственной культуры – хлопчатника такая зависимость показана на рис. 5.

Для большинства сельскохозяйственных культур пределы оптимальной концентрации почвенного раствора составляют 3...4 г/дм³ по плотному остатку и 0,8...1,0 г/дм³ по хлор-иону (рис. 6) [23].

Динамика урожайности в зависимости от степени засоления может быть определена по кривой, полученной на основе обработки опытных данных [23]. При высоком исходном засолении почвы всходы хлопчатника получается недружными, густота состояния ниже нормы, у растений

меньше количество репродуктивных органов; в результате урожайность снижается (рис. 7 и 8).

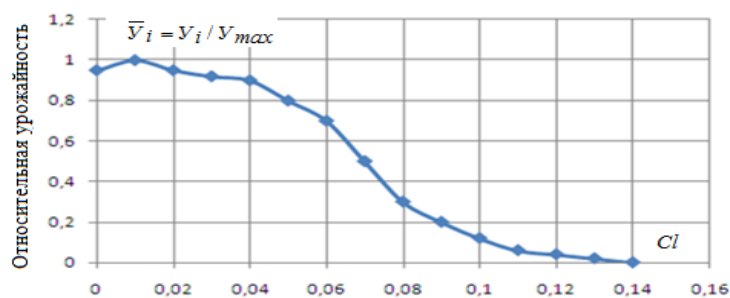


Рис. 5. Зависимость урожайности хлопчатника от исходного засоления почвы по хлору [25].

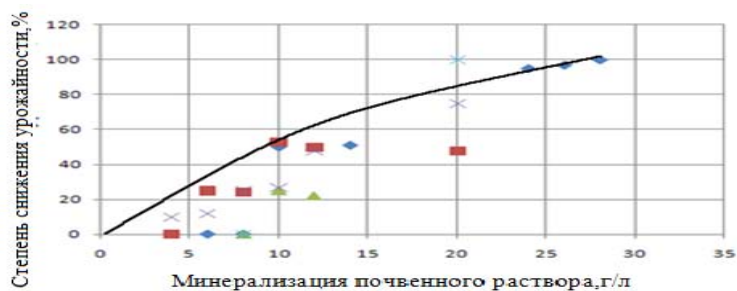


Рис. 6. Относительное снижение урожайности хлопчатника при различных концентрациях почвенного раствора [23].

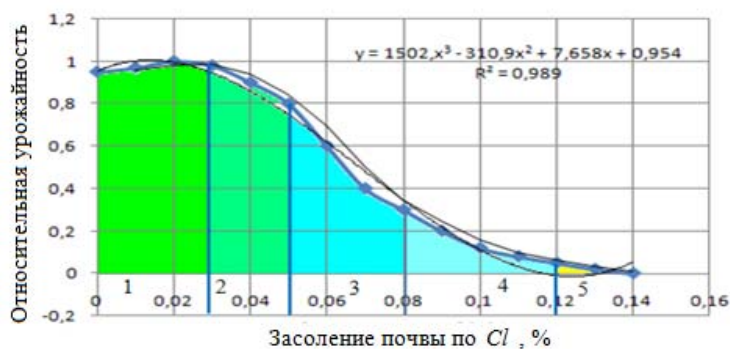


Рис. 7. Зависимость урожайности хлопчатника от исходного засоления почвы по хлору (по обобщенным данным В.А. Духовного): 1 – не засоленные; 2 – слабо засоленные; 3 – средне засоленные; 4 – сильно засоленные; 5 – очень сильно засоленные.

Как видно на рис. 8, содержание солей по хлору, при котором урожайность не снижается, или не происходит массовая гибель хлопчатника в зависимости от фазы развития растений, колеблется в значительных пределах и составляет 0,015...0,07 % и 0,11...0,40 % от массы почвы.

Такая же закономерность наблюдается и при высоком положении уровня грунтовых вод с высокой минерализацией (рис. 9).

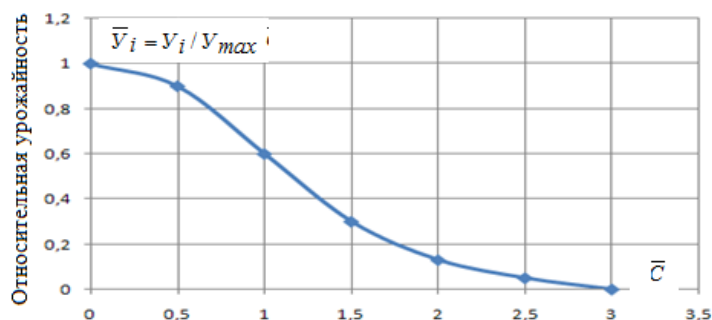


Рис. 8. Зависимость урожайности хлопчатника от суммы токсичных солей в почвенном растворе [4].

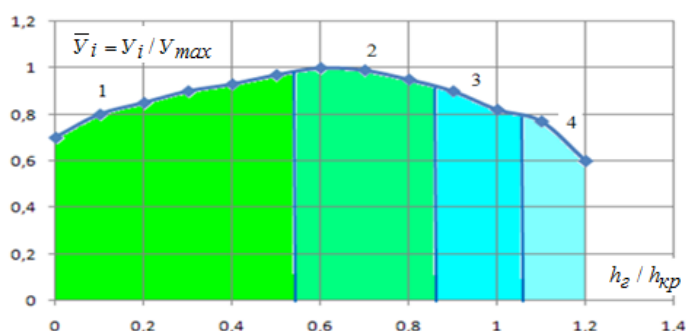


Рис. 9. Влияние относительного уровня грунтовых вод и мелиоративного режима на урожайность хлопчатника. 1 – гидроморфный режим; 2 – полугидроморфный режим; 3 – полуавтоморфный режим; 4 – автоморфный режим.

Установлено, что относительная урожайность в зависимости от факторов жизни растений C_{opt} , K_{lim} определяется по формуле:

$$\bar{Y} = A \cdot \exp\left(\frac{\bar{C}^2}{2}\right); \quad \bar{C} = \frac{C - C_{opt}}{C_{lim} - C_{opt}},$$

где \bar{Y} – относительная урожайность $\bar{Y} = Y_i / Y_{max}$; Y_i – текущая урожайность; Y_{max} – максимальная урожайность при оптимальном значении фактора жизни растений; C – текущее значение фактора жизни; C_{lim} – предельное значение фактора жизни, при котором урожайность стремится к нулю ($Y_i \rightarrow 0$); A – цифровой коэффициент, в данном случае равен 1.

На основе обобщения и систематизации данных установлено, что уровень снижения продуктивности зависит от солеустойчивости растений (табл. 2 и рис. 10).

Таблица 2

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от степени засоления почвы, в % от контроля [4]

Культура	Изменение урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от содержания солей в почве (% к массе сухого веса)				
	0,1 контроль	0,3	0,6	0,9	1,2
	не засоленные	слабо засоленные	средне засоленные	сильно засоленные	очень сильно засоленные
Хлопчатник	100	94	50	22	6
Пшеница	100	80	39	15	0
Кукуруза на зерно	100	95	46	0	0
Кукуруза на силос	100	98	72	57	35
Люцерна	100	96	73	53	39
Подсолнух	100	98	84	53	46
Картофель	100	90	68	0	0
Помидор	100	98	74	54	34
Горох	100	66	27	0	0
Сладкий перец	100	71	43	39	0
Баклажан	100	92	74	48	32
Свекла	100	95	88	73	66



Рис. 10. Зависимость урожайности ($\bar{Y} = Y_i / Y_{\max}$) от содержания солей в почве (% от сухой массы): а – люцерна; б – хлопчатник; в – кукуруза на зерно; 1 – незасоленные; 2 – слабо засоленные; 3 – средне засоленные; 4 – сильно засоленные; 5 – очень сильно засоленные.

Для описания общих закономерностей снижения урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от содержания солей в корнеобитаемом слое почвы, полагая, что оно прямо пропорционально начальному содержанию солей, можно получить дифференциальное уравнение первого порядка: $dY_i/dC = -k \cdot C$, знак минус в уравнении берется потому, что урожайность убывает.

Интегрирование уравнения $dY_i/dC = -k \cdot C$, при решении в виде зависимости между Y_i , C_n и произвольной постоянной A , дает $\ln Y_i = -k \cdot C + \ln A$.

Учитывая, что при $C_n = 0$, $Y_i = Y_{max}$ получаем $A = Y_{max}$, т.е. $\ln Y_i = -k \cdot C + \ln Y_{max}$, отсюда можно получить $-\ln(Y_i/Y_{max}) = -k \cdot C$ и, наконец, $Y_i = Y_{max} \cdot \exp(-k \cdot C)$, где k – коэффициент солеустойчивости сельскохозяйственных культур; Y_i – урожайность сельскохозяйственных культур при данной степени засоления почвогрунта, ц/га; Y_{max} – максимальная урожайность сельскохозяйственных культур при допустимой степени засоления почвогрунта, ц/га; C_n – комплексный показатель, характеризующий содержание солей в почве, который имеет вид: $C_n = (C_{ni}/C_{ndc})^a$, здесь C_{ni} – содержание солей в почвенном растворе; C_{ndc} – предельно-допустимое содержание почвенного раствора, обеспечивающее максимально-возможную урожайность сельскохозяйственных культур (Y_{max}).

Тогда, в общем случае уравнение для определения урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от содержания почвенного раствора может быть записано в виде:

$$Y_i = Y_{max} \cdot \exp[-k \cdot (C_{ni}/C_{ndc})^a].$$

Таким образом, зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от степени засоления почвы описывается экспоненциальным уравнением и его можно использовать для описания типа кривых на рис. 6.

При этом учитывается то, что при содержании солей в расчетном слое почвы, меньшем или равном порогу токсичности (C_{ndc}), относительный урожай сельскохозяйственных культур будет равен единице, то есть $\bar{Y} = Y_i/Y_{max} = 1$. Результаты аппроксимации зависимости $\bar{Y} = f(\bar{C})$

приведены в табл. 3. Для определения параметров зависимости $\bar{Y} = f(\bar{C})$ использованы экспериментальные материалы, полученные в различных регионах нашей страны [1-9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 21-25].

Таблица 3

Зависимость относительной урожайности сельскохозяйственных культур

$$Y_i = Y_{max} \cdot \exp[-k \cdot (C_{ni} / C_{ндс})^a]$$

от типа и степени засоления почв C_{ni}

Засоление почвы	Параметры уравнения				
	k	a	\bar{Y}	$C_{ндс}$	пределы достоверности
Аридная зона					
Хлоридное	0,173	2	1,0	0,15	$0 \leq C \leq 0,15$
Хлоридно-сульфатное	0,110	2	1,0	0,20	$0 \leq C \leq 0,20$
Сульфатное с талым содержанием гипса	0,100	2	1,0	0,30	$0 \leq C \leq 0,30$
Сульфатное с большим содержанием гипса	4,7	2	1,0	0,90	$0 \leq C \leq 0,90$
Степная зона					
Содовое	0,13	2	1,0	0,05	$0 \leq C \leq 0,05$
Хлоридно-содовое и содово-хлоридное	0,077	2	1,0	0,10	$0 \leq C \leq 0,10$
Сульфатно-содовое и содово-сульфатное	0,043	2	1,0	0,10	$0 \leq C \leq 0,10$
Содержание обменного натрия в почвенно-поглощающем комплексе (ППК)					
Обменный натрий (Na , % от ППК) – C	0,077	2	1,0	5,00	$0 \leq C \leq 5$
Токсичная щелочность (HCO_3), связанная с Na и Mg (мг-экв/100 г) – C	0,070	2	1	0,80	$0 \leq C \leq 0,80$
Реакция почвенной среды (pH водной суспензии 1:2,5) – C	19,49	2	1	7,5	$0 \leq C \leq 7,5$

Обработка результатов исследований и экспертные оценки, проведенные А.У. Усмановым, позволили установить связь между относительной урожайностью и содержанием хлора в почве в различные фазы развития хлопчатника (рис. 11). Серия кривых, которые хорошо аппроксимируются в виде степенной функции – относительное снижение урожайности хлопчатника от изменения засоления почвы по фазам развития растений [23].

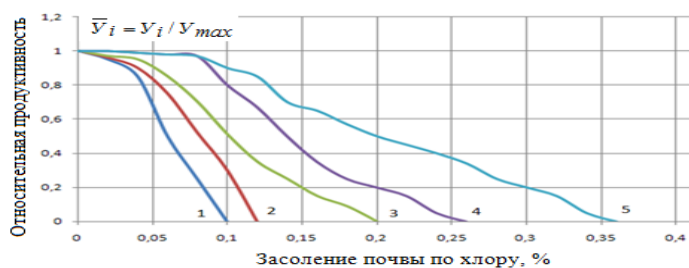


Рис. 11. Урожайность хлопчатника в зависимости от засоления почв по фазам развития растений (данные М.А. Белоусова, Т. Бекматова, В.А. Бурьгина, И.К. Киселева, В.М. Легостаева, Б.Г. Лунева, А.Е. Нерозина, И.С. Рабочева, А.У. Усманова): 1 – от посева до двух настоящих листочков; 2 – от двух настоящих листочков до бутонизации; 3 – от бутонизации до цветения; 4 – от цветения до плодообразования; 5 – от плодообразования до созревания.

На солонцах и содово-засоленных почвах, обладающих высокой щелочностью ($pH > 7$), резко сокращается усвояемость фосфора растениями и снижается урожайность сельскохозяйственных культур (рис. 12).

Суммарное снижение урожайности определяется произведением частных величин, полученных в отдельных фазах развития растений, по выражению [23]:

$$\bar{Y} = \prod_{i=1}^s \left(1 - \frac{S_p^i - S_{дон}^i}{S_k^i - S_{дон}^i} \right)^a \cdot 100,$$

где \bar{Y} – относительная урожайность; $i = 1, 2, 3, \dots, 5$ – номера фазы развития хлопчатника, принятые в обобщении; $S_{дон}$ – допустимое засоление почвы для данной фазы развития; S_k – критическое засоление почвы, при котором наблюдается массовая гибель растений:

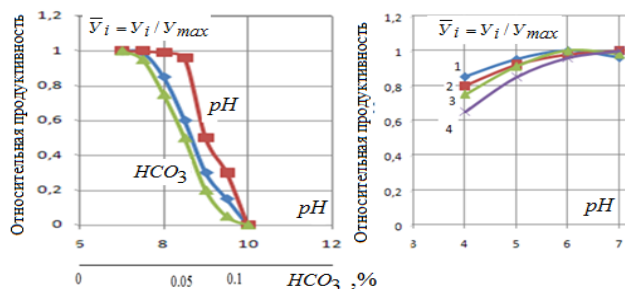


Рис. 12. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от плодородия почвы и pH (по И.П. Айдарову): 1 – рожь; 2 – овес; 3 – пшеница; 4 – ячмень.

$$S_p = \begin{cases} S_{доп}^i, \text{ если } -S_{факт}^i \leq S_{доп}^i \\ S_{факт}^i, \text{ если } -S_{доп}^i < S_{факт}^i < S, \\ S_k^i, \text{ если } -S_{факт}^i \geq S_k^i \end{cases}$$

здесь S_p – расчетное значение засоления почвы (по хлору); $S_{факт}$ – фактическое засоление почвы по фазам развития.

Степень токсичности засоленных почв для сельскохозяйственных культур характеризуется рядом показателей (содержание отдельных ионов в водной вытяжке, сумма токсичных солей, токсичная щелочность, реакция почвенной среды, содержание обменного натрия). Предельное значение показателя токсичности, выше которого начинается угнетение роста и развитие сельскохозяйственных культур, называют порогом токсичности. Значения порогов токсичности, ниже которых обеспечивается нормальное развитие всех сельскохозяйственных культур, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Оптимальные интервалы почвенного раствора для растений и микроорганизмов

Растение	pH	Растение	pH
Люцерна	7,2...8,0	Хлопчатник	6,5...7,3
Сахарная свекла	7,0...7,5	Просо	5,5...7,5
Конопля	6,7...7,4	Рожь	5,0...7,7
Капуста	6,5...7,4	Овес	5,0...7,5
Огурцы	6,4...7,5	Гречиха	4,7...7,5
Лук	6,4...7,5	Редис	5,0...7,3
Ячмень	6,0...7,5	Морковь	5,6...7,0
Пшеница озимая	6,3...7,5	Томат	5,0...8,0
Пшеница яровая	6,0...7,3	Лен	5,5...6,5
Кукуруза	6,0...7,5	Картофель	4,5...6,3
Соя	6,5...7,5	Чайный куст	4,0...5,0
Горох	6,0...7,0	Люпин	4,6...6,0
Кормовые бобы	6,0...7,0	Брюква	4,8...5,5
Фасоль	6,4...7,1	Тимофеевка	4,5...7,6
Клевер	6,0...7,0	Азотобактерии	6,0...8,0
Салат	6,0...7,0	Нитрификаты	6,8...7,8
Подсолнечник	6,0...6,8	Денитрификаты	7,0...8,0

Для регулирования кислотности почв и связанной с ней подвижных форм токсичных элементов необходимо знать оптимальные интервалы кислотности для сельскохозяйственных растений и полезных микроорганизмов. Оптимальный интервал pH зависит не только от физиологиче-

ских особенностей сельскохозяйственных культур, но и от растворимых почвенных компонентов. Многочисленными исследованиями установлены оптимальные пределы реакции почвенного раствора для возделываемых культур и микроорганизмов (табл. 4).

По содержанию обменного натрия порог токсичности составляет 10 % ППК для высокогумусных и 5 % для малогумусных почв. Содержание обменного магния не должно превышать 20 % ППК.

Солеустойчивость растений зависит также от других условий среды: температуры воздуха, уровня водообеспеченности растений, интенсивности их освещения и минерального питания. Большое влияние на солеустойчивость растений оказывает также плодородие почвы и, в частности, уровень минерального питания. На бедных почвах солеустойчивость растений заметно снижается, а на почвах с повышенным уровнем минерального питания – повышается. Для повышения солеустойчивости растений перед посевом их семена замачивают в растворах солей, применяют микроэлементы (*B*, *Mn*, *Cu*, *Zn*, *Co*, *Cd*, *J*, *Al*, *Mo*), увеличивают уровень минерального питания, а также дозы азотных и фосфорных удобрений.

На кислых почвах реакция почвенной среды оказывает разнонаправленное влияние на свойства почв и на растения (рис. 13).

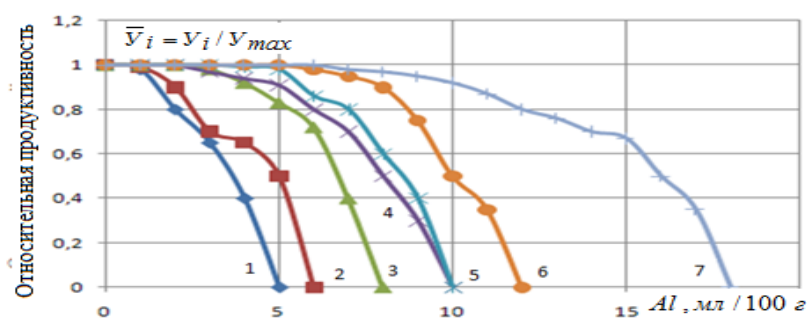


Рис. 13. Влияние содержания подвижных форм алюминия на относительную урожайность культур: 1 – свекла столовая и сахарная; 2 – люцерна; 3 – клевер красный; 4 – гречиха; 5 – кукуруза, ячмень, кормовые бобы; 6 – лен; 7 – овес.

При повышенном содержании подвижных соединений алюминия в почве образуются труднорастворимые фосфаты алюминия, фосфор который становится малодоступным растениям. Алюминий токсичен для многих растений; уже при концентрации *Al* в растворе, равной 2 мг/дм³, наблюдается резкое ухудшение развития корневой системы, нарушается углеводный, азотный и фосфатный обмен в растениях. Более высокие кон-

центрации алюминия вызывают резкое снижение урожая зерновых культур, и даже их гибель (см. рис. 13). Повышение кислотности почвы резко увеличивает подвижность тяжелых металлов, которые отрицательно влияют на рост и развитие растений (рис. 14).

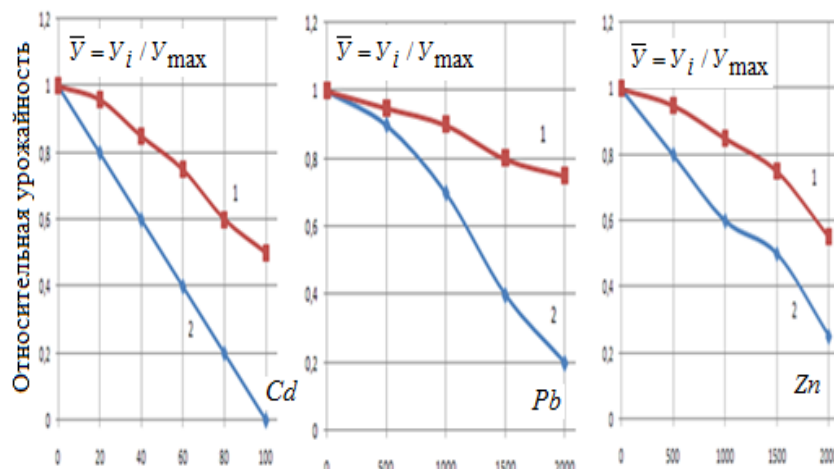


Рис. 14. Урожайность зерновых и кормовых культур в зависимости от содержания в почве тяжелых металлов Cd , Pb , Zn (по И.П. Айдарову): 1 – чернозем типичный; 2 – дерново-подзолистая почва.

По устойчивости к содержанию в почвенном растворе подвижного алюминия сельскохозяйственные растения подразделяют на особо-, слабочувствительные, среднеустойчивые и устойчивые. К особо чувствительным относятся: клевер красный, свекла сахарная и столовая, озимая пшеница, озимая рожь, люцерна; к слабочувствительным: горох, фасоль, гречиха, яровая пшеница, ячмень, лен, турнепс; к среднеустойчивым: кукуруза, просо и картофель; к устойчивым: тимофеевка, люпин, овес.

Влияние минерализации оросительной воды на относительную урожайность хлопчатника проиллюстрировано на рис. 15.

На рис. 15 видно, что для хлопчатника при минерализации используемых вод $1...2 \text{ г/дм}^3$ снижение составляет $2...6 \%$, при $2...4 \text{ г/дм}^3$ – $2...12 \%$, а при $4...6 \text{ г/дм}^3$ снижение урожайности составляет до $30...40 \%$ в зависимости от обеспеченности [8].

По результатам натурных исследований при использовании дренажных вод и их влиянию на урожайность растений построен график (рис. 16). На рис. 16, приведена зависимость снижения урожайности люцерны (сена и зеленой массы) от минерализации поливной воды, где в контрольном варианте минерализация воды составляет $0,80...1,20 \text{ г/дм}^3$.

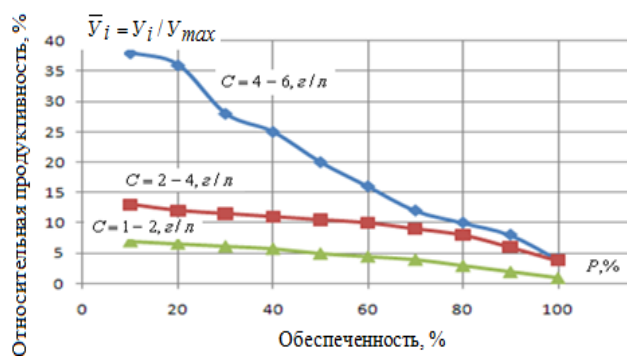


Рис. 15. Кривые обеспеченности относительного снижения урожайности хлопчатника при поливе оросительной водой с различной минерализацией (С).

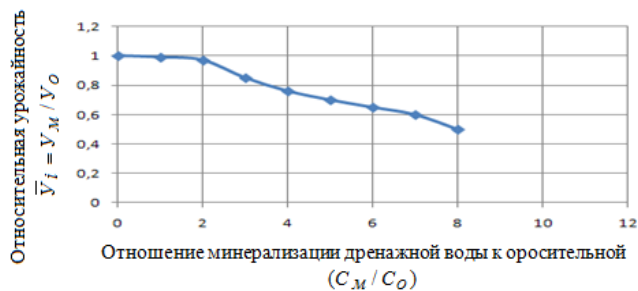


Рис. 16. Зависимость урожайности хлопчатника от минерализации оросительной воды (Y_M – урожайность при орошении минерализованной водой; Y_0 – урожайность при орошении оросительной водой, с минерализацией 1 г/дм³; C_M / C_0 – отношение минерализаций дренажной воды к оросительной воде).

На основе изучения орошения почв минерализованными водами ценные теоретические и практические выводы содержатся в работах Н.Г. Минашиной [11], которая вплотную приблизилась к решению проблемы всесторонней оценки качества оросительной воды (рис. 17).



Рис. 17. Зависимость урожайности люцерны (сена и зеленой массы) от минерализации поливной воды.

Как видно на рис. 17, урожайность сельскохозяйственных культур снижается при повышении минерализации оросительных вод, то есть зависит от солеустойчивости сельскохозяйственных культур и сравнение данных по скорости снижения урожайности при нарастании минерализации оросительных вод показывает определенное совпадение кривизны убывающей экспоненты с оценками их устойчивости.

Полученные авторами на основе анализа литературных данных уравнения вида $\bar{Y} = Y / Y_{max} = f(C_o)$ для различных сельскохозяйственных культур с высоким коэффициентом корреляции (R) приведены в табл. 5 [6].

Таблица 5

Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от минерализации оросительных вод ($\bar{Y} = Y_i / Y_{max}$)

Культура	Уравнение	Параметр		
		R	C_{ϵ}^{don}	\bar{Y}
Ячмень	$Y_i = Y_{max} \left[1 - (\sqrt{C_{\epsilon}} - 3,75) / 2,5 \right]$	0,81	3,75	1,0
Сахарная свекла	$Y_i = Y_{max} \left[1 - (\sqrt{C_{\epsilon}} - 2,9) / 21,25 \right]$	0,80	2,90	1,0
Хлопчатник	$Y_i = Y_{max} \left[1 - (\sqrt{C_{\epsilon}} - 2,9) / 21,25 \right]$	0,80	2,90	1,0
Пшеница	$Y_i = Y_{max} \left[1 - (\sqrt{C_{\epsilon}} - 2,2) / 20 \right]$	0,78	2,20	1,0
Сорго	$Y_i = Y_{max} \left[1 - (\sqrt{C_{\epsilon}} - 1,9) / 17,8 \right]$	0,85	1,90	1,0
Рис	$Y_i = Y_{max} \left[1 - (\sqrt{C_{\epsilon}} - 1,5) / 14 \right]$	0,82	1,50	1,0
Кукуруза	$Y_i = Y_{max} \left[1 - (\sqrt{C_{\epsilon}} - 1,5) / 14 \right]$	0,82	1,50	1,0

Таким образом, система математических моделей для оценки и прогнозирования продуктивности сельскохозяйственных культур в зависимости от степени засоления почв (таблица 3) и минерализации оросительных вод (таблица 5), позволяет осуществлять оптимальное управление и регулирование процессами промывки засоленных почв и мелиоративными режимами орошаемых земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П. Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: Агропромиздат, 1990. – 60 с.
2. Айдаров И.П., Пестов Л.Ф., Корольков Т.П. Влияние типа и степени засоления почв на урожайность сельскохозяйственных культур // Сб.

- научн. тр. МГМИ / Комплексное мелиоративное регулирование почвенных процессов. – М.: 1982. – С. 120-131.
3. Безднина С.Я. Качество воды для орошения, принципы и методы оценки. – М.: Рома, 1997. – 186 с.
 4. Горбачев Р.М. Разработка вопросов эффективности переустройства ГМС в нижнем течении р. Амударьи. – Ташкент: САНИИРИ, НТО, 1980. – 54 с.
 5. Горюнов Н.С. Как бороться с засолением орошаемых земель. – Алматы: Кайнар, 1973. – 110 с.
 6. Даримбетов У.Д., Мустафаев Ж.С. Математическое моделирование почвенно-мелиоративных процессов в орошаемых землях // Тр. ТИИИМСХ / Вопросы рационального использования водных ресурсов и охраны их от загрязнения в условиях Казахстана. – 1983. – Вып. 129. – С. 77-85.
 7. Духовный В.А., Баклушин М.Б., Томин Е.Д., Серебренников Ф.В. Горизонтальный дренаж на орошаемых землях (Под ред. В.А. Духовного). – М.: Колос, 1979. – 256 с.
 8. Духовный В.А., Умарджанов Д. Методика оценки эффективности переустройства оросительных систем // Сборник научных трудов / Совершенствование гидромелиоративных систем. – Ташкент: 1982. – Вып. 167. – С. 41-80.
 9. Ковда В.А., Мамаева Л.И. Пределы токсичности солей в почвах Пахта-Арала для люцерны и хлопчатника // Почвоведение. – 1939. – №4. – С. 80-99.
 10. Марюшин П.А. Разработка схемы регулирования водно-солевого режима почв при орошении черноземов // Строительство и техногенная безопасность. – 2005. – Вып. 10. – С. 145-151.
 11. Минашина Н.Т. Токсичные соли в почвенном растворе, их расчет и классификация почв по степени засоления // Почвоведение. – 1970. – №8. – С. 65-75.
 12. Мирзаев З.М. Реакция некоторых сельскохозяйственных культур на засоленность почв и грунтовых вод в условиях равнинного Дагестана. // В кн. «Вопросы рационального использования и повышение плодородия почв Дагестана». – Махачкала, 1972. – С. 142-149.
 13. Митчерлих Э.А. Почвоведение. – М.: Изд-во ин. лит-ры, 1957. – 416 с.
 14. Мустафаев Ж.С., Даримбетов У.Д. Математическое моделирование программных урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1983. – №6. – С. 64-69.
 15. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж., Абдешев К.Б. Моделирование засоления и рассоления почвы. – Тараз: 2013. – 204 с.
 16. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж. Методологические основы оценки предельно-допустимого использования природных ресурсов (Аналитический обзор). – Тараз: 2011. – 45 с.

17. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Энерго-массообмен в системе растение – почва – приземный воздух. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 358 с.
18. Патахов М.Н. Солеустойчивость люцерны к водно-растворимым солям почвы // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1961. – №11. – С. 61-65.
19. Пирузян С.С. Влияние засоления почв на рост и развитие кукурузы // Почвоведение. – 1959. – №2. – С. 45-50.
20. Попов В.А. Математическое выражение закона лимитирующего фактора и его приложение к задачам мелиоративного земледелия // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – №2. – С. 30-34.
21. Рабочев И.С., Бурдыгина В.С. Влияние концентрации почвенного раствора на урожай хлопчатника // В сб. статей. – Ашхабад: «Ылым», 1968. – С. 125-145.
22. Рау А.Г. Водопотребление на рисовых системах. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – 86 с.
23. Усманов А.У. Влияние качества оросительной воды на урожайность сельскохозяйственных культур // Мелиорация земель низовий рек Аральского региона / Тр. САНИИРИ. – 1988. – С. 38-42.
24. Цвылев Е.М. Влияние солонцеватости южных черноземов на урожайность зерновых культур // Почвоведение – 1975. – №11. – С. 61-65.
25. Шмидт С.М. О статистической связи урожайности хлопчатника с засолением почвогрунтов // Сборник научных трудов САНИИРИ / Принципы регулирования мелиоративных режимов почв. – 1982. – Вып. 166. – С. 132-143.

Поступила 23.09.2014

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы	Ә.Т. Қозыкеева
Экон. ғылымд. канд.	Қ.Ж. Мұстафаев
	Қ.Б. Абдешев

ТҮЗДАНҒАН СУҒАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРДЕГІ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӨРНЕГІ

Суғармалы жерлердің топырағының ылғалдану тәртібінің және тұздану дәрежесінің ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігіне әсерін зерттеуге арналған нәтижелерін жүйелеу және өрнектеудің негізінде агроландшафттық жүйелердегі гидрогеохимиялық үрдістерді басқаруға және реттеуге арналған үлгі құрылған.

УДК 911.3:613(574.11)

Б.В. Шкуринский *

**МЕТОДИКА МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ
ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНО-
КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ, МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ РАЙОН, ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, УРОВЕНЬ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

В статье рассматривается применение методов медико-географического районирования. В качестве его составных частей предлагается авторская оценка природных и социально-экономических условий Западно-Казахстанской области, а также оценка уровня общественного здоровья населения. Главным результатом данного исследования является проведенное комплексное медико-географическое районирование территории Западно-Казахстанской области.

В последнее время уровень заболеваемости населения Западно-Казахстанской области (согласно материалам официальной статистики Министерства здравоохранения Республики Казахстан) по основным группам болезней продолжает оставаться высоким. Например, Западно-Казахстанская область (ЗКО) среди областей Республики Казахстан выделяется высокой заболеваемостью туберкулезом, онкологическими заболеваниями, а также общей смертностью населения. Это обусловлено воздействием ряда факторов, среди которых большое значение имеет влияние неблагоприятных для жизни и здоровья населения природных, антропогенных и социально-экономических условий. Для устранения данных проблем и оптимизации пути улучшения здоровья населения необходимо провести комплексное изучение вероятностей возникновения и распространения заболеваний населения в зависимости от проявления различных факторов среды.

Цель данной работы состоит в изучении сложившейся медико-географической ситуации посредством комплексного анализа взаимосвязей между заболеваемостью

* Западно-Казахстанский государственный университет, г. Уральск

населения и условиями окружающей среды и проведения на основе этого анализа медико-географического районирования Западно-Казахстанской области.

Основной единицей комплексного медико-географического районирования является медико-географический район – территория с характерным сочетанием уровня общественного здоровья населения и особенностями природных и социально-экономических условий в пределах каждого района.

Основой для проведения комплексного медико-географического районирования являются медико-географическая оценка природных и социально-экономических условий, а также типология административных районов по уровню общественного здоровья населения.

Анализ территориальной дифференциации природных условий, влияющих на возникновение и распространение заболеваний, дает основание провести медико-географическую оценку природных условий территории. За низшую таксономическую единицу при оценке природных условий принимается медико-природный район. При проведении границ природных районов используется метод сопряженного анализа тематических карт. Необходимо отметить в целом совпадение границ медико-природных районов с физико-географическими районами.

Медико-географическая оценка социально-экономических условий территории основывается на анализе территориальной дифференциации социальных, экономических и медицинских условий. За низшую таксономическую единицу при оценке социально-экономических условий принимается медико-социальный район. Поскольку все статистические данные, характеризующие социально-экономические условия, даются в разрезе административных районов, то границы медико-социальных районов совпадают с границами административных районов.

Для характеристики общественного здоровья населения используется набор исходных показателей заболеваемости и смертности населения. Все региональные показатели необходимо преобразовать в стандартизированные индексы, характеризующие отношение числового значения регионального показателя к числовому значению этого же показателя в целом по административной области. По каждому району автором производится расчет региональных числовых значений в 2 показателя – в интегральный показатель смертности и интегральный показатель заболеваемости. Интегральный показатель уровня общественного здоровья населения рассчитывается как сумма интегральных показателей смертности и заболеваемости.

Завершающим этапом исследования является карта комплексного медико-географического районирования. В качестве критериев выделения медико-географических районов принимается уровень социально-экономического развития и медицинского обеспечения, а также уровень общественного здоровья населения.

В пределах медико-географических районов выделяются территории с различным уровнем комфортности природной среды, поэтому границы медико-географических районов корректировались с учетом границ медико-природных районов. Автором были выделены следующие группы природных факторов, оказывающих влияние на формирование медико-географической ситуации в Западно-Казахстанской области: климатические, геохимические и биотические [1, 2, 3, 4].

Особенность влияния климатических условий заключается в том, что они влияют не изолированно, а в совокупности. Для оценки степени комфортности климата по оценочным показателям на территории Западно-Казахстанской области, нами была разработана оценочная шкала. Эта шкала включает набор основных климатических показателей и их оценку: абсолютную (в единицах измерения) и балльную (в баллах).

Комплексный анализ климатических условий ЗКО позволил выделить 5 категорий комфортности: комфортные, умеренно комфортные, мало комфортные, умеренно дискомфортные и дискомфортные [5]. Сделанная оценка дает возможность провести комплексную типизацию данных по степени климатической комфортности территории ЗКО. Анализ литературных источников по эколого-географическим исследованиям дает нам основание считать, что наиболее оптимальной картографической основой для проведения типизации территории ЗКО является схема физико-географического районирования. Наиболее комфортные климатические условия отмечаются на севере ЗКО. Комплексный показатель комфортности $K_{cp} > 1,91$. Крайне низкая климатическая комфортность отмечается на территории южных районов области ($K_{cp} < 1,6$). Как свидетельствуют результаты исследования, наиболее сильные метеотропные реакции проявляются у больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Корреляционный анализ роли климатических факторов в патогенезе болезней сердечно-сосудистой системы показал, что наиболее весомым климатическим показателем является общая степень климатической комфортности ($r = 0,51$).

Кроме климатических факторов, потенциальное влияние на здоровье населения оказывают и геохимические условия территории, среди ко-

торых наибольшее значение имеют: минерализация подземных вод, жесткость поверхностных вод и индекс загрязнения воды (ИЗВ).

Среди геохимических условий, наибольшее влияние на возникновение болезней местного населения оказывает минерализация подземных вод. Как свидетельствуют результаты исследования, минерализация подземных вод оказывает влияние на течение болезней органов пищеварения ($r = 0,9$) и болезней органов эндокринной системы ($r = 0,7$). Для более наглядного отображения зависимости заболеваемости населения от минерализации подземных вод мы использовали сопряженный анализ тематических картограмм.

Анализ территориальной дифференциации природных условий, влияющих на возникновение и распространение заболеваний, позволил провести медико-географическую оценку комфортности природных условий, влияющих на формирование ситуации в ТМГС, по результатам которой проведена типология территории Западно-Казахстанской области. За низшую таксономическую единицу типологии нами принят медико-природный район, а группы районов объединены в медико-природные округа. При проведении границ природных районов использовался метод сопряженного анализа тематических карт. Необходимо отметить в целом совпадение границ медико-природных районов с физико-географическими районами Западно-Казахстанской области.

Для медико-географической оценки влияния каждого природного фактора, нами была разработана балльная шкала. Эта шкала включает набор основных природных условий, их оценку: абсолютную (в единицах измерения) и балльную (в баллах). Абсолютная оценка элементов природной среды была взята нами по среднесезонным данным Западно-Казахстанской гидрометеорологической станции, Уральской противочумной станции, а также Национальных отчетов о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Дробность балльной шкалы определялась на основе внутрирегиональных различий элементов природной среды ЗКО.

Выделенные нами природные районы отличаются разной степенью проявления факторов природной среды, влияющих на формирование ситуации в ТМГС. Критерием выделения медико-природных районов является уровень комфортности природной среды. Медико-природные районы образуют хорошо выраженные естественные группы, которые определены нами как медико-природные округа. Таким образом, была составлена картограмма медико-географической оценки природных условий ЗКО (рис. 1).

На этой карте выделенные нами 10 природных районов оценены по степени комфортности факторов природных условий, влияющих на заболеваемость населения. Поэтому, эти природные районы назвали медико-природными районами и сгруппировали их в 4 медико-природных округа.

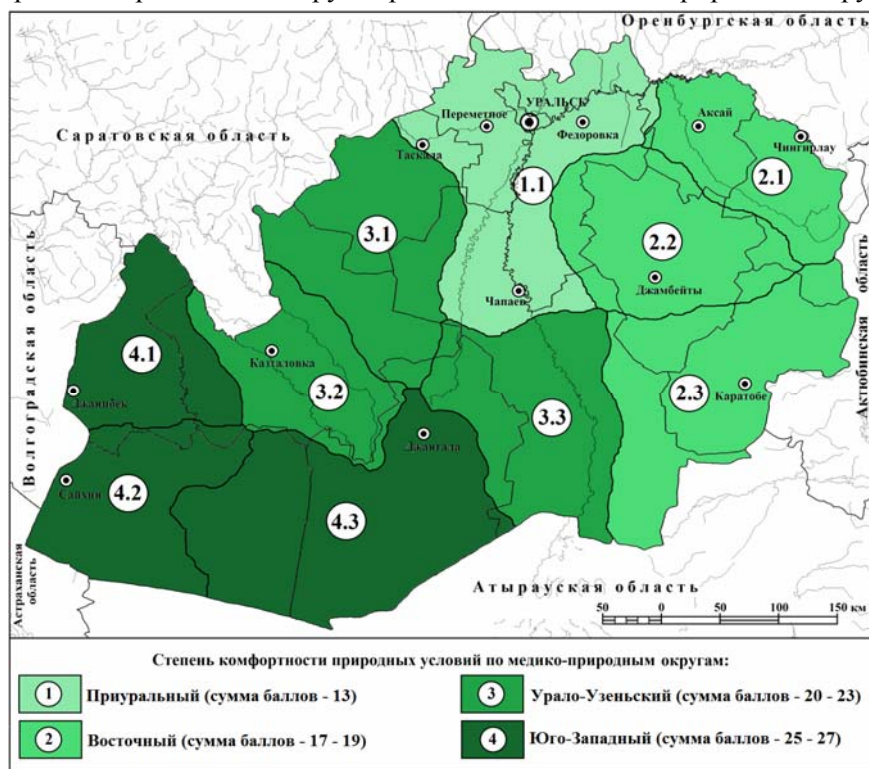


Рис. 1. Медико-географическая оценка природных условий ЗКО.
Составлено по материалам автора, 2010 год.

Наибольшая степень комфортности природных условий, влияющих на здоровье населения, отмечается на территории Приурального медико-природного округа (сумма баллов – 13). Крайне низкой степенью комфортности природных условий выделяется Юго-Западный медико-природный округ (сумма баллов – 25...27), состоящий из 3-х медико-природных районов.

Помимо природных условий, на формирование ситуации в ТМГС ЗКО влияют и социально-экономические условия, которые были подразделены на 3 группы: социальные, экономические и медико-санитарные. Все статистические данные взяты в разрезе административных районов за период с 1990 по 2010 гг. Социальные условия представлены единым показателем – обеспеченностью населения жильем. Группа экономических условий

включает следующий набор факторов: среднемесячная зарплата, прожиточный минимум, уровень общей безработицы, обеспеченность населения личным автотранспортом, плотность автодорог, покупательная способность зарплат. Из набора медико-санитарных условий, которые определяют уровень развития здравоохранения ЗКО, нами были выбраны следующие показатели в расчете на 10 000 жителей: общее количество врачей, медсестер, учреждений первой скорой медицинской помощи, количество больничных коек, количество санитарных автомобилей на 1 человека.

Для определения влияния социальных, экономических и медицинских условий на заболеваемость населения, по каждому социально-экономическому фактору были определены коэффициенты корреляции, которые помещены в таблицу корреляционных связей. Анализ таблицы позволяет сделать выводы о том, какие из социально-экономических факторов оказывают наибольшее или наименьшее влияние на возникновение различных групп заболеваний. Наиболее значимые коэффициенты корреляций прямой направленности выявлены между перечисленными группами заболеваний и такими факторами, как: уровень зарплат, уровень безработицы, обеспеченность медсестрами, обеспеченность автотранспортом. Кроме социально-экономических условий с наиболее значимой корреляцией, нами выявлены факторы, которые не оказывают значительного влияния на возникновение заболеваний населения. К ним относятся: обеспеченность врачами, количество станций передвижной скорой медицинской помощи (ПСМП), обеспеченность жильем, рацион питания, покупательная способность, прожиточный минимум.

Так как на возникновение и распространение заболеваний в большинстве случаев оказывает влияние не отдельно взятый фактор, а их комплекс, нами были определены корреляционные связи между группами заболеваний и общим уровнем социально-экономического развития. Анализ этих данных показывает, что наиболее значимые связи отмечаются между общим уровнем социально-экономического развития и заболеваемостью населения туберкулезом (-0,7), а также болезнями органов пищеварения (-0,7) и кровообращения (-0,7).

Медико-географическая оценка социально-экономических условий ЗКО, влияющих на формирование ситуации в ТМГС, основана на проведенном нами анализе территориальной дифференциации социальных, экономических и медицинских условий. По результатам этой оценки была проведена типология территории Западно-Казахстанской области. За низшую таксономическую единицу типологии нами принят медико-

социальный район. Таким образом, каждый медико-социальный район включает определенное количество административных районов ЗКО.

Для оценки степени влияния каждого социально-экономического фактора, нами была разработана таблица ранжирования социальных, экономических и медицинских условий (табл. 1). Чем выше значение какого-либо фактора, тем выше его ранг, за исключением показателя «уровень безработицы». В этом случае, районы с более высоким уровнем безработицы имеют менее высокий ранг.

Таблица 1

Ранжирование административных районов по социальным, экономическим и медицинским условиям

Район	Фактор								Сумма мест
	Обеспеченность жильем	Уровень зарплаты	Уровень безработицы	Обеспеченность автотранспортом	Обеспеченность врачами	Обеспеченность медсестрами	Обеспеченность койками	Количество учреждений ПСМП	
Акжаикский	12	6	5	12	8	10	10	4	67
Бокейординский	9	10	13	10	10	2	4	10	68
Бурлинский	2	1	2	2	2	11	11	3	34
Джангалинский	10	4	11	9	7	6	3	10	60
Джанибекский	11	12	12	13	9	3	2	9	71
Зеленовский	3	3	4	4	3	13	13	2	45
Казталовский	7	13	10	7	6	5	7	6	61
Каратобинский	13	9	6	11	5	9	5	9	67
Сырымский	8	11	9	6	11	4	8	7	64
Таскалинский	4	7	7	3	12	8	9	10	60
Теректинский	6	5	1	5	13	12	12	5	59
Чингирлауский	5	8	3	8	4	7	6	10	51
г. Уральск	1	2	8	1	1	1	1	1	16

Уровень социально-экономического развития и медицинского обеспечения определен суммированием ранговых мест на территории каждого административного района области. Каждый административный район имеет определенный уровень социально-экономического развития и медицинского обеспечения населения. По этому критерию они образуют естественные группы, которые представляют собой медико-социальные районы. Таким образом, была составлена оценочная картограмма медико-

социального районирования Западно-Казахстанской области (рис. 2). На этой карте нами выделено 6 медико-социальных районов.

Район с наиболее благоприятными социально-экономическими условиями занимает территорию города Уральска (сумма ранговых мест – 16). В данном медико-социальном районе наблюдается самый высокий уровень социально-экономического развития и медицинского обеспечения населения. Крайне неудовлетворительные социально-экономические условия отмечены в Джанибекском и Бокейординском административных районах Западно-Казахстанской области (сумма ранговых мест – 68...71), в которых отмечается крайне низкий уровень социально-экономического развития и медицинского обеспечения населения.

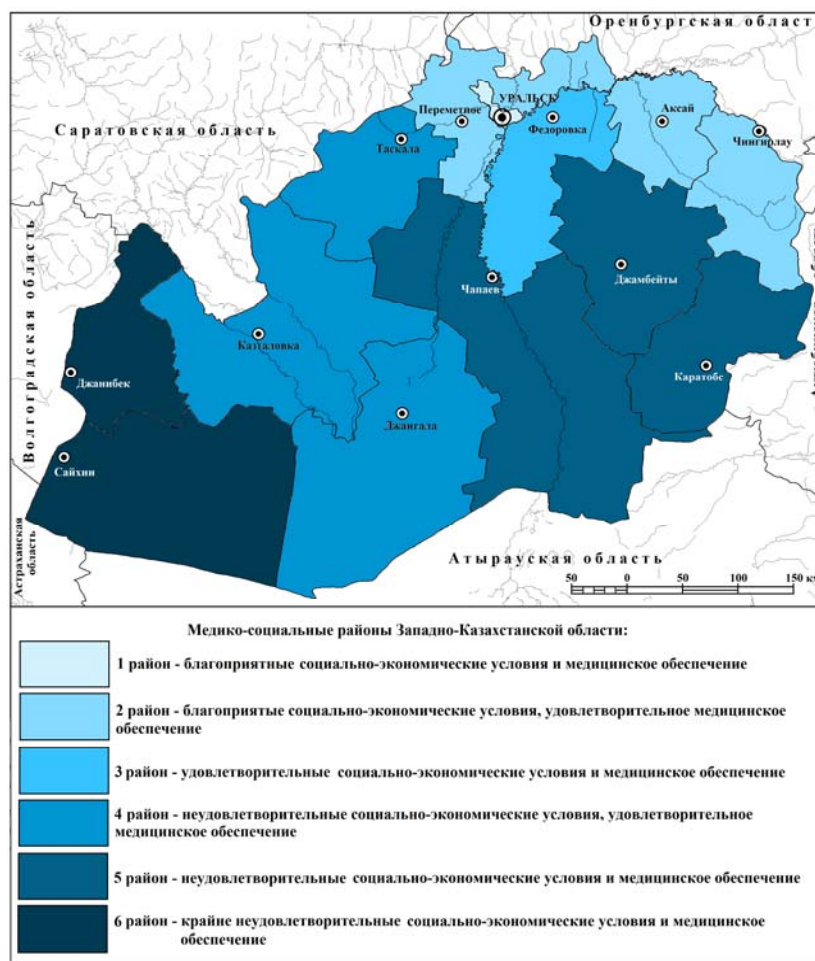


Рис. 2. Медико-географическая оценка социально-экономических условий ЗКО. Составлено по материалам автора, 2010 год.

Для характеристики общественного здоровья населения области, автором был отобран исходный набор показателей заболеваемости и смертности населения за период с 1990 по 2009 гг. Все региональные показатели были преобразованы в стандартизированные индексы, характеризующие отношение числового значения регионального показателя к числовому значению этого же показателя в целом по ЗКО. По каждому району производился расчет региональных числовых значений в 2 показателя – в интегральный показатель смертности и интегральный показатель заболеваемости. Интегральный показатель уровня общественного здоровья населения Западно-Казахстанской области рассчитывается как сумма интегральных показателей смертности и заболеваемости. Все административные районы области по различному уровню общественного здоровья населения были объединены в 4 группы (рис. 3).

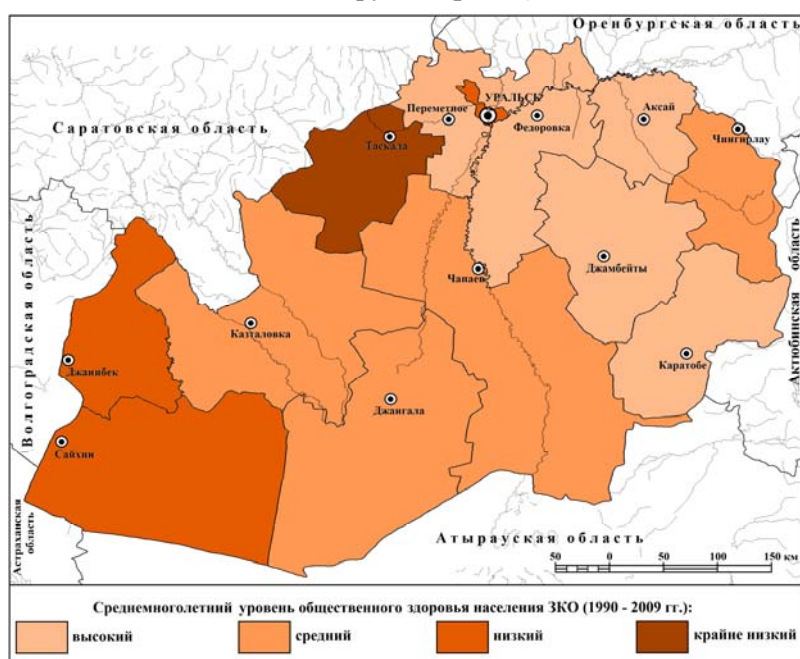


Рис. 3. Среднеголетний уровень общественного здоровья населения ЗКО (за 1990...2009 гг.). Составлено автором по данным МЗ РК, 2010 год.

Группа с высоким уровнем общественного здоровья населения включает Зеленовский, Теректинский, Бурлинский, Сырымский и Каратобинский районы ЗКО, в которых наблюдаются низкие показатели заболеваемости населения по основным группам болезней, а также средние показатели смертности населения. Группа с крайне низким уровнем общественного здоровья населения включает территорию Таскалинского адми-

нистративного района, который характеризуется самыми высокими показателями заболеваемости и высокими показателями смертности населения.

Анализ совокупного влияния природных, социальных, экономических и медицинских факторов на формирование ситуации в ТМГС, а также изучение уровня общественного здоровья населения позволил провести медико-географическое районирование Западно-Казахстанской области. Для оценки уровня здоровья населения, а также степени влияния на этот уровень социальных, экономических и медицинских условий (СЭУ), автором была составлена таблица (табл. 2). Она включает ранги по уровню общественного здоровья, социально-экономического развития и медицинского обеспечения в районах Западно-Казахстанской области: чем ниже показатель ранга, тем ниже уровень общественного здоровья, социально-экономического развития и медицинского обеспечения. Суммы рангов явились критерием отнесения каждого административного района к какому-либо медико-географическому району.

Таблица 2

Уровень общественного здоровья населения, социально-экономического развития и медицинского обеспечения по административным районам ЗКО

Район	Ранг по СЭУ	Ранг по уровню общественного здоровья	Сумма ранговых мест
Акжайыкский	8	7	15
Бокейординский	12	12	24
Бурлинский	2	4	6
Джангалинский	10	6	16
Джанибекский	13	9	22
Зеленовский	3	2	5
Казталовский	7	10	17
Каратобинский	11	3	14
Сырымский	9	5	14
Таскалинский	6	13	19
Теректинский	5	1	6
Чингирлауский	4	8	12
город Уральск	1	11	12

В пределах медико-географических районов выделяются территории с различным уровнем комфортности природной среды, поэтому границы медико-географических районов проводились с учетом границ медико-природных районов. В табл. 3 приведена оценка уровня общественного здоровья, социально-экономического развития, медицинского обеспечения, а также степени комфортности природной среды в медико-географических районах ЗКО.

На территории области было выделено 15 медико-географических районов, отличающихся различным уровнем общественного здоровья населения, а также различной степенью комфортности природных и социально-экономических условий (рис. 4).

Таблица 3

Уровень общественного здоровья населения, социально-экономического развития, медицинского обеспечения и комфортности природной среды по медико-географическим районам ЗКО

№	Медико-географический район	Комфортность ПУ	Общий уровень ОЗ, СЭР и МО	Сумма ранговых мест
1	Северо-Уральный	13	6	19
2	Приутвинский	17	6	23
3	Уральский	13	12	25
4	Урало-Кушумский	13	15	28
5	Чиликский	17	12	29
6	Шидертгинский	18	14	32
7	Аккумский	19	14	33
8	Южно-Уральный	20	15	35
9	Узенско-Чижинский	21	17	38
10	Чижинский	21	19	40
11	Приузенский	23	17	40
12	Камыш-Самарский	27	16	43
13	Джаныбекский	25	22	47
14	Хакский	27	24	51
15	Нарынский	27	24	51

Примечание: ОЗ – уровень общественного здоровья, СЭР – уровень социально-экономического развития, МО – медицинское обеспечение, ПУ – природные условия.

Наименьшая степень дискомфорта природных и социально-экономических условий, а также высокий уровень общественного здоровья населения отмечены в Северо-Уральном медико-географическом районе, занимающем территории Зеленовского и Теректинского административных районов ЗКО (19 баллов).

Наиболее дискомфортным для жизни населения является Нарынский медико-географический район, занимающий восточную часть территории Бокейординского района ЗКО. В данном медико-географическом районе неблагоприятное действие природных условий усугубляется крайне неудовлетворительными социально-экономическими условиями (51 балл). Неблагоприятное действие природных и социально-

экономических условий обусловило низкий уровень общественного здоровья населения.

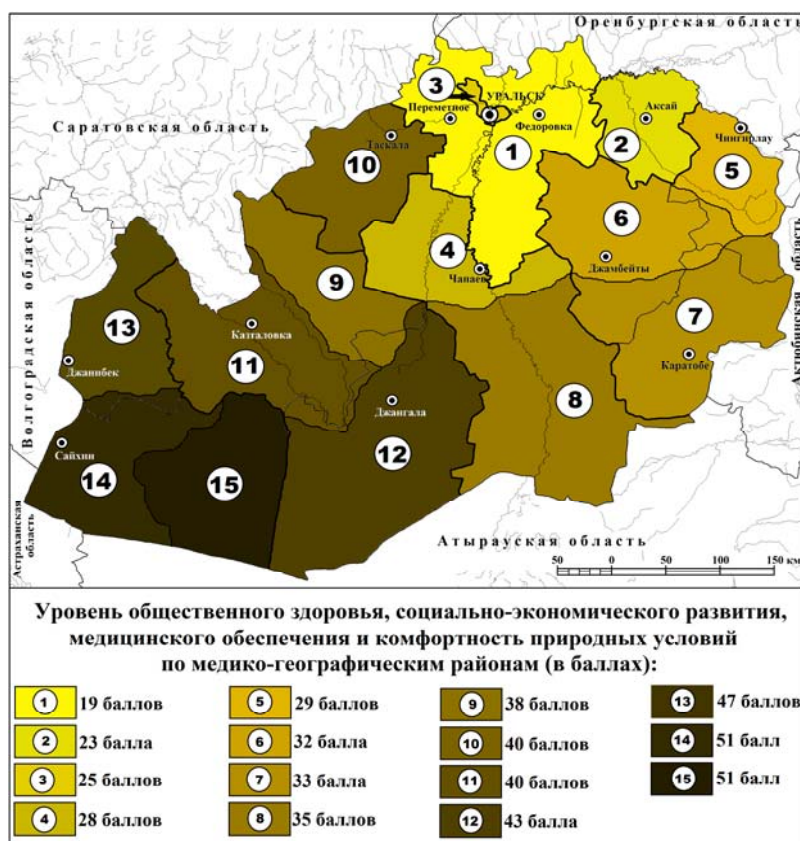


Рис. 4. Медико-географическое районирование ЗКО. Составлено по материалам автора, 2010 год.

Особое внимание заслуживает Уральский медико-географический район, на территории которого отмечается высокая степень климатической комфортности, природные условия в слабой мере являются причиной заболеваемости населения. В дополнение к этому, данный медико-географический район характеризуются наиболее благоприятными социально-экономическими условиями. Несмотря на это город Уральск входит в группу с низким уровнем общественного здоровья населения, что обусловлено влиянием антропогенного загрязнения окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шкуринский Б.В. Медико-географическая ситуация в Западно-Казахстанской области: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Пермь, 2014. – 20 с.

2. Шкуринский Б.В. Медико-природное районирование Западно-Казахстанской области: история изучения вопроса и методика // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – Воронеж, 2012. – №1. – С. 66-73.
3. Шкуринский Б.В. Медико-природное районирование Западно-Казахстанской области // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2011. – №3. – С. 150-159.
4. Шкуринский Б.В. Медико-природное районирование Западно-Казахстанской области: история изучения вопроса и методика. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 69 с.
5. Шкуринский Б.В. Методика определения климатической комфортности территории Западно-Казахстанской области // Гидрометеорология и экология. – 2012. – №1. – С. 74-80.

Поступила 14.10.2014

Б.В. Шкуринский

**АУМАҚТЫ МЕДИКО-ГЕОГРАФИЯЛЫҚ АУДАНДАСТЫРУ
ӘДІСТЕМЕСІ (БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ МЫСАЛЫНДА)**

Мақалада медициналық-географиялық аудандастыру әдістерін қолданылуы қарастырылады. БҚО-ның табиғи және әлеуметтік-экономикалық жағдайының авторлық бағалауы, сонымен қатар халықтың қоғамдық денсаулығының деңгейін бағалауы мақаланың құрамдас бөлігі ретінде ұсынылады. БҚО-ын кешенді медициналық-географиялық аудандастыру бұл зерттеу жұмысының басты нәтижесі болып табылады.

УДК 556.11:639.3

О.А. Шарипова *

**СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ЛОКАЛЬНЫХ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗЕРА БАЛХАШ***ТЕХНОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, ГИДРОБИОНТЫ, ИХТИОФАУНА*

В статье представлен сравнительный анализ токсикологических показателей гидросистемы бухты Бертыс и залива Торангалык, в настоящий период и 90-е годы прошлого столетия, в связи с изменившимися антропогенными и природными факторами.

Одной из основных задач по сохранению биоразнообразия является обеспечение экологической устойчивости, снижение вредных воздействий на природную среду и темпов деградации водоемов, находящихся в зоне влияния промышленных комплексов.

Более устойчивые зоны с повышенными концентрациями загрязнений возникают в местах активной жизнедеятельности человека. Антропогенные загрязнения отличаются многообразием видов и многочисленностью источников. Если в начале прошлого века в промышленности применялось 19 химических элементов, то в середине – промышленное производство стало использовать около 50 элементов, а в современное время – практически все элементы таблицы Менделеева. Это существенно сказалось на составе промышленных выбросов и сбросов, привело к качественно новому загрязнению различных природных экосистем, в том числе и водных ресурсов, которые являются наиболее уязвимым звеном биосферы.

Самым крупным загрязнителем окружающей среды Северного Прибалхашья является Балхашский горно-металлургический комбинат.

За прошедшие 70 лет сточные воды и выбросы Балхашского комбината способствовали загрязнению водного и воздушного бассейнов. Под воздействием промышленных сбросов и выбросов образовались локальные зоны загрязнения – бух. Бертыс и зал. Торангалык (рис.). Многолетнее поступление поллютантов привело к изменениям качества среды обитания гидробионтов, и, как следствие, к обеднению кормовых организмов и ихтиофауны.

* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

Проблемы антропогенного загрязнения оз. Балхаш рассматривались в ряде научных статей авторов прошлых лет и настоящего времени [1, 2, 3, 6, 9, 11].

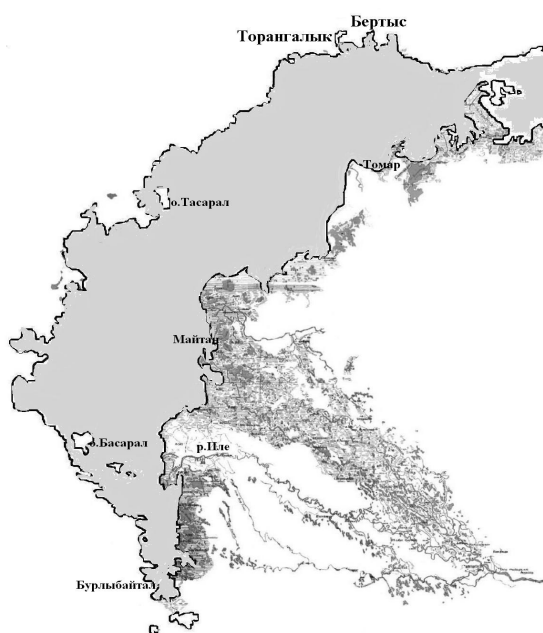


Рис. Схематическая карта западной части оз. Балхаш.

Материалом для данной работы послужили результаты исследований микроэлементного состава компонентов экосистемы оз. Балхаш, проведенные с 2007 по 2013 гг. В сравнительном анализе использовались фондовые материалы Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства.

В качестве мониторинга в воде, донных отложениях, гидробионтах в многолетнем аспекте исследовались следующие металлы: медь, цинк, свинец, кадмий. Содержание валовых форм металлов определялось атомно-абсорбционным методом.

Цель данной научной работы – сравнить современное токсикологическое состояние участков оз. Балхаш, наиболее подверженных влиянию металлургического комбината с 90-ми годами прошлого столетия, учитывая изменившиеся антропогенные и природные факторы.

Материал многолетних исследований показывает, что токсикологический облик оз. Балхаш формируется под влиянием природных и антропогенных факторов, причем в зонах промышленного воздействия антропогенный фактор становится доминирующим.

В течение многих лет в бухту Бертыс осуществлялись сбросы ПО «Балхашцветмет». Ежегодно со сбросом сточных вод в объеме 12 млн. м³ в озеро попадало огромное количество токсикантов, в том числе 362 кг меди, 145 кг молибдена, 435 кг мышьяка. Концентрация меди в бухте превышала ПДК в 50 и более раз, цинка в 5...10 раз [10].

В начале 90-х годов минувшего века комбинат выбрасывал в воздух около 230...300 тыс. т веществ, 90 % которых состояли из сернистого ангидрида. С промышленными выбросами в бухту попадало 3,85 т меди, цинка – 3,44 т, свинца – 3,35 т, мышьяка – 3,9 т. Площадь прямого воздействия на озеро составляла 220 км² [3]. Однако в последующие годы комбинат почти ежегодно наращивал объем выбросов в атмосферу и, в отдельные годы, они доходили до 700 тыс. т и более.

Следует отметить, природоохранные мероприятия, проводимые с 1989 г., способствовали значительному снижению техногенного воздействия предприятия на экологию региона. С вводом в эксплуатацию станции оборотного водоснабжения в 1989 г. прекращен сброс сточных вод в залив Торанглык. С 1994 г. комбинат перешел на бессточную систему водоснабжения и полностью прекращен сброс промышленных стоков в бухту Бертыс. Ввод в эксплуатацию сернокислотного цеха, установка сухих фильтров способствовали снижению объемов твердых выбросов, утилизации диоксида серы.

По официальным данным, суммарная масса воздушных выбросов металлургического комбината и Балхашской ТЭЦ составляла в 2005 г. 739 тыс. т в год, 2007 г. – 620,7 тыс. т, 2008 г. – 423,3 тыс. т, 2009 г. – 134,9 тыс. т, 2012 г. – 98,5 тыс. т, 2013 г. – всего 70,1 тыс. т, т.е. за девять лет количество выбросов сократилось практически в 10 раз.

Экологическое состояние оз. Балхаш во многом зависит от его гидрологического режима. В конце 90-х годов в Балхашском бассейне завершился маловодный 20-летний период и с 1999 г. уровень воды в озере начал интенсивно подниматься. Повышение уровня озера способствовало усилению внутриводоемных процессов самоочищения воды, к которым относятся совокупность гидродинамических, биохимических, химических и физических процессов, в результате чего происходит уменьшение концентрации загрязняющих веществ до естественных характеристик водного объекта.

Вследствие ослабления антропогенной нагрузки на экосистему оз. Балхаш и стабильного гидрологического режима в последние многоводные годы, отмечены положительные тенденции снижения концентра-

ции микроэлементов в воде участков локального загрязнения, а именно: в заливе Торангалык и бухте Бертыс (табл. 1).

Анализ многолетних данных показал, что до 1994 г., в годы максимальной техногенной нагрузки металлургического производства, наблюдался рост концентрации свинца и меди в воде загрязненных участков. После 1994 г., в результате перечисленных выше причин, началось снижение концентрации тяжелых металлов. Так, в настоящее время содержание меди уменьшилось в 5 раз, свинца – в 2,5...3,0 раза, цинка – в 2,0...2,5 раза по сравнению с 1992...1994 гг.

Таблица 1

Многолетняя динамика концентрации тяжелых металлов в воде районов, подверженных техногенному загрязнению металлургического комбината, мкг/дм³

Токсикант	Год	Бухта Бертыс	Залив Торангалык
Медь	1988	55,7	80,0
	1994	92,8	71,3
	2007	26,3	19,4
	2010	24,0	16,0
	2012	17,0	14,6
Цинк	1988	69,2	73,0
	1994	57,4	66,7
	2007	49,2	35,0
	2010	28,0	20,0
	2012	29,3	27,0
Свинец	1988	19,2	29,0
	1994	91,8	93,0
	2007	42,7	41,8
	2010	23,0	25,0
	2012	36,3	30,4
Кадмий	1994	-	7,2
	2007	7,0	2,0
	2010	2,3	-
	2012	5,0	5,0

Микроэлементы, попадая в водную среду, перераспределяются между компонентами экосистемы: нерастворимые формы в результате процессов сорбции осаждаются на дно, утилизируются водной растительностью, аккумулируются гидробионтами. Перераспределение и миграция химических элементов в водных экосистемах тесным образом связана с процессами, происходящими в биоте. Антропогенные потоки элементов, в том числе таких тяжелых металлов, как медь, цинк, свинец, кадмий, вклю-

чаясь в естественные биогеохимические циклы, могут привести к существенным нарушениям установившегося экологического равновесия.

Донные отложения, являясь конечным звеном стока веществ, интегрируют геохимические особенности водосборной площади. Они представляют сложную многокомпонентную систему, которая в зависимости от условий, сложившихся в водоеме, и сорбционных свойств отложений может быть либо источником поступления химических соединений в толщу воды, либо их аккумулятором.

Многолетнее поступление токсикантов с промышленными сбросами и выбросами привело к метаморфизации качественного состава донных отложений бухты Бертыс и залива Торангалык [9]. Так, в бухте Бертыс кратность превышения фонового значения для меди и свинца составляет более 30. Превышение фонового содержания цинка в осадках данного участка достигает 10 раз, кадмия – 5 раз. Аналогичные показатели несколько ниже в заливе Торангалык, что, по-видимому, связано с более интенсивно происходящими водообменными процессами и особенностями гранулометрического состава донных отложений. Концентрация меди превышает фоновый уровень в 8 раз, свинца – 4 раза, цинка и кадмия – 2 раза.

В многолетнем аспекте происходящие процессы самоочищения в бухте Бертыс и заливе Торангалык, подтверждаются и фактом очищения верхнего слоя донных отложений (табл. 2).

Таблица 2

Многолетняя динамика концентрации тяжелых металлов в донных отложениях бухты Бертыс и залива Торангалык, мг/кг

Токсикант	Год	Бухта Бертыс	Залив Торангалык
Медь	1988	600	400
	1994	3000	1000
	1997	3000	1000
	2007	1078	159
	2011	195	217
Цинк	1988	100	60,0
	1994	150	80,0
	1997	200	200
	2007	164	91,0
	2011	81,3	217
Свинец	1988	100	40,0
	1994	80,0	60,0
	1997	100	200
	2007	152	91,1
	2011	149	143
Кадмий	2007	6,0	3,2
	2011	1,4	0,9

Анализ результатов многолетних исследований показал, что содержание меди в грунтах бухты уменьшилось в 15 раз, цинка – более чем в 2 раза по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия. Концентрация меди в грунтах залива Торангалык снизилась в 4,6. Содержание кадмия в донных отложениях загрязненной акватории озера за пятилетний период снизилось более чем в 3 раза. Однако для свинца наблюдается противоположная тенденция: содержание его в грунтах бух. Бертыс и зал. Торангалык в последние годы возросло практически в 2 раза.

Биологические реакции, являющиеся следствием влияния тяжелых металлов на водную экосистему, весьма различны. В зависимости от условий окружающей среды могут происходить изменения плотности, разнообразия, групповой структуры и видового состава популяций.

Водные организмы служат индикаторами загрязнения среды обитания, по уровню накопления поллютантов в тканях можно судить об их толерантности к колебаниям экологических факторов.

Многолетние исследования Балхашского филиала КазНИИ РХ показали, что техногенное загрязнение районов озера, расположенных вблизи промышленных предприятий, способствует обеднению видового состава и снижению показателей биомассы гидробионтов [2, 6].

Зоопланктон загрязненных участков в качественном отношении беден. Он представлен более устойчивыми к загрязнению 5...6 видами ракообразных планктеров. Однако в межгодовом аспекте наблюдаются положительные факты – биомасса зоопланктона в бух. Бертыс увеличилась почти в 3 раза по сравнению 1992 г., когда в озеро осуществлялись промышленные сбросы [4].

Содержание тяжелых металлов в бентонтах, обитающих в акватории промышленных выбросов, превышает в 1,5...3 раза таковые в других районах озера. Зообентос этих же участков также является бедным по развитию донных кормовых беспозвоночных по величине биомассы, которая здесь в несколько раз ниже, чем в чистых районах озера. Но в последние годы на положительную динамику снижения концентрации микроэлементов в грунтах представители бентофауны ответили ростом количественных и качественных характеристик [4].

Анализ данных свидетельствует о том, что рыбы аккумулируют металлы в значительно меньшем количестве, чем водная растительность и кормовые организмы. Рыба обладает сравнительно развитым механизмом гомеостаза и может поддерживать свой относительно постоянный компо-

нентный состав при сравнительно широком диапазоне колебаний элементов и других структурных единиц среды обитания [8]. Согласно экспериментальным исследованиям многих зарубежных ученых (Д. Джонс, Л. Хогланд, С.П. Федий и др.), рыба способна обнаруживать и избегать растворенные токсические вещества [7]. Следует констатировать, что в самом загрязненном тяжелыми металлами районе озера – бух. Бертыс и зал. Торангалык степень накопления металлов в мышцах рыб заметно не отличается от других районов [3, 5]. Но в связи с низкой кормовой базой, обусловленной многолетним загрязнением токсичными веществами водной среды и донных отложений, данная акватория озера характеризуется бедным видовым составом ихтиофауны и не имеет рыбопромыслового значения.

Таким образом, в настоящее время в локальных зонах загрязнения – бух. Бертыс и зал. Торангалык наметилась положительная тенденция к очищению среды обитания от тяжелых металлов, что в совокупности с оптимальным гидрологическим режимом, способствует созданию благоприятных условий для развития и жизнедеятельности гидробионтов.

Однако периодически происходящие аварийные сбросы сточных вод непосредственно в бухту, загрязнение озера золовым выносом твердых веществ из хвостохранилища, в состав которых входят тяжелые металлы, продолжающееся поступление в атмосферу техногенных выбросов, требуют проведения постоянного мониторинга экологического состояния акватории, прилегающей к промышленным объектам, а также необходимость контроля со стороны компетентных органов за выполнением природоохранных мероприятий предприятиями – источниками загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Беремжанов Б.А., Лопарева Т.Я., Амиргалиева Ф.А., Ибрагимова М.А. О концентрации некоторых микроэлементов в воде оз. Балхаш // Исследование многокомпонентной системы – Алма-Ата, 1980. – С. 3-8.
2. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накыпбек С.Т., Кенжебеков Б.К. О влиянии антропогенного загрязнения на состояние биологических объектов оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №1 – С. 99-114.
3. Асылбекова С.Ж., Искеков К.Б., Лопарева Т.Я., Анурьева А.Н. Влияние воздушных выбросов промышленного комплекса «Балхашцветмет» на биоценозы озера Балхаш. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – №1. – С. 7-14.

4. Крупа Е.Г., Цой В.Н., Лопарева Т.Я., Пономарева Л.П., Анурьева А.Н., Садырбаева Н.Н., Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б. Многолетняя динамика гидробионтов озера Балхаш и ее связь с факторами среды / Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – Астрахань. – 2013. – № 3. – С. 85-96.
5. Лопарева Т.Я., Шарипова О.А., Мукашева А.С. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в организмах промысловых видов рыб озера Балхаш // Современные проблемы зоологии и паразитологии: Межд. науч. Конф., ВГУ. – Воронеж, 2013. – С. 86-88.
6. Лопарева Т.Я., Шарипова О.А., Мукашева А.С. Толерантность бентосных организмов в условиях техногенного загрязнения донных отложений озера Балхаш // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Тр. Межд. науч.-прак. конф. – Калининград, 2013. – С. 341-344.
7. Лукьяненко В.И. Токсикология Рыб. – М: Пищ. пром., 1967. – 216 с.
8. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой фауне мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 159 с.
9. Хузина Г.Г., Жумагалиулы Н. Распределение тяжелых металлов в донных отложениях оз. Балхаш в районах, подверженных техногенному воздействию // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2009. – №3. – С. 55-60.
10. Хузина Г.Г., Лопарева Т.Я. Процессы самоочищения водоема на примере бухты Бертыс озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 2 – С. 32-37.
11. Шаухарбаева Д.С., Лопарева Т.Я., Амиргалиев Н.А. Оценка влияния антропогенного загрязнения на качество воды и гидробионты озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 4 – С. 41-44.

Поступила 22.10.2014

О.А. Шарипова

БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ЛАСТАНУ АУМАҚТАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Мақалада қазіргі кезде және 90-жылдары антропогендік және табиғи факторларының өзгерістеріне байланысты көпжылдық техногендік әсерге ұшыраған Торанғалық және Бертыс шығанақтарының токсикологиялық көрсеткіштерін сараптауы бейімделген.

УДК 504.06

Доктор техн. наук Т.Т. Мусабаев *
К.М. Ахметов *

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В РАМКАХ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ

*ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА, ПРИРОДНО-
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ*

В статье рассмотрены вопросы текущего экологического состояния и основные направления охраны окружающей среды на территории Республики Казахстан.

Приказом Министра регионального развития Республики Казахстан от 31 декабря 2013 года № 403/ОД была утверждена Генеральная схема организации территории Республики Казахстан (далее – Генеральная схема) – основной градостроительный проект, содержащий видение долгосрочного территориального развития и систему рациональной организации территории Казахстана, с учетом роли регионов в социально-экономическом развитии страны [3].

Основной целью создания Генеральной схемы явилось повышение качества жизнедеятельности населения, и устойчивое пространственное развитие территории в условиях интеграции и глобализации мировых экономических процессов.

Анализ текущего экологического состояния территории республики в рамках проведенных исследований позволил выявить следующие имеющиеся ключевые проблемы:

проблемы глобального уровня (изменение климата, опустынивание, сокращение биоразнообразия, сокращение озонового слоя Земли);

проблемы национального уровня (зоны экологического бедствия, интенсивное освоение ресурсов Каспийского моря, загрязнение и истощение водных ресурсов, исторические загрязнения, трансграничные проблемы и проблемы полигонов военно-космического комплекса);

проблемы локального уровня (загрязнение воздушного бассейна, радиоактивное, бактериологическое и химическое загрязнение, бытовые и

* АО «КазНИИСА», г. Астана

промышленные отходы, чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера).

Изменение климата, происходящее за счет «парникового эффекта», является проблемой общемирового масштаба и представляет серьезную потенциальную угрозу для состояния окружающей среды Казахстана.

Так, с 80-х годов прошлого века в Казахстане преобладают положительные аномалии температуры приземного воздуха и потепление идет более высокими темпами.

Разрушение озонового слоя Земли является потенциальной угрозой для здоровья человека, животных, растительности и микроорганизмов.

По данным озонметрической сети республиканского государственного предприятия «Казгидромет» над Казахстаном, где наблюдения ведутся с 1973...1975 гг., толщина озонового слоя сократилась на 5...7 %.

Значительной экологической проблемой республики по-прежнему остается опустынивание. Процессам опустынивания и деградации подвержены в разной степени земли 70 % территории республики, что во многом обусловлено природными особенностями страны.

Острыми остается загрязнение земель, которое вызывает ухудшение условий проживания населения, изменение экологического состояния почв, снижение качества сельскохозяйственной продукции.

По данным Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства регионального развития в Республике Казахстан числится более 90 млн. га эродированных и эрозионно-опасных земель, из них фактически эродированных – 29,3 млн. га.

По данным земельного баланса по состоянию на 1 ноября 2012 года в республике числилось 245,6 тыс. га нарушенных земель, на которых размещались отвалы вскрышных и горных пород, хвостохранилища, золоотвалы, карьеры угольных и горных разработок, нефтяные поля и амбары. Из них только 53,2 тыс. га отработаны и подлежат рекультивации. Наибольшее количество нарушенных земель находится в Карагандинской, Костанайской, Мангистауской, Акмолинской, Восточно-Казахстанской, Актюбинской, Павлодарской областях.

Экосистемы Казахстана отличаются уникальностью биологического разнообразия в Центральной Азии и на континенте в целом, при этом наиболее эффективной мерой сохранения биоразнообразия является создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

По данным Комитета лесного и охотничьего хозяйства Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан (МО-СВР РК), общая площадь ООПТ республики по состоянию на 1 января 2013 года составляла 23 734,6 тыс. га или 8,7 % площади страны. Из них ООПТ со статусом юридического лица занимают 6 295,7 тыс. га или 2,3 % от площади республики и представлены заповедниками, национальными и региональными природными парками, государственными природными резерватами, заказниками, памятниками природы, зоологическими парками, ботаническими садами, заповедными зонами.

Республика Казахстан относится к малолесным, лесодефицитным регионам, поэтому его леса имеют большую экологическую, защитную, научную и иную ценность.

Общая площадь государственного лесного фонда страны по состоянию на 1 января 2012 года составляет 28 786,7 тыс. га и занимает 10,6 % территории республики. Покрытые лесом угодья занимают 12 452,0 тыс. га или 43,3 % общей площади лесного фонда.

Леса распределены по территории республики крайне неравномерно, лесистость отдельных административных областей колеблется от 0,1 до 15,4 %.

Несмотря на то, что леса Казахстана занимают всего 4,57 % территории страны, в них наблюдается наибольшая концентрация биологического разнообразия, к числу которого относятся около 70 % всех видов высших растений Казахстана.

Реальную угрозу внутренней безопасности страны представляют Аральская и Семипалатинская зоны экологического бедствия, где произошло разрушение естественных экологических систем, деградация флоры и фауны и вследствие неблагоприятной экологической обстановки нанесен существенный вред здоровью населения.

К экологическим проблемам, связанным с интенсивным освоением ресурсов шельфа Каспийского моря, относятся последствия подъема уровня моря, нерешённые проблемы загрязнения окружающей среды прошлых лет и текущих загрязнений, продолжающаяся деградация экосистем, катастрофическое сокращение запасов биологического разнообразия и другие факторы.

Согласно отраслевой программе АО «Жасыл даму», утвержденной постановлением Правительства Республики Казахстан за № 924 от 10 сентября 2010 года, в зоне затопления и подтопления нагонными водами Каспийского моря находятся 19 нефтяных месторождений с

1485 скважинами, в том числе 90 скважин, в зоне постоянного затопления. Это представляет наибольшую опасность загрязнения моря.

По данным МОСВР РК, качественное состояние практически всех поверхностных водных объектов республики неудовлетворительное. Наиболее загрязнены реки Жайык (Урал), Ертис (Иртыш), Нура, Сырдарья. К числу загрязнителей относятся химические нефтеперерабатывающие предприятия, цветная металлургия, сбросы коммунального хозяйства и коллекторно-дренажные воды.

Актуальной для республики является вопрос интенсивной эксплуатации подземных вод, сопровождающейся их загрязнением.

Наиболее острыми экологическими проблемами являются «исторические загрязнения». К ним относятся загрязнение р. Нуры ртутью, загрязнение подземных вод р. Илек бором и шестивалентным хромом в Актюбинской области, загрязнение свинцом в г. Шымкенте; загрязненные стойкими органическими загрязнителями (СОЗ) территории и СОЗ-содержащие отходы, хвостохранилище Кошкар-Ата в Мангистауской области, отвалы и хвостохранилища в восточном регионе республики, замозученные территории на западе республики, объекты комплекса «Байконур», территории военных и испытательных полигонов, промышленные и бытовые отходы и др.

Потенциальную угрозу для окружающей среды и здоровья населения представляют бактериологическое и химическое загрязнение.

К трансграничным экологическим проблемам относятся вопросы вододеления, загрязнения трансграничных водных объектов (реки Иле (Или), Ертис (Иртыш), Жайык (Урал)), атмосферного воздуха и почвы, перемещения опасных технологий, веществ и отходов, разработки приграничных месторождений полезных ископаемых, сохранения уникальных природных комплексов.

На территории Республики Казахстан функционируют четыре военно-испытательных полигона и научно-исследовательский комплекс «Байконур». Реальную экологическую угрозу представляют упавшие на землю фрагменты ракет, разливы высокотоксичного топлива и другие факторы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду и проживающее в непосредственной близости население.

В настоящее время качество атмосферного воздуха в крупных городах остается неудовлетворительным. На режим загрязнения в таких местах оказывает большую роль скопление промышленных предприятий,

большое количество автомобилей и немалая доля частного сектора в период отопительного сезона. Для городов Казахстана немалую долю в загрязнении оказывают и орографические условия, это относится к таким городам как Алматы, Шымкент, Усть-Каменогорск.

Согласно данным Агентства Республики Казахстан по статистике в 2012 г. основные объемы загрязняющих веществ были сформированы на территориях Павлодарской (675,9 тыс. т), Карагандинской (641,4 тыс. т), Восточно-Казахстанской (140,0 тыс. т), Атырауской (133,1 тыс. т) и Акмолинской (105,7 тыс. т) областей [4].

Одной из актуальных экологических проблем в республике остается ситуация с отходами производства и потребления.

Согласно отраслевой программе АО «Жасыл даму» на 2010...2014 годы на территории республики к настоящему времени накоплено более 43 млрд. т отходов, в том числе на территории предприятий 23 млрд. т [5].

Как правило, вторичная переработка отходов производства, в том числе токсичных, в республике не практикуется. Отходы складированы на специальных полигонах, накопителях и хвостохранилищах, постоянно формируя растущие в объеме техногенные интенсивно пылящие ландшафты.

Помимо проблем, связанных с промышленными и токсичными отходами, практически во всех населенных пунктах республики, а особенно в крупных городах Казахстана остро стоит вопрос хранения и переработки все возрастающих объемов твердых бытовых отходов (ТБО), а также существующее состояние раздельного сбора, утилизации и переработки коммунальных отходов.

Общий объем накопленных ТБО в Казахстане составляет более 100 млн. т. Ежегодно образуется порядка 4...5 млн. т ТБО.

При этом эксплуатация большинства полигонов и свалок ТБО в стране не соответствует нормативным критериям.

К основным вариантам проектных решений в рамках Генеральной схемы, относятся проекты решений по проблемным зонам, градостроительным ограничениям, улучшению экологической обстановки, системе управления охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов.

Предлагаемые проектные решения базируются на государственных и отраслевых программах и их показателях. В качестве целевых показателей установлены международные обязательства Казахстана и нормативы состояния окружающей среды.

В ходе разработки решались три основные задачи:

1) определение территориальных ограничений для стратегического и отраслевого планирования организации территории (выделение территорий и объектов особого регулирования и градостроительной регламентации);

2) оценка степени экологической напряженности и определение мероприятий, необходимых для ликвидации данной напряженности;

3) выбор вариантов проектных решений и схем охраны окружающей среды для улучшения экологического состояния территории.

Решение первой задачи было достигнуто посредством разработки природно-экологического каркаса территории Республики Казахстан – основой Генеральной схемы, который определяет важнейшие зоны экологически обусловленных градостроительных ограничений и особого режима природопользования.

Решение второй задачи осуществлялось путем анализа существующей экологической ситуации и выявления экологических проблем, а также прогноза их развития на обозримое будущее. Также проводилось сравнение качества окружающей среды с нормативными параметрами (оценка) и выбирался комплекс мероприятий и технических средств для достижения этих нормативов. В рамках решения данной задачи выполнялось экологическое зонирование территории и определение приоритетных для первоочередного разрешения экологических проблем.

Решение третьей задачи осуществлялось путем анализа приоритетных направлений действующих стратегических и программных документов и дополнительным выбором конкретных проектных решений для улучшения экологического состояния территории и населенных пунктов по инерционному и инновационному сценариям развития на выбранные временные промежутки. Также на данном этапе определялись основные индикаторы и показатели с учетом этапов их достижения.

В настоящее время важной задачей Казахстана является сокращение выбросов парниковых газов. При этом важнейшим рыночным инструментом достижения национальных целевых показателей должна стать система квотирования выбросов парниковых газов.

Проектными предложениями предлагается снизить выбросы парниковых газов на 15 % к 2020 г. и на 25 % к 2050 г. от базового 1990 г. Выработка электроэнергии возобновляемыми источниками должна быть к 2015 г. на уровне 1,5 % и 3 % к 2020 г. от всего объема.

В части регулирования использования веществ, разрушающих озоновый слой, предложено сокращение их использования и изъятие их из обращения, внедрение новых технологий, не разрушающих озоновый слой, а также проведение научных исследований в данной сфере.

Для улучшения состояния атмосферного воздуха предлагается установление более жестких стандартов по выбросам пыли, двуокиси серы и оксида азота с доведением их к 2030 г. до европейских нормативов.

Для снижения выбросов от автотранспорта предлагается законодательное поэтапное внедрение экологических стандартов Евро-5 с постепенным доведением их к 2030 г. до уровня стран Европейского Союза.

В целях улучшения и стабилизации радиационной обстановки и снижения радиационного риска предложено проведение постоянного радиационного мониторинга территории как на государственном уровне, так и на уровне предприятий, имеющих радиоактивные объекты.

Существует необходимость проведения полной инвентаризации радиоактивного загрязнения с созданием единой базы данных по радиоактивности природных сред, рекультивации нарушенных земель и подземных горизонтов в соответствии с производственными программами и проектами отработки месторождений урана.

Предлагаются меры по снижению сбросов загрязняющих веществ в водные объекты.

Ожидается, что объемы нормируемых сбросов загрязняющих веществ к 2020 г. не превысят 5,0 млн. т. в год, а к 2030 г. – 4,75 млн. т в год. Будут внедрены современные технологии по улавливанию вредных веществ и оборотного водопользования, что позволит снизить уровень загрязнения поверхностных вод на 60...75 % к 2030 г. Также к 2030 г. прогнозируется полная нормализация экологической обстановки на крупных водных объектах.

Для решения проблем опустынивания и деградации земель предложено активизировать работу по предотвращению и сокращению масштабов опустынивания, восстановлению деградированных земель. Рекультивация нарушенных земель должна быть проведена на территории 25,0 тыс. га к 2020 г. и еще на 26,0 тыс. га к 2030 г. В республике необходимо создать Национальный центр по борьбе с опустыниванием.

В целях определения территориальных ограничений для стратегического и отраслевого планирования, а также сохранения и эффективного управления экосистемами, впервые разработан природно-экологический

каркас территории страны, который является основным проектным предложением в области охраны окружающей среды.

В состав природно-экологического каркаса включены все основные территории с особым статусом градостроительного регулирования по экологическому признаку и прогнозом их изменения. Выделены три основных элемента природного экологического каркаса: экологические ядра, экологические коридоры и буферные зоны. Определены следующие категории территорий: ключевые природные, транзитные природные и буферные.

В перспективе природно-экологический каркас должен стать основой экологически устойчивой пространственной организации территории.

Для развития природно-экологического каркаса и в целях сохранения естественных экосистем и биоразнообразия предусмотрено создание 5 новых государственных природных заповедников, 8 государственных национальных природных парков, 14 государственных природных резерватов, 130 государственных природных заказников и расширение территорий 8 ООПТ. Это позволит довести к 2020 г. площадь ООПТ до 10,7 % от площади республики (29,1 млн. га), а к 2030 г. до 15,3 % (41,6 млн. га).

Запланировано создание экокоридоров для охраны мигрирующих млекопитающих и строительство экодуков для миграции сайгаков.

В рамках проведения государственной лесной политики республики предлагается ежегодные объемы покрытых лесом угодий довести до 10 тыс. га к 2020 г. и до 15 тыс. га к 2030 г.

В Приаралье предложена дальнейшая реализация ПБАМ-3 и РРС-САМ-2. Осуществляется нормирование экологических и санитарных пусков воды в Арало-Сырдарьинском бассейне. Проведено наращивание плотины Малого Арала до 48 м абсолютной отметки его уровня. Реализованы проекты управления орошаемыми экосистемами, проведены фитомелиоративные работы по предотвращению деградации и восстановлению земель в бассейне Аральского моря, создана информационная система.

Планируется расширение площади зеркала Малого Арала до г. Аральска, восстановление экосистемы дельты р. Сырдарья, сокращение соле- и пылепереноса в казахстанском секторе Большого Арала.

На территории Семипалатинского испытательного ядерного полигона предлагается проведение комплекса реабилитационных мер, включающих биоремедиацию (очистку).

Необходима модернизация системы управления отходами в Республике Казахстан. В ближайшие 20 лет в стране должны быть минимизировано

накопление промышленных и бытовых отходов, внедрена система раздельного сбора отходов, создан комплекс предприятий по их переработке.

Проектными решениями предлагается разработка и внедрение Программы модернизации системы управления ТБО в соответствии с международными стандартами.

В целях решения проблемы «исторических загрязнений» планируется до 2015 г. провести полную инвентаризацию всех объектов с оценкой их воздействия на окружающую среду. До 2015 г. планируются ликвидация не менее 5 крупных очагов «исторических загрязнений», к 2020 г. – не менее 15, а к 2030 г. – их полная ликвидация либо рекультивация. Согласно требованиям Стокгольмской конвенции до 2028 г. необходимо уничтожить все стойкие органические загрязнители, включая содержащие их отходы. Для реализации этого рекомендуется строительство завода по уничтожению опасных отходов, включая СОЗ.

В целях улучшения экологической обстановки территорий, подверженных воздействию ракетно-космической и военной деятельности, необходимо обеспечить постоянный мониторинг их экологического состояния, в первую очередь на территории комплекса «Байконур». Должны быть ликвидированы площадные загрязнения на полигонах Азгир и Капустин яр.

Реализация предусмотренных мер будет способствовать существенному улучшению экологической обстановки и сохранению биологического разнообразия природной среды. Все это соответствует долгосрочной цели экологической политике, определенной Конституцией Республики Казахстан и Стратегией «Казахстан-2050». Новый политический курс государства ставит четкие ориентиры на построение устойчивой и эффективной модели экономики, основанной на переходе страны на «зеленый» путь развития и должно обеспечить благоприятную для жизни и здоровья граждан окружающую среду и достижение нормативного уровня экологической ситуации на всей территории республики [1, 2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Главы государства народу Казахстана от 14 декабря 2012 года «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства».
2. Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577 «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике».

3. Генеральная схема организации территории Республики Казахстан / Утверждена приказом Министра регионального развития республики Казахстан №403/ОД от 31 декабря 2013 года.
4. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана / Статистический сборник / Агентство Республики Казахстан по статистике – Астана: 2013.
5. Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 сентября 2010 года № 924 «Об утверждении отраслевой Программы «Жасыл даму» на 2010-2014 годы».

Поступила 11.09.2014

Техн. ғылымд. докторы Т.Т. Мусабаев
К.М. Ахметов

**БАСТЫ СҰЛБА ШЕГІНДЕГІ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
АУМАҒЫНДАҒЫ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУДЫҢ НЕГІЗГІ
БАҒЫТТАРЫ**

Мақалада Қазақстан Республикасының аумағын ұйымдастырудың бас схемасы шеңберінде әзірленген Қазақстан Республикасының аумағында қоршаған ортаны қорғаудың ағымдағы экологиялық жағдайы мен негізгі бағыттары қарастырылған.

УДК 628.32

Ф.Б. Маденова *

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД КАК ИСТОЧНИК РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

В нашей стране принята «Государственная программа по управлению водными ресурсами Казахстана» (4 апреля 2014 года). Стратегической целью программы обозначены правовые и организационно-технические меры по отношению к сточным водам: исключению сброса неочищенных сточных вод в водные объекты; внедрению повторного использования коллекторно-дренажных вод в местах их формирования [1]. Поэтому требования к качеству воды сбросных вод усилилось. Качество вод практически всех водных объектов республики, несмотря на продолжающийся спад производства и уменьшения объемов отводимых сточных вод, остается неудовлетворительным. Площади очагов загрязнения подземных вод составляют от нескольких до сотен квадратных километров. В результате ухудшения качества природных вод в республике усиливается проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой. Это, в свою очередь, приводит к увеличению инфекционной заболеваемости, появлению экологических беженцев и росту социальной напряженности.

Водосбережение и рациональное использование водных ресурсов одна из главных задач Республики Казахстан.

По причине загрязнения водных объектов качество воды является неудовлетворительным. В 2012 году только 13 из 88 водоемов по показателю загрязненности были классифицированы как «чистые». Кроме того, данные свидетельствуют о том, что со временем уровень загрязнения воды увеличивается (с 2006 года показатель загрязненности воды вырос для 8 крупных водоемов) [1].

Поверхностные водные объекты республики интенсивно загрязняются предприятиями горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, сельским хозяйством, коммунальными службами. Загрязняю-

* Институт географии, г. Алматы

щие отрасли ежегодно сбрасывают около 50 % воды без очистки, что означает 1,5...2 км³ неочищенных стоков в год. Из-за отставания по доступности систем водоотведения в Казахстане всего 29 % сточных вод населенных пунктов перед сбросом проходит вторичную очистку (в Великобритании 94 %, Израиле и Сингапуре 100 %). Загрязнению подвержены и подземные воды на участках расположения отходов производства и потребления [1].

В настоящее время качество питьевой воды отстает от показателей развитых стран. Так, например, в Казахстане 0,9 % всех смертей происходит по причине болезней, вызываемых низким качеством воды и ее очистки, в то время как, в США этот показатель составляет 0,4 %, а в Великобритании – 0,1 %. Рост потребности в системах водоотведения будет примерно соответствовать росту потребности в питьевой воде, что означает увеличение отставания в уровне получаемых потребителем услуг и, скорее всего, приведет к дальнейшему ухудшению качества поверхностных вод Казахстана [1].

Вместе с тем, качество воды рек зависит не только от организованных сбросов сточных вод, за которыми ведется постоянный контроль, но также в значительной мере от площадного смыва в водные источники различных отходов (отвалов вскрышных пород, золоотвалов), с территорий населенных пунктов, химикатов, смываемых с полей. Поэтому также необходима реализация мероприятий по перехвату и очистке ливневых стоков.

Несбалансированность между антропогенной нагрузкой на водные объекты и их способностью к восстановлению привела к тому, что экологическое неблагополучие стало характерно практически для всех крупных бассейнов рек и представляет реальную экологическую угрозу.

Одна из составляющих сточных вод – бытовые стоки, являющиеся результатом жизнедеятельности человека и вплоть до настоящего времени остаются серьезной экологической и экономической проблемой. Зачастую, неконтролируемый и масштабный выброс переработанных сточных вод осуществляется непосредственно в открытый грунт или близ расположенных водоемов. Разумеется, это не только оказывает пагубное влияние на окружающую среду, но и является причиной процветания различных инфекционных заболеваний. Особенно данная проблема касается тех населенных пунктов, где по причине своей изношенности и в результате морального устаревания, в неполную силу функционируют очистные сооружения.

На сегодняшний день установлены четкие, регламентирующие нормы (СанПиН), определяющие соответствие очистки сточных вод, проходящих полный цикл обеззараживания. Для того чтобы бытовые стоки не

представляли опасности окружающей среде, они должны проходить многоэтапную очистку, которую обеспечивают современные очистные сооружения. Более того, нередко благодаря подобным установкам возможно осуществление вторичного использования бытовых стоков для орошения сельскохозяйственных культур и выращивания многолетних трав, предназначенных для животноводческой отрасли и для сброса в водоёмы рыбохозяйственного назначения.

К сожалению не всегда бытовые стоки имеют в своем составе лишь органические компоненты, переработка которых достаточно проста. Всё чаще в них присутствуют химически агрессивные составляющие, тяжёлые металлы, токсины. Это является результатом бурно развивающейся промышленности и увеличивающегося из года в год потребления населением бытовой химии.

Для эффективного обеззараживания бытовые стоки подвергают трём основным методам очищения [2]:

- механический (предназначен для обрабатывания небольшого объема сточных вод);
- химический (используются дорогостоящие реагенты, преобразующие растворенные примеси в труднорастворимые состояния); этот метод предназначен для очистки промышленных сточных вод;
- биологический (основан на способности микроорганизмов, перерабатывать органические и некоторые неорганические составляющие, используя их в качестве питательного субстрата и превращая в ил, углекислый газ и воду).

В наше время необходимо применять локальные очистные сооружения. Локальные очистные сооружения (автономная канализация) – это комплекс очистных сооружений для приема и очистки бытовых стоков, ливневых (дождевых) стоков и промышленных сточных вод от объектов, не имеющих доступа к общегородским канализационным сетям.

Локальные очистные сооружения, применяя различные способы очистки бытовых и промышленных стоков, обеспечивают необходимую степень очистки сточных вод, с целью соответствия их требованиям норм и стандартов. Очистка сточных вод проводится с целью обезопасить окружающую среду (водоемы, земли, растения, животных, людей и т.п.) от загрязнений, содержащихся в стоках.

Локальные очистные сооружения устанавливаются для очистки бытовых стоков – от домов, дач, коттеджных городков, кафе и ресторанов,

поселков, гостиниц, санаториев, АЗС, автомоек и других объектов при отсутствии централизованной системы канализации.

Сеть предприятий общественного питания в Республике Казахстан насчитывает на 2013 год 2341 единицу [3]. Ключевым звеном в системе водоочистки для предприятий индустрии питания – кафе, ресторанов, столовых, мясных и рыбных цехов является жиरोуловитель – устройство, предназначенное для сбора жира из стоков таких предприятий, работа которых связана с загрязнением воды масляными веществами. Устройства устанавливаются непосредственно на выпусках канализационных стоков, осуществляя тем самым первоначальную стадию очистки воды. Предотвращая тем самым засоры и нарастание на внутренней поверхности труб вязких маслянистых веществ, что обеспечивает более качественную и длительную работу локальных очистных сооружений.

Любой жиरोуловитель представляет собой отстойник, принцип работы которого основан на таком физическом свойстве жира, как легкость в сравнении с водой. При отстаивании жир всплывает на поверхность. В отдельной камере отделяются жиры и неэмульгированные масла, а затем стоки уходят в канализационную сеть через выпускающий коллектор (рис. 1). Таким же образом они очищаются и от крупных механических загрязнений. Для обеспечения долговременной эффективной работы жиरोуловителя его необходимо время от времени очищать.

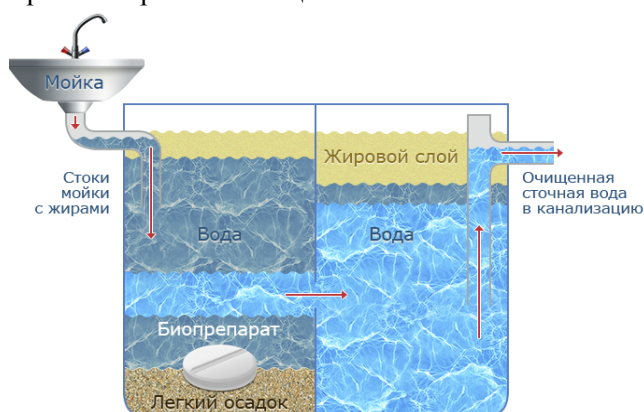


Рис. 1. Принцип работы жироуловителя [4].

Жиरोуловитель может быть установлен на улице или в помещении. Небольшие предприятия и заведения общественного питания используют малопроизводительное оборудование, к которому относятся распространенные жиरोуловители – под мойку и цеховые. Промышленное обо-

рудование этого назначения используется на больших предприятиях и может быть установлено под землей, в подвалах, в технических помещениях, а также вне зоны зданий.

Существует три разновидности жиросъемщика: под мойку, цеховые и промышленные. Первые два вида – это малогабаритные модели, устанавливаемые там, где расход жидкости не превышает 1,5 м³/ч (рестораны, столовые, кафе). Промышленное оборудование призвано очищать большие объемы сточных вод, где расход воды составляет более 2 м³/ч. Эффективность работы жиросъемщика любого вида зависит от времени отстаивания сточных вод и габаритов (чем больше оборудование, тем качественнее очистка) [4].

В Казахстане на 2013 год насчитывалось 4170 АЗС и ГАЗС. Такие данные приведены в сообщении Комитета по статистике Министерством Национальной экономики РК [5].

Через АЗС ежедневно проходит огромный поток машин, оставляющих после себя тонны химически опасной грязи, которая затем поступает в канализационную систему. Кроме того, дождевые стоки с автозаправочных станций содержат опасные вещества. Очистные сооружения способны обработать большой объем стоков, и избавиться их от вредоносных соединений. В результате чего, вода на выходе будет соответствовать всем санитарным требованиям, которые предъявляются к канализационным и сточным водам.

Очистные сооружения для автомоек всегда включаются в список оборудования, которое необходимо для открытия автомоечных сервисов. Сточные воды автомоек состоят из большого количества нефтепродуктов, масел, шампуней для моек, в связи с чем, оборудования для качественной очистки стоков автомойки жизненно необходимо.

Проектирование и установка очистных сооружений замкнутого цикла для очистки сточных вод на автомойках облегчит нагрузку на использование чистой воды и на ее чрезмерную затрату.

Современное очистное оборудование для автомоек работает по технологии фильтрации и флотации методом повторного водоснабжения. Хорошие очистные системы для автомоек, в определенных случаях могут экономить до 80 % потребления воды.

В настоящий момент, на рынке активно представлен большой выбор очистного оборудования для автомоек. Для примера показана компактная система очистки воды автомоек «Тиль» с оборотным водоснабжением (рис. 2). Грязная вода после мытья машины (1) через трапы в полу

поступает в приямок (отстойник) поделённый на секции, где происходит осаждение песка и грязи, и отделение масел и бензина. Далее вода с помощью погружного насоса подаётся в систему очистки (2), где происходит более тонкая очистка от взвесей, масел и бензина, и накопление очищенной воды. Система очистки состоит из гравийно-песочной колонны (3) и фильтра тонкой очистки с угольной или другой загрузкой (4). В гравийно-песочной колонне предусмотрена система обратной промывки. Периодичность промывки зависит от загруженности автомойки (от 2-х раз в день до одного раза в 2 недели). В фильтре тонкой очистки по мере исчерпания ресурса заменяется загрузка (чаще всего используется уголь АГ-3). Очищенная вода собирается в накопительном баке (5). С помощью дозирующего устройства (6) в бак подаётся дезинфицирующий раствор для предотвращения образования неприятных запахов. Затем через модуль повышения давления (7) вода направляется на вторичное использование (8).

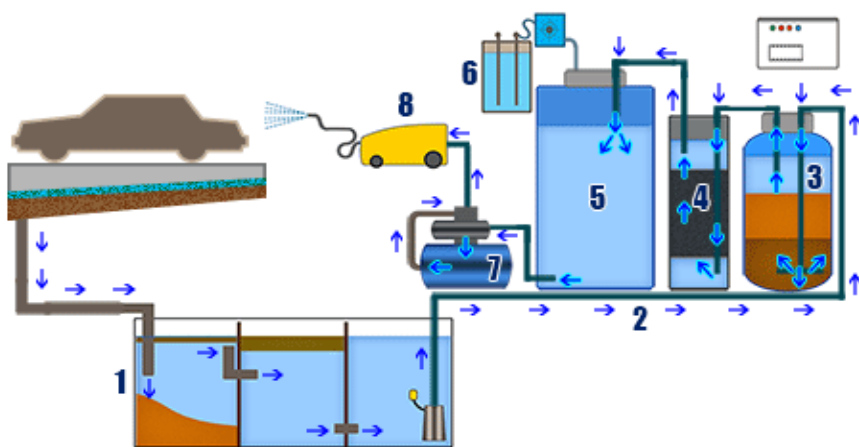


Рис. 2. Схема очистки воды автомоек с возможностью повторного использования воды [6].

После мойки оборотной водой автомобиль ополаскивается чистой. Система очистки воды работает в автоматическом режиме благодаря датчикам уровня и поплавковым выключателям. Управление насосами осуществляется с помощью распределительного шкафа [6].

Активное внедрение очистных сооружений локального характера позволяет обеспечить не только сохранение окружающей среды, но и максимально сократить вероятность отравления и занесения в организм какой-либо инфекции, возникающей при попадании в сточные воды различного рода нечистот.

К сожалению, до полного перехода к подобным сооружениям потребуется еще достаточно много времени, ведь многие люди все также предпочитают пользоваться простыми выгребными ямами. Такие действия способствуют постоянному загрязнению сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Республики Казахстан «О Государственной программе по управлению водными ресурсами Республики Казахстан на 2014-2040 годы» (14 апрель 2014 год).
2. Когановский А.М., Клименко Н.А. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия, 1983. – 288 с.
3. Сеть предприятий общественного питания в Республике Казахстан. Министерство Национальной Экономики Республики Казахстан Комитет по статистике [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.stat.gov.kz>
4. Жироуловители Пятый элемент и их расчёт [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.zasorov-net.ru>
5. Наличие автозаправочных и газозаправочных станций. Министерство Национальной Экономики Республики Казахстан Комитет по статистике [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.stat.gov.kz>
6. Компактные системы очистки воды автомоек «Тиль» с оборотным водоснабжением [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.live-ecology.ru>

Поступила 30.09.2014

Ф.Б. Маденова

**ТҰРМЫСТЫҚ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ МАМАНДАНДЫРЫЛҒАН
ТАЗАЛАУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ СУ РЕСУРСТАРЫН ТИІМДІ
ҚОЛДАНУДЫҢ КӨЗІ**

УДК 551.506.2:551.509.51

Б.А. Сазанова *
Т.В. Худякова *
Т. Нургалиева *
Т.И. Криворучко *
Я.З. Ильясов *
Е.И. Васенина *
Д.К. Байбазаров *
А. Муртазина *

СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2013 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 выше нормы на 1...3 °С на всей территории Казахстана.

Осадков, на большей части территории республики выпало около и в 1,2...2,6 раз больше нормы, лишь в отдельных районах юга, юго-востока и центра республики – меньше нормы.

Зима была преимущественно теплой и снежной, весна теплой и с осадками больше нормы, лишь в конце сезона установилась контрастная погода: (западная половина – теплая, восточная – холодная). На протяжении всего лета наблюдалась прохладная и с частыми дождями погода. Осенью температурный режим был в пределах климатической нормы, за исключением южных регионов, где было теплее обычного на 1...2 °С, осадков выпало больше нормы. В конце осени преобладала теплая и сухая погода. Начало зимы было теплым и снежным.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной 2013 г. на юге произошел в начале февраля, на юго-западе и

* РГП «Казгидромет»

юго-востоке – во второй половине февраля – начале марта, в центре – в середине марта, на западе, севере и востоке переход осуществлялся в третьей декаде марта – в начале апреля.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, означающий начало вегетационного периода, произошел на юге и юго-востоке – в конце первой и второй декады марта, западе, центре, востоке и юго-западе – в конце марта – начале апреля, на севере – во второй декаде апреля.

Январь был теплым со среднемесячной температурой около и выше нормы на $1...5,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ на большей части территории Казахстана, с очагом тепла $\Delta T = 5,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Восточно-Казахстанской области на М Усть-Каменогорск.

Осадков выпало $0...24\text{ мм}$; на севере, востоке, юге, местами на западе. В центре республики $25...98\text{ мм}$, что около и больше нормы в $1,3...4,7$ раза, лишь в отдельных районах центра, северо-востока, юга и юго-востока республики осадков было меньше нормы.

В первой половине первой декады января высотная ложбина циклона расположенного над Скандинавией и связанные с ним фронтальные разделы перемещаясь, обусловили морозную со снегопадами погоду. Затем выход южного циклона и юго-западный вынос тепла в средней тропосфере способствовали повышению температуры воздуха до оттепели и выпадению значительного количества осадков. При этом очень сильный снег отмечался в Алматинской области. В середине месяца очередное углубление высотной ложбины и западное вторжение вызвали понижение температуры и выпадение осадков. К концу второй декады произошла перестройка воздушных потоков на широтный перенос и температура воздуха значительно повысилась. В третьей декаде циклоническая деятельность и последовавшее за ней западное вторжение, привели к выпадению снега с последующим понижением температурного фона.

Февраль выдался достаточно тёплым, однако с дефицитом осадков на большей части территории страны. Температура воздуха была около и выше нормы на $1...6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ с очагом тепла на М Джусалы в Кызылординской области ($\Delta T = 6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), местами на востоке температуры были ниже нормы на $1...2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, с очагом холода ($\Delta T = -2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$) на М Бахты.

Осадков выпало почти на всей территории $0...24\text{ мм}$; местами на западе, юге, юго-востоке и востоке республики $27...70\text{ мм}$, что около и меньше нормы на большей части территории республики, больше нормы в $1,3...2,1$ раза в отдельных районах запада, северо-запада, севера, востока, юга и юго-востока страны.

В первой декаде февраля на территории Казахстана отмечался юго-западный вынос тепла, что в значительной степени сформировало поло-

жительную декадную аномалию температуры воздуха. Во второй декаде п в западной половине республики интенсивный вынос тепла способствовал повышению температурного фона, местами до оттепели, в восточной половине с вторжением холодных воздушных масс – усилению морозов. В третьей декаде на территории Казахстана наблюдалась очередная волна холода, за исключением южных регионов, где в основном преобладал широтный перенос воздушных масс.

В марте средняя за месяц температура воздуха была выше нормы ($\Delta T = 1...10\text{ }^{\circ}\text{C}$) на всей территории республики, с очагом тепла ($\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) на М Жетыконур в Карагандинской области. Такая тёплая погода была связана с западными и юго-западными тропосферными потоками и частыми выходами Атлантических и Южно-Каспийских циклонов, которые и обусловили выпадение обильных осадков.

Осадков выпало на большей части 0...23 мм, на севере, северо-востоке, юге, в центре и на востоке 24...90 мм, местами на юго-востоке, а также в отдельных районах запада, северо-запада и юго-запада страны, на М Рыскулова и Шымкент (Южно-Казахстанская область) выпало 104 и 160 мм соответственно; что около и больше нормы в 1,3...5,8 раз в большинстве областей Казахстана, лишь на большей части юго-запада, местами в центре, а также в отдельных районах северо-запада, юга и юго-востока отмечался их дефицит.

Апрель был очередным теплым месяцем. Над территорией Казахстана преобладал высотный теплый антициклон. При этом, во второй декаде юго-западный вынос тепла в средней тропосфере, и выход южного циклона способствовали повышению температурного фона до рекордных значений: в северных регионах до 20...28 $^{\circ}\text{C}$, в южных до 30...36 $^{\circ}\text{C}$. Кратковременное понижение температуры с осадками во второй половине месяца были вызваны высотным циклоном и северо-западным вторжением.

Средняя месячная температура воздуха была выше нормы на 1...4 $^{\circ}\text{C}$ почти на всей территории Казахстана (с очагом тепла $\Delta T = 4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ на М Карабутақ, Актюбинская область), лишь в отдельных районах крайнего севера, местами на западе, юго-западе, юге и юго-востоке – около нормы.

Осадков выпало преимущественно 0...22 мм; 25...90 мм – на севере, на большей части северо-запада, центра, местами на северо-востоке, востоке, юго-востоке, юге, юго-западе и в отдельных районах запада; на М Лепсинск – 109 мм, на М Алматы – 173 мм, что около и больше нормы в 1,3...3,5 раза на северо-западе, севере, на большей части юго-запада, юга, юго-востока и центра, местами на востоке; меньше нормы – на остальной территории.

В мае средняя за месяц температура воздуха была выше нормы на 1,0...4,8 °С в западной половине, с очагом тепла ($\Delta T = 4,8$ °С) на М Урда (Западно-Казахстанская область), около и ниже нормы на 1,0...2,6 °С – в восточной половине республики, с очагом холода ($\Delta T = -2,6$ °С) на М Большенарымское (Восточно-Казахстанская область).

Осадков выпало преимущественно 0...24 мм; 26...99 мм – на большей части севера, северо-востока, востока, юго-востока, в отдельных районах северо-запада, юга; что около и больше нормы в 1,3...2 раза на большей части севера, востока и юго-востока, местами на северо-западе, в отдельных районах юга; меньше нормы – на остальной территории.

Температура в июне в Павлодарской, Восточно-Казахстанской, местами Северо-Казахстанской, Акмолинской, Карагандинской и Алматинской областях была ниже нормы на 1...2 °С, с очагом холода ($\Delta T = -2,5$ °С) на М Лениногорск (Восточно-Казахстанская область), около и выше нормы на остальной территории.

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 25...58 мм – местами на севере, в центре, на большей части востока, юго-востока, запада, в отдельных районах юга-запада и юга; на М Урда (Западно-Казахстанская область) – 61 мм; на М Алматы и М Лепсинск (Алматинская область) – 79 и 92 мм соответственно; на МС Бахты (Восточно-Казахстанская область) – 73 мм, что около и больше нормы в 1,3...4,2 раза на большей части запада, юга, юго-востока, востока, местами на севере, северо-западе в центре и в отдельных районах юго-запада, меньше нормы – на остальной территории.

В первой декаде на погоду большинства областей Казахстана оказывала влияние высотная ложбина. Лишь в конце декады она переместилась на восток, а на западные области распространился высотный гребень из районов Средней Азии. Во второй декаде северо-западное вторжение на Казахстан привело к значительному понижению температурного фона. Так, 16 июня на М Балкашино (Акмолинская область) в ночные часы температура воздуха опустилась до 0 °С; в горных районах Алматинской области на М Мынжилки до 2 °С. В третьей декаде произошла перестройка в направлении воздушных потоков: с блокированием западного переноса на территорию Казахстана по ультраполярной траектории поступал холодный и влажный воздух из района Таймыра. При этом 28 июня на М Каркаралы (Карагандинская область) выпало – до 25 мм осадков, 29 июня на М Бурно-Октябрьское (Жамбылская область) – до 27 мм.

Июль был прохладным с большим количеством осадков. Такое обилие дождей на фоне невысоких температур было обусловлено частыми вторжениями на территорию Казахстана холодного воздуха из арктических широт.

Средняя месячная температура воздуха была ниже нормы на 1...2,7 °С в Павлодарской, Акмолинской, на большей части Восточно-Казахстанской, Карагандинской, местами Костанайской, а также в отдельных районах Актюбинской, Кызылординской и Жамбылской областях, с очагом холода ($\Delta T = -2,7$ °С) на М Актогай (Карагандинская область), около нормы – на остальной территории.

Осадков выпало до 24 мм преимущественно в юго-западной половине республики; 25...131 мм – на остальной территории; 134 мм на М Михайловка (Павлодарская область), 168 и 193 мм на М Кокшетау и Атбасар (Акмолинская область) соответственно; что около и больше нормы в 1,3...3,5 раза в северо-восточной половине, меньше нормы – на остальной территории.

В **августе** осадков также было больше нормы. В первой декаде на погоду в большинстве областей Казахстана оказывал влияние циклон с квазивертикальной осью, с ним были связаны грозовые дожди, местами очень сильные и понижение температурного фона.

Средняя за месяц температура воздуха была ниже нормы на 1...1,4 °С на большей части Мангистауской, а также в отдельных районах Кызылординской области, выше нормы на 1...1,7 °С на большей части Западно-Казахстанской, в отдельных районах Северо-Казахстанской, Алматинской областях, около нормы – на остальной территории.

Осадков выпало до 20 мм преимущественно на юге, местами на юго-западе, западе, северо-западе, юго-востоке, в отдельных районах центра республики; 25...134 мм – на остальной территории; 147 мм на М Джетыгора (Костанайская область), 140 мм М Балкашино (Акмолинская область), 143 мм на М Лениногорск (Восточно-Казахстанская область); что меньше нормы – местами на западе, в отдельных районах юга и юго-востока, около и больше нормы в 1,3...19,7 раза – на остальной территории.

В первой и третьей декаде **сентября** погоду над западом республики формировали активные циклоны, а в их передней части с юго-западными потоками происходил вынос теплых воздушных масс из Средней Азии на территорию Казахстана. Во второй декаде под влиянием высотного барического гребня на западе страны наблюдалась преимущественно теплая погода, а на остальной территории Казахстана с вторжением холодного воздуха из района Таймыра было прохладно.

Средняя за месяц температура воздуха была выше нормы на 1...2 °С в Кызылординской, Южно-Казахстанской, Жамбылской, Алматинской, на большей части Мангистауской, Карагандинской, на крайнем юге Актюбинской, Костанайской, Акмолинской и Восточно-Казахстанской областях, около нормы – на остальной территории.

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 26...46 мм – на западе, местами на северо-западе, севере и востоке; на М Урда, М Уральск (Западно-Казахстанская область) – 56 и 71 мм соответственно; на М Актобе (Актюбинская область) – 59 мм, на М Благовещенка (Северо-Казахстанская область) – 60 мм, что около и больше нормы в 1,3...3,4 раза на западе, местами на юго-западе, северо-западе, востоке, в центре и в отдельных районах севера и юго-востока, меньше нормы – на остальной территории.

В течение **октября** погоду в северной половине Казахстана формировали перемещающиеся вдоль северных широт активные циклоны, а в южных областях – антициклоны.

Средняя за месяц температура воздуха была выше нормы на 1...4 °С в Кызылординской, Южно-Казахстанской, Жамбылской, Алматинской, Восточно-Казахстанской, на большей части Карагандинской, на северо-востоке Мангистауской, местами в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Костанайской и Акмолинской областях, около нормы – на остальной территории.

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 25...45 мм – на большей части запада, севера, местами на северо-востоке, востоке и в отдельных районах юга; на М Тайпак, М Фурманова, М Джамбейты (Западно-Казахстанская область) – 51, 65 и 69 мм соответственно; на М Ерейментау (Акмолинская область) – 55 мм, на М Лениногорск, М Большенарымское (Восточно-Казахстанская область) – 88 и 65 мм соответственно, что около и больше нормы в 1,3...3,4 раза на большей части севера, северо-запада, местами на северо-востоке, востоке, местами на юге, меньше нормы – на остальной территории.

Ноябрь был теплым и сухим. Средняя месячная температура воздуха около нормы местами в Алматинской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях, выше нормы на 1...9 °С – на остальной территории с очагом тепла в Северо-Казахстанской области (на М Петропавловск $\Delta T = +9,1$ °С).

Осадков выпало на большей части республики до 22 мм; 26...39 мм – на большей части востока, местами на севере, юге и юго-востоке, в отдельных районах центра, 47 мм – на М Лениногорск (Восточно-Казахстанская область), 48 мм – на М Лепсинск (Алматинская об-

ласть), 53 мм – на М Аул Т. Рыскулова (Южно-Казахстанская область), что около и больше нормы в 1,5 раза местами на востоке, севере, центре, юго-востоке и в отдельных районах юга республики, меньше нормы – на остальной территории.

Декабрь был теплым (выше нормы 1...7,3 °С) и с частыми осадками. В большинстве областей республики осадков выпало до 24 мм; 25...65 мм – на северо-западе, севере, юге, на большей части центра, местами на юго-востоке, востоке, 105, 148 мм – на М Шымкент, Рыскулова (Южно-Казахстанская область), что меньше нормы на западе, на большей части востока и в отдельных районах юго-запада и юго-востока, около и больше нормы – на остальной территории.

В первой декаде перемещение высотной ложбины, ориентированной из районов Новой Земли на Каспийское море, в восточном направлении и активная циклоническая деятельность у земной поверхности вызвали обильные снегопады с сильными ветрами и метелями. Затем, с юго-западным выносом тепла на всю территорию Казахстана, температуры значительно повысились. При этом самая высокая температура воздуха отмечалась в Восточно-Казахстанской области на М Усть-Каменогорск +11,9 °С. Во второй декаде в тропосфере почти вся территория Казахстана находилась под влиянием высотной ложбины, в тыловой части которой проникали холодные воздушные массы из районов Баренцева и Карского морей. Во второй половине декады произошло западное вторжение, что привело к усилению морозов, которые сохранились до середины третьей декады.

Краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших возникновение стихийных метеорологических явлений

Сильный ветер, шквал. Сильные ветры при скорости 30 м/с и более на территории Казахстана в 2013 г. наблюдались на 16 метеорологических станциях (М) и постах. Всего было зарегистрировано 32 случая сильного ветра.

3 случая ураганного ветра отмечалось на М Жаланашколь, продолжительность его была от 4 до 15 ч, скорость ветра 32...35 м/с. С 2003 г. это наименьшее число возникновения такого ветра, среднее количество которого обычно составляет 20...24 случая. За последние десять лет наибольшее число 29 случаев ураганного ветра отмечалось в 2008 году. В прошлом 2012 году также было всего 12 случаев такого ветра.

В период 12...13 января сильные западные и юго-западные ветры скоростью 15...22, с порывами 23...28 м/с наблюдались в Кызылординской, Южно-Казахстанской и Жамбылской областях. В Жамбылской области на М Жанатас и Тараз отмечался ураганный ветер 30...34 м/с, на М Саудакент –

40 м/с, М Каратау – 46 м/с. В Кызылординской области также наблюдались сильные метели с видимостью 50 м и продолжительностью 14...20 ч, в Южно-Казахстанской и Алматинской областях 12 января прошли сильные осадки, местами очень сильный снег. Такой комплекс стихийных гидрометеорологических явлений был связан с южным циклоном и последующим вторжением на Среднюю Азию антициклона с запада.

В качестве примера рассмотрим этот синоптический процесс. Над югом Каспийского моря 10 января 2013 года образовался циклон, который начал смещаться в восточном, северо-восточном направлении под активной высотной фронтальной зоной в соответствии с ведущим потоком. И 11 января в 00 ч ВСВ (всемирное время, является современной версией среднего времени по Гринвичу) центр циклона располагался над Ташаузом ($P_{ц} = 1001$ гПа). Своим влиянием циклон охватывал территорию Средней Азии, Западного и Южного Казахстана. Адвекция тепла в передней части циклона $+3...+12$ °С и холода в его тыл в Мангистануской области $-1...-8$ °С, в Атырауской области $-10...-15$ °С, падение давления в его передней части над Южно-Казахстанской областью $2,7...3,8$ гПа/3 ч, рост давления $1,7...3,7$ гПа/3 ч над Туркменией, расходимость изогипс на высотах АТ850...700 гПа над Кызылординской областью, падение геопотенциала на АТ700 $3...4$ гПа/сут способствовали углублению циклона и перемещению его центра к 12 ч ВСВ 11.01.2013 г. на Кызылординскую область. Давление в центре циклона понизилось до 995 гПа и, с сохранением адвекции холода, продолжало падать (рис. 1).

С циклоном были связаны хорошо выраженные фронтальные системы: полярная и арктическая. Тёплый фронт с волнами полярной системы располагался над югом и юго-востоком Казахстана, холодный участок полярной системы проходил через Узбекистан. Холодный фронт арктической системы располагался над Атырауской и Мангистауской областями. Дефицит точки росы в слое земля...АТ500 в зоне тёплого полярного фронта и в тёплом секторе циклона составлял $0,8...5,0$ °С. Циклон обладал большими запасами тепла, о чём говорит наличие хорошо выраженного гребня тепла на ОТ 500/1000 над Южным Казахстаном. Контрасты температуры на АТ850 в зоне тёплого и холодного фронтов составили $8...10$ ° на 500 км. Скорость юго-западных потоков на АТ500 над Узбекистаном и Южным Казахстаном была $60...80$ км/ч. Уже 11 января в 9 ч ВСВ в Кызылординской и Южно-Казахстанской областях начались осадки, которые из-за высоких температур у поверхности земли и на АТ850 ($+3...+8$ °С) выпадали в виде дождя. С прохождением активного холодного полярного фронта ночью 12 января в Южно-Казахстанской области повсеместно

прошли осадки, дождь, снег, местами осадки были сильные, на М Чуулдак и ГП К. Госзаповедник, расположенные на высоте 1705 и 1947 м над уровнем моря, осадки сразу начались со снега. Количество выпавшего снега за ночь 12 января составило на М Чуулдак 23 мм, на ГП К. Госзаповедник 25 мм, что соответствует критериям СГЯ.

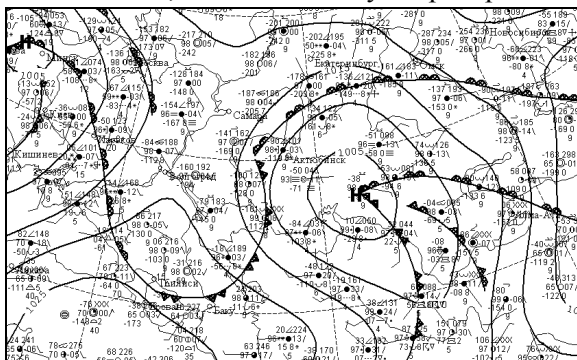


Рис. 1. Анализ приземный за 12 ч ВСВ 11.01.2013г.

На волне тёплого полярного фронта в период 21 ч ВСВ 11.01 и 00 ч ВСВ 12.01 образовался частный циклон, который в виде самостоятельного центра в 00 ч ВСВ располагался над Алматинской областью, где начались осадки, которые быстро перешли в снегопады.

С прохождением холодного полярного фронта и вторичного холодного фронта через территорию Жамбылской области 12 января наблюдался ветер ураганной силы на М Жанатас – 30 м/с, на М Тараз – 31...32 м/с, М Саудагент – 34 м/с, М Каратау – 35...46 м/с. Дополнительным фактором усиления ветра до ураганного явилось наличие хребта Каратау. При смещении холодного фронта, проходившего меридионально через Жамбылскую область, происходило накопление холодного воздуха и интенсивный рост давления с наветренной стороны хребта. Рост давления за холодным полярным фронтом в 00 ч ВСВ 12.01.2013 г. составил 3,7...4,6 гПа/3 ч. В это же время на территорию Средней Азии с запада сместился антициклон, в результате чего над Кызылординской и Южно-Казахстанской областями образовалась штормовая зона с барическими градиентами 10...15 гПа/1°. По всему югу Казахстана произошло дальнейшее усиление ветра до 15...22 м/с, порывы достигали 23...28 м/с, начались метели, видимость уменьшилась до 50...500 м. В Кызылординской области на М Жосалы и Кызылорда метели продолжались 20 и 14 часов, что соответствует критериям СГЯ.

Антициклон вторжения усиливался в результате обвала холода из районов Западного Казахстана и сохранялся над территорией Средней Азии. Барическая ложбина, с которой был связан циклон, к 12 ч ВСВ 12.01

переместилась из районов южного Казахстана на Алматинскую область, адвекция тепла прекратилась и температура в южных областях понизилась до $-3...-8$ °С. Циклон начал заполняться и в виде ложбины к 18 ч ВСВ переместился на восток Карагандинской области. Холодный арктический фронт, связанный с циклоном переместился на Жамбылскую область, снег в Кызылординской области прекратился, барические градиенты и скорость ветра ослабели и метели прекратились.

Шквалистое усиление ветра так же наблюдалось в Павлодарской области. На М Екибастуз ветер днём 9 мая усиливался до 30 м/с и продолжался 5 мин. На М Аршалинский Костанайской области 29 апреля скорость ветра в период с 14.15 до 14.40 была 34 м/с. Шквалы, как правило, носят локальный характер.

Через Костанайскую область 29 апреля проходили полярный и арктический холодные фронты. Контрасты температуры на АТ850 в зоне фронтов колебались в пределах $12...16$ °С/500 км, на ОТ 500/1000 – $15...20$ гПа/500 км, интенсивность высотной фронтальной зоны (ВФЗ) составляла $15...20$ гПа/500 км, воздух в слое земля...АТ500 был влажным с дефицитом точки росы $1,1...4,4$ °С. Фронтальные разделы располагались параллельно направлению ведущего потока, что благоприятствовало их медленному смещению на восток и возникновению волновых возмущений, что явилось причиной шквалистого усиления ветра до 34 м/с в период 14 ч15 мин...14 ч40 мин.

Сильная метель. Метели при средней скорости ветра 15 м/с и более, продолжительностью 12 ч и более, ухудшающие видимость до менее 500 м и приносящие значительный ущерб народному хозяйству относятся к особо опасным явлениям погоды. В 2013 г. на территории Казахстана было зарегистрировано 4 периода сильных метелей.

В Актюбинской, Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Карагандинской и Павлодарской областях 7...9 марта метели, местами сильные наблюдались на большей части территории. При средней скорости ветра $15...22$ м/с видимость в метелях понижалась до $50...500$ м, их продолжительность составила $13...36$ ч. В этот же период на М Жаксы и Бурабай Акмолинской области, М Карасу Костанайской области и М Саумалколь Северо-Казахстанской области отмечался ураганный ветер скоростью $30...35$ м/с.

Синоптический процесс, вызвавший эти стихийные гидрометеорологические явления, был следующий.

Над севером Скандинавии 6 марта образовался циклон ($P_{ц} = 995$ гПа). Наличие хорошо выраженной изаллобарической пары, рас-

ходимость изогипс и понижение геопотенциала на уровне АТ700 на 11...23 гПа за сутки способствовало интенсивному углублению циклона. Перемещаясь в направлении наибольшего падения давления (6,6 гПа/3 ч) и наибольшей адвекции тепла 6...10 °С, циклон уже в 00 ч ВСВ 7 марта находился над северной половиной европейской территории России (ЕТР). Центр его располагался юго-западнее Архангельска, за сутки давление в центре циклона понизилось на 15 гПа до 980 гПа (рис. 2).

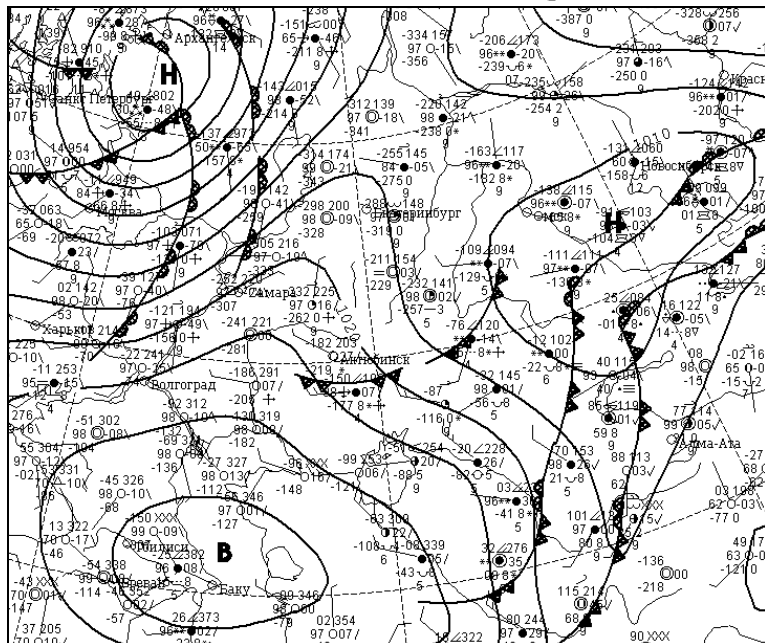


Рис. 2. Анализ приземный за 00 ч ВСВ 7.03.2013 г.

С этим циклоном были связана арктическая и полярная системы фронтов. Циклон имел хорошо выраженную изаллобарическую пару: в районе тёплого фронта в южной части циклона падение давления составляло 4,8...7,0 гПа/3 ч, в тылу циклона за холодным фронтом над Карелией наблюдался рост давления 2,8...5,1 гПа/3 ч. Перемещаясь под высотной фронтальной зоной, интенсивность которой была 20...25 гПа/500 км, циклон в 12 ч ВСВ достиг районов Среднего Урала.

Через территорию Казахстана 6...7 марта перемещался Южно-Каспийский циклон, в тыл которого смещался антициклон вторжения. Центр его с давлением 1037 гПа в 00 ч ВСВ 7 марта располагался над Средним Каспием. Отрог антициклона в своей северной части распространился до Среднего Урала, при сближении мощного антициклона и глубокого циклона над ЕТР образовалась штормовая зона с градиентом

давления 20...25 гПа/500 км, в результате чего в этом районе усилился ветер, а вместе со снегопадом начались и метели.

С перемещением циклона на Урал и антициклона по южной половине Казахстана штормовая зона с ЕТР сместилась на территорию северо-западного и северного Казахстана. Днём 7 марта в Актюбинской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областях усилился ветер, средняя скорость которого достигла 15...25 м/с, с порывами 25...28 м/с. С прохождением тёплых фронтов – арктического и свежearктического здесь начались снегопады, что в сочетании с сильным ветром привело к возникновению метелей. Сильные ветры одинакового направления наблюдались во всём слое земля–АТ300 гПа, ось струйного течения, скорость потоков в котором была 150...200 км/ч, располагалась над штормовой зоной. Все эти факторы способствовали усилению ветра у поверхности земли. В Костанайской области на М Карасу и Северо-Казахстанской области на М Саумалколь 8 марта, кроме сильных метелей, наблюдалось усиление ветра до 32...34 м/с, В Акмолинской области 8-9 марта на М Бурабай скорость ветра достигала 30...35 м/с и сохранялась в течение 17 ч. По мере перемещения циклона на Западную Сибирь и далее на восток, а антициклона на Монголию, атмосферные фронты, вызывавшие снегопады и штормовая зона из районов Северного Казахстана сместилась за пределы республики и снегопады, сильные юго-западные ветры и метели прекратились. Продолжительность сильных метелей на отдельных станциях за период с 7 по 9 марта была от 13 до 36 ч.

Ещё один период сильных метелей, который отмечался 18-19 декабря также в Актюбинской, Костанайской, Акмолинской и Карагандинской областях был связан с «ныряющим» циклоном. Над Гренландским морем 17 декабря располагался циклон, с которым были связаны арктическая и полярная системы фронтов. Над Белым морем в барической ложбине этого циклона в 12 ч ВСВ на тёплом фронте арктической системы образовалась волна. В циклоне над районом Белого моря создались благоприятные условия для циклогенеза. На ОТ 500/1000 усилился термический гребень. В слое АТ850...АТ500 вблизи оси ложбины наблюдалось разрежение изаллогипс, что привело к быстрому образованию замкнутых изаллогипс.

ВФЗ имела интенсивность 20...25 гПа/500 км, скорость струйного течения варьировала в пределах 150...200 км/ч, что свидетельствовало о больших горизонтальных градиентах температуры, необходимых для образования циклона на тёплом фронте. В качестве термического фактора обусловившего падение давления перед тёплым фронтом в 2,2...6,6 гПа/3 ч в районе Архангельска наблюдалась значительная адвекция тепла: перед тёплым фронтом арктической система в 00 ч ВСВ 17 де-

кабря температура была $-20...-24$ °С, за тёплым фронтом – $-2...-4$ °С, в тёплом секторе полярной системы температура была уже положительной $+1...+6$ °С. Рост давления над Кольским полуостровом $2,4$ гПа/3 ч был связан с адвекцией холода $-1...-7$ °С за холодным фронтом. Все эти факторы привели к тому, что в 00 ч ВСВ 18 декабря над севером ЕТР образовался частный циклон с $P_{ц} = 991$ гПа.

В то же время над Западной Сибирью располагался заполняющийся циклон с квазивертикальной осью ($P_{ц} = 1005$ гПа), который в 00 ч ВСВ 18 декабря заполнился в приземном слое, но на высоте сохранился.

Возникший на волне частный циклон, перемещаясь по активной ВФЗ со скоростью 60 км/ч, вошёл в систему заполняющегося циклона, в результате чего произошла его регенерация. В южной части циклона в зоне тёплого фронта падение давления 18 декабря в 00 ч ВСВ составляло $3,2...5,2$ гПа/3 ч, рост за холодным фронтом над западом ЕТР – $2,4...4,2$ гПа/3 ч.

Одновременно с этим, на южные области Казахстана и Среднюю Азию 17 декабря сместился антициклон вторжения из южных районов Европы с максимальным давлением 1043 гПа над Узбекистаном. По мере перемещения циклона в сторону наибольшего падения давления (в юго-восточном направлении) и перемещением антициклона в соответствии с ведущим потоком в северо-восточном направлении, 18 декабря между глубоким циклоном над Поволжьем и антициклоном над Средней Азией и югом Казахстана образовалась штормовая зона с градиентами давления над западными и северо-западными областями Казахстана в $25...30$ гПа/500 км. Во всём регионе произошло усиление ветра до $15...18$ м/с, порывы ветра достигали $20...28$ м/с. С прохождением тёплых фронтов начались снегопады, что привело к возникновению метелей в Актюбинской, Костанайской и Акмолинской областях. В Карагандинской области усиление юго-западного ветра до $15...20$, порывы до $22...28$ м/с, снегопады и метели начались 19 декабря. С прохождением тёплого фронта днём на М Свх. Родниковский с $4:10$ до $9:20$ ч ВСВ скорость ветра достигла ураганной силы 34 м/с. Видимость в метелях во всех областях понизилась до $50...500$ м. Продолжительность сильных метелей составила $13...24$ ч.

По мере смещения циклона на юг Западной Сибири и антициклона на Монголию 20 января барические градиенты и ветер ослабели. Снегопады и метели на территории Казахстана прекратились.

В результате северо-западного вторжения арктического воздуха на территорию Казахстана 27-28 февраля метели, местами сильные, охватили северные области Казахстана. Ветер усилился до $15...20$ м/с, порывы дос-

тигли 21..25 м/с, на М Бурабай Акмолинской области 28 февраля отмечался ветер 30...31 м/с. Рассмотрим синоптическую ситуацию, с которой были связаны эти стихийные гидрометеорологические явления.

На волне арктического фронта южнее о. Шпицберген 25 февраля образовался частный циклон. Над Карским морем располагался высотный циклон, в приземном слое ему соответствовал заполняющийся циклон. Высотная фронтальная зона была ориентирована из районов Баренцева моря через север ЕТР, Средний Урал на Северный Казахстан, скорость северо-западного потока в тропосфере составляла 120...160 км/ч. Перемещаясь в юго-восточном направлении под активной ВФЗ, интенсивность которой составляла 24...28 гПа/500 км, циклон углублялся и расширялся по площади. Уже в 00 ч ВСВ 27 февраля циклон охватывал своим влиянием Западную Сибирь, Урал, Северо-восток ЕТР и северные области Казахстана, центр его с $P_{ц} = 975$ гПа располагался южнее г. Салехарда. С циклоном были связаны арктическая и свежearктическая фронтальные системы, которые определяли погоду северных областей Казахстана.

Над Европой, югом ЕТР, западными и центральными районами Казахстана в это же время располагалось поле повышенного атмосферного давления, мощные антициклоны располагались над Монголией, Восточным Казахстаном ($P_{ц} = 1040$ гПа). Таким образом, прохождение глубокой ложбины циклона над северными областями республики и сохранение области высокого давления над его центральными и восточными районами способствовали формированию штормовой зоны с большими барическими градиентами – 20...25 гПа/500 км и, как следствие, сильными ветрами над Северным Казахстаном. Прохождение арктического и свежearктического тёплых фронтов вызывали снегопады, местами сильные, а сильные ветры, местами достигавшие критериев СГЯ, вызывали сильные метели.

Наибольшее усиления ветра и распространение метелей по площади произошло днём 27 и 28 февраля. Северные области республики находились в зоне тёплых арктического и свежearктического фронтов, а затем в зоне холодного арктического фронта на южной периферии циклона между двумя антициклонами. По мере перемещения ложбины циклона и связанного с ней холодного фронта на восток и смещения антициклона с запада на центральные районы Казахстана снегопады прекратились, барические градиенты, и скорость ветра уменьшились, и метели также прекратились.

23-24 января в Карагандинской, Акмолинской и Восточно-Казахстанской областях наблюдались снегопады, метели, сильные ветры со скоростью 15...23, порывами 24...27 м/с. На М Ерейментау Акмолинской области, М Кзылтау Карагандинской области, М Шемонаиха Вос-

точно-Казахстанской области были зафиксированы сильные метели. Их продолжительность составила 15...16 ч, видимость понижалась до 50...500 м, скорость ветра при этом была 15...20 м/с. Эти опасные явления были связаны с западным вторжением на территорию республики.

Сильные осадки (дождь, снег). Очень сильные дожди (количеством 50 мм и более в равнинной части территории, и 30 мм и более в селеопасных районах, за 12 часов и менее) отмечались в пяти случаях. Наибольшее количество осадков от 50 до 78 мм выпало на равнинной территории, в селеопасных и горных районах – 31...50 мм.

6-9 августа в Актюбинской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Восточно-Казахстанской областях дожди, местами очень сильные были связаны с глубоким циклоном, располагавшимся над западом Казахстана. С циклоном была связана арктическая система фронтов и фронт окклюзии, его центр располагался над Актюбинской областью ($P_{ц} = 993...995$ гПа).

Циклон прослеживался до больших высот, на картах АТ850...АТ200 ему соответствовал замкнутый центр, на карте ОТ500/1000 – замкнутый очаг холода, воздух в слое земля...АТ500 был влажным с дефицитом точки росы 0,0...2,9 °С. В тыл циклона, с северо-восточными потоками из районов Западной Сибири, наблюдался заток влажного и холодного воздуха. А с юго-западными потоками поступал тёплый воздух из районов Средней Азии, что приводило к обострению арктических тёплого и холодного фронтов и вторичных фронтов. Замкнутая циклоническая кривизна изогипс на всех высотах способствовала возникновению восходящих потоков и падению геопотенциала на АТ700 на 6...11 гПа за сутки. Через западные и северные области Казахстана, начиная с 1 августа, перемещались циклоны и атмосферные фронты, которые почти ежедневно вызывали дожди, местами сильные. Наличие очага холода на высоте, большая увлажнённость всей толщи тропосферы и неустойчивая стратификация при прогреве воздуха, создали благоприятные условия для выпадения дождей, местами сильных. 6 августа в Актюбинской области, на М Баскудук за 11 ч выпало 57 мм осадков.

По мере перемещения циклона в северо-восточном направлении с 7 по 9 августа дожди, местами сильные охватывали территорию Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областей. На карте АТ700 в этот период отмечалось падение геопотенциала на 2...10 гПа за сутки, что способствовало сохранению глубокого циклона. 7 августа циклон переместился на Костанайскую область, там прошли дожди, на М Пресногорьковка в зоне тёплого фронта начиная с 3 ч ВСВ выпало 77 м осадков за 10 часов.

С прохождением вторичного холодного фронта днём 8 августа очень сильный дождь выпал на М Тобол Костанайской области, 9 августа на М Благовещенка Северо-Казахстанской области за 8 часов выпало 56 мм дождя.

На картах АТ500 в период 7-11 августа ВФЗ (8...12 гПа/500 км) проходила через Урал – запад Казахстана – юг – юго-восток Казахстана. Под ВФЗ в течение всего этого времени перемещался полярный фронт с волнами. Днём 10 августа на волне этого фронта образовался частный циклон, с центром над Алматинской областью. За холодным участком полярного фронта давление стало расти (2,5...3,1 гПа/3ч) и ночью 11 августа дожди, местами сильные наблюдались по всей территории области, в горных и предгорных районах на метеостанциях и гидропостах количество выпавших осадков достигло критериев СГЯ (33...50 мм).

Перемещаясь со скоростью 20...30 км/ч, циклон сохранялся над северной половиной Казахстана до 13 августа, вызывая дожди почти повсеместно. И лишь 14 августа, когда с северо-западных районов ЕТР распространился отрог антициклона, а барическая ложбина переместилась на юг Западной Сибири, дожди в этом регионе прекратились. В Алматинской области дожди продолжались и 12-14 августа. Эти дожди были связаны с волнами на холодном полярном фронте. 15 августа антициклон вторжения достиг центральных районов Казахстана и дожди прекратились.

В 2013 году на территории Казахстана наблюдалось пять периодов очень сильных снегопадов 11-13 января, 20 ноября, 1-2 и 5 декабря в Южно-Казахстанской и Алматинской областях, 7-8 марта в Восточно-Казахстанской области. Также отмечалось шесть случаев локального очень сильного снегопада, наблюдавшегося в горной и предгорной местности.

1-2 декабря с выходом Южно-Каспийского циклона на юге, юго-востоке и в центре Казахстана прошли осадки, местами сильные, на М Улытау Карагандинской области, М Аул Турара Рыскулова и М Шымкент Южно-Казахстанской области, МП Турбаза Алматау осадки в виде снега были очень сильные от 24 мм до 34 мм.

Повторение синоптического процесса и сильные осадки на юге и юго-востоке республики произошло 4-5 декабря. Кроме сильного снегопада 5 декабря, под влиянием Южно-Каспийского циклона, в Акмолинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областях усиливался ветер юго-западного направления, местами достигший критериев СГЯ (31...34 м/с.)

Рассмотрим синоптические условия, вызвавшие этот комплекс стихийных гидрометеорологических явлений.

4 декабря на приземной карте погоды за 12 ч ВСВ наблюдался заполняющийся Южно-Каспийский циклон. Центр его находился над Астаной ($P_{ц} = 995$ гПа). Ложбина циклона и связанные с ней арктический и свежearктический холодные фронты оказывали влияния на погоду в центре и на юге республики. Обширный антициклон с центром над Каспийским морем ($P_{ц} = 1028$ гПа) занимал территорию Средней Азии, Чёрного моря и западного Казахстана. За холодным арктическим фронтом над Южно-Казахстанской областью рост давления составил 2,5...4,0 гПа/3 ч, за холодным свежearктическим фронтом над Кызылординской областью – 2,8...3,6 гПа/3 ч.

На юге республики температура воздуха днём 4 декабря наблюдалась в диапазоне +7...+13 °С, на западе Казахстана +2...-5 °С, дефицит точки росы в зоне фронтов был 1...4 °С.

На карте АТ500 в 00 ч ВСВ 4 декабря южные области республики находились под влиянием передней части барической ложбины. Ось ложбины проходила через Екатеринбург – Костанай – Атырау – Баку. Юг республики находился в зоне расходимости изогипс, скорость юго-западного ветра была 60...80 км/ч, интенсивность ВФЗ 8...10 гПа/500 км. Но уже в 12 ч ВСВ скорость ветра увеличилась до 100...120 км/ч, интенсивность ВФЗ до 20...25 гПа/500 км, геопотенциал понизился на 9...11 гПа. Всё это привело к обострению атмосферных фронтов. Прохождение динамически значимых холодных фронтов через южные и юго-восточные области Казахстана вызвало выпадение значительных осадков, которые из-за высоких температур начались с дождя, а ночью 5 декабря перешли в снег. В горных и предгорных районах Южно-Казахстанской и Алматинской областей количество выпавшего снега достигло 24...34 мм.

Антициклон 5 декабря в 00 ч ВСВ переместился на южный Казахстан, центр циклона на Омскую область. В результате сближения циклона и антициклона над Акмолинской и Карагандинской областями образовалась штормовая зона с большими барическими градиентами (25...30 гПа/500 км), ветер усилился до 15...29 м/с. На М Ерейментау Акмолинской области зафиксирован ветер 31 м/с, на М Родниковка Карагандинской области – 34 м/с.

После того, как циклон с центром над Омской областью заполнился и в виде ложбины переместился на север Западной Сибири, барические градиенты и скорость ветра ослабели.

Обзор стихийных гидрологических явлений. В январе 2013 года практически на всей территории Казахстана отмечался повышенный температурный фон. Аномалии положительных температур в Южно-

Казахстанской области к концу первой декады января составили +8...+10 °С. Снегозапасов в Таласском Алатау к началу января накопилось в 1,5...2,5 раза больше нормы. 11-12 января выпали сильные осадки (до 30 мм), преимущественно в жидком виде. На фоне положительных температур, в связи с интенсивным снеготаянием и прошедшими сильными дождями по отдельным низкогорным рекам Южно-Казахстанской области 11-12 января прошли высокие тало-дождевые паводки, сформировался склоновый сток. Подъемы уровней воды на реках Арысь, Бадам, Бугунь, Шубарсу составили 0,7...1,5 м. В результате по сведениям МЧС в Сарыагашском районе было подтоплено 48 домов, разрушено 2 дома, подтоплено 119 дворов, произошел падеж скота. В зону затопления попали поселки: Жылга, Каракалпак, Таскудук.

В Восточно-Казахстанской области (ВКО) зима 2012...2013 гг. была многоснежной. К 1 марта на территории области скопилось большое количество снега – от полутора до двух норм, а в Урджарском районе (северо-западные склоны хр. Тарбагатай) – около трех норм. В первой декаде марта в Восточно-Казахстанской области выпали сильные осадки, по отдельным метеостанциям (Зайсан, Кокпекты, Теректы, Зыряновск, Улькен Нарын) их количество превысило месячную норму в несколько раз. Осадки в низкогорной зоне были в жидком и смешанном виде, в горах – в виде снега. На фоне положительных температур, интенсивного снеготаяния и сильных осадков произошло формирование склонового стока, на отдельных малых реках области резкие подъемы уровней воды, наблюдались разливы и подтопления.

За период 5-7 марта на р. Уланка в районе с. Герасимовка (ВКО) уровни воды повысились на 2,7 м и превысили опасные отметки, в результате чего в с. Герасимовка подтапливались хозпостройки.

7 марта в Жарминском районе ВКО в результате образования талых вод произошел перелив через железнодорожное полотно на участке шириной 25 м. В связи с чем, на ж/д Алматы – Семей было приостановлено движение пассажирского поезда Кызылорда – Семей и двух грузовых поездов. Проводились работы по отводу воды от железнодорожного полотна и его укреплению. Задержка поездов составила 9...11 часов.

8 марта в Глубоковском районе ВКО на р. Горная Ульба началось вскрытие, ледоходом был смыт подвесной мост.

17 марта в районе п. Холодный Ключ в результате смыва грунта талыми водами, произошел обвал части автодорожного полотна, вследствие чего сместилась часть конструкции водопропускного сооружения.

Также из-за талых вод была перекрыта автодорога Холодный Ключ – Семипалатинск.

17 марта в районе Иртышского сельского округа ВКО произошел резкий подъем уровня воды в р. Мукур, создалась угроза размыва дамбы и жилых домов в населенном пункте Мукур.

В связи с повышенным температурным фоном на большинстве рек ВКО разрушение ледостава началось на 10...15 сут раньше средних многолетних дат. На реках Куршим, Белая, Буктырма (на участке Берель – Печи) даты вскрытия были самыми ранними за весь ряд наблюдений.

В связи с большими запасами снега, интенсивным снеготаянием и осадками сток большинства рек ВКО в марте был значительно выше нормы. Приток воды в Бухтарминское водохранилище составил $250 \text{ м}^3/\text{с}$ (норма $142 \text{ м}^3/\text{с}$), это самый высокий приток воды за весь период наблюдений в марте. Более, чем в два раза больше нормы был боковой приток к Шульбинскому водохранилищу ($137 \text{ м}^3/\text{с}$, при норме $65,4 \text{ м}^3/\text{с}$).

Повышенный сток рек Восточно-Казахстанской области сохранялся и в апреле. Приток воды в Бухтарминское ($1490 \text{ м}^3/\text{с}$) и боковой в Шульбинское ($1340 \text{ м}^3/\text{с}$) водохранилища в этом месяце были так же самыми высокими за весь ряд наблюдений.

6 июня в результате сильных дождей на р. Тарган Алматинской области сформировался наносоводный паводок, в результате чего было смыто головное сооружение Таргапской плотины, подтоплены 22 двора в верхней части населенного пункта Таргап.

29 июня в связи с прошедшими сильными дождями в бассейне р. Аксай по логу Акжар сформировался небольшой локальный селевой выброс с максимальным расходом $5 \text{ м}^3/\text{с}$.

21 июля в горах Илейского Алатау прошли сильные дожди. Максимальное количество осадков (52 мм) было зафиксировано на М Шымбулак. В результате на р. Кумбель произошел небольшой локальный селевой выброс. Кроме того, селевой выброс прошел по руслу р. Чимбулак с расходом до $20 \text{ м}^3/\text{с}$ с выходом в реку Сарысай (правый приток Киши Алматы). Было снесено тросово-сетчатое противоселевое сооружение на р. Сарысай, а также образовалось скопление бурелома под мостовым сооружением в объеме $150...200 \text{ м}^3$.

Водность большинства горных рек Восточно-Казахстанской области (Куршим, Буктырма, Тургысын, Ульби, Оба, Белая и др.) в мае – августе была значительно выше нормы. По отдельным рекам (Кара Ертис, Буктырма) уровни воды в июне приближались к критическим значениям, создавалась угроза разливов и подтоплений. В июне поступило

14 штормовых предупреждений из КНР о повышенной водности р. Кара Ертис в районе трансграничного поста Нанвань.

Первая половина августа в Восточно-Казахстанской области была дождливая, суммы осадков за 1 и 2 декады на большинстве метеостанций составили 1,5...2,5 нормы, на метеостанциях Куршим и Теректы количество осадков, выпавших с 1 по 20 августа, превысило месячные нормы в 3,5...4,0 раза. Ночью 12 августа в Катон-Карагайском районе ВКО из-за переувлажнения почвогрунтов сильными дождями, выпавшими 11-12 августа, в 77 км от с. Катон-Карагай, на участке автодороги местного значения Музей Берель – с. Чубарагач сошел оползень, его объем по предварительной оценке МЧС – 3000 м³. Часть оползневой массы объемом 800 м³ перекрыла русло р. Чубарагач, вода вышла на дорогу, отмечался незначительный размыв полотна выше мостика № 8.

В третьей декаде июля и начале августа в Костанайской области прошли сильные и очень сильные дожди, по отдельным метеостанциям (Костанай, Комсомолец, Пресногорьковка, Михайловка и др.) количество осадков превысило месячную норму в два и более раза. Так, на М Комсомолец (метеостанция расположена в бассейне р. Тогызак) количество осадков в третьей декаде составило 111 мм, за месяц 154 мм, норма в июле – 62 мм. В первой декаде августа сильные дожди в Костанайской области продолжались. Осадки, выпавшие в первой декаде, на М Костанай, М Аршалинская, М Пресногорьковка, М Кушмурун превысили месячную норму в 2...3 раза. А на метеостанциях Джетыгора, Тобол, Михайловка, Комсомолец их количество превысило месячную норму в 4,0...5,5 раза. Также сильные дожди в указанный период прошли на российской территории. На реках Челябинской и Курганской областей (Урал, Карталыаят, Уй, Нижний и Верхний Тогызак и др.) создалась опасная паводковая ситуация. На реках наблюдались резкие подъемы уровней воды, переполнение прудов и водохранилищ, размывы земляных плотин, разливы и подтопления. На территории Казахстана 9-11 августа на р. Тогызак – ГП Тогызак и р. Аят – с. Варваринка подъемы уровней воды составили 6,6...6,8 м. На р. Тогызак уровень воды превысил исторический максимум (Н = 805 см 11 августа 2013 г.), который наблюдался 17 апреля 2005 г. и составлял Н = 776 см).

В связи с выходом воды на пойму произошли следующие подтопления:

- в Карабалыкском районе 17 жилых домов, 82 хозяйственные постройки;
- в Фёдоровском районе 1 жилой дом;

- в Тарановском районе 30 жилых домов и 76 хозпостроек.

- Также затоплены огороды.

С 12 августа на реках Аят, Тогызак начался спад уровней воды.

14-15 августа резкие подъемы уровней воды (на 2,7 м) были отмечены на р. Уй – с. Уйское, за счет добегающей волны прошедшего паводка на притоке р. Уй реке Тогызак и увеличения сбросов из Троицкого водохранилища (на территории России), превышения опасных отметок не было.

На р. Урал в этот же период (9-11 августа) уровень воды повысился на 6,2 м. Приток воды в Ириклинское водохранилище возрос с 40 до 2090 м³/с, водохранилище начало интенсивно наполняться. Сбросы воды из него были увеличены с 30 до 290 м³/с. Такая сложная паводковая ситуация на реках равнинной территории в период летней межени наблюдалась впервые.

19-20 ноября на р. Кара Ертис в районе с. Боран уровень воды повысился на 2 м за счет прорыва дамбы на р. Каба (правый приток р. Кара Ертис на территории КНР), превышения опасных отметок уровня воды на территории РК не было. С 21 ноября начался спад уровня воды.

В целом водность большинства рек Западного Алтая в 2013 г. была повышенной. Годовой приток воды в Бухтарминское водохранилище был самым высоким после 1992 г., а боковой приток в Шульбинское водохранилище – после 1990 г.

Ноябрь и первая декада декабря на всей территории Казахстана были теплее обычного, аномалии положительных температур составили +5...+9 °С. В связи с этим ледообразование на реках началось значительно позже средних многолетних дат. Так, на р. Ертис ледостав установился на месяц позже, это самые поздние даты установления ледостава за весь ряд наблюдений. На 15...20 сут позже установился ледостав на р. Урал, а в районе с. Кушум – на месяц позже и это близко к самой поздней дате установления ледостава.

Лавины. Январь в горных районах Казахстана отличался обильными осадками. Осадки в основном отмечались в первой и наибольшие в третьей декаде месяца. В этот период отмечался массовый сход снежных лавин в трех областях республики:

- горные районы Южно-Казахстанской области хр. Таласский Алатау бассейн р. Балдыбрек и р. Жабаглы. Объем сошедших лавин составил 50...9000 м³,
- в Алматинской области хр. Илейский Алатау в бассейнах рек Малой и Большой Алматинки объемы сошедших лавин составили 900...6500 м³,

- хр. Жетысуйский Алатау в бассейне р. Каратал – 50...200 м³.

В феврале отмечалось два лавиноопасных периода. Первый наблюдался во второй декаде месяца в горах Западного Алтая (ВКО), с выпадением осадков и метелью. Лавины отмечались на автодороге Усть-Каменогорск – Самарское, в бассейнах рек Сарымсақты, Громотуха объем лавин составил 250...6000 м³. Второй период – в начале третьей декады месяца с выпадением осадков в Илейском и Таласском Алатау, объемы сошедших лавин зафиксированы в пределах 50...500 м³.

В марте, в большинстве горных районов Казахстана, высота снега была ниже средних многолетних значений. Лишь в Южно-Казахстанской области высота снега была в пределах нормы. Лавины сходили во всех горных регионах республики. В начале первой декады месяца лавинная опасности сложилась на Западном Алтае. Выпадением осадков и метели привели к массовому сходу лавин в бассейне р. Громотухи, объемы сошедших лавин доходили до 1000 м³. В конце первой декады месяца в горах Алматинской и Южно-Казахстанской областей выпадение осадков на фоне оттепели привели к снежным лавинам в Илейском Алатау в бассейнах рек Большой и Малой-Алматинок, объемы сошедших лавин составили 2000 м³, в Таласском Алатау в бассейне р. Сайрам – 30000 м³.

Во второй декаде марта, в связи с неустойчивым состоянием снежного покрова на фоне оттепели, сходили лавины на Западном Алтае в бассейне р. Тургусун. Их объем составил 1500...4000 м³. В Илеском Алатау в бассейнах рек Большой и Малой Алматинок – 500...1000 м³, в бассейне р. Котыр-Булак – 3000 м³.

В апреле сход лавин наблюдался в конце первой декады. В Илейском и Жетысуйском Алатау их объем составил 1300 м³.

В ноябре снежный покров в большинстве горных районов установился в третьей декаде месяца, лишь в высокогорье Илейского Алатау в первой декаде. Условий для возникновения лавин в ноябре не было.

Декабрь начался с сильных осадков в горах Илеского Алатау, что вызвало сход небольших лавин в бассейнах рек Большой и Малой Алматинок.

В 2013 году было составлено 15 штормовых предупреждений о лавинной опасности, и дано 3 рекомендации о профилактическом спуске лавин.

Сгонно-нагонные колебания уровня Каспийского моря.

По данным береговых и островных морских станций и постов в 2013 г. уровень Каспийского моря в его северо-восточной мелководной части колебался около отметки -27,59 м в пределах значений -26,71...-28,17 м (рис. 3).

В глубоководной казахстанской части Каспийского моря по данным МГ-I Форт-Шевченко, МГ-II Актау и МГП-II Фетисово среднее значение уровня моря соответствовало отметке -27,61 м с максимальным значением при подъёме – -27,16 м и минимальным при спаде – -28,00 м.

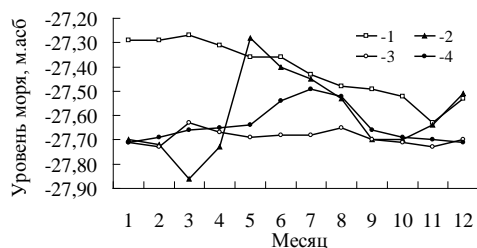


Рис. 3. Годовой ход уровня Каспийского моря в его северной части.
1 – МГП Жанбай, 2 – М Пешной, 3 – МГП Каламкас, 4 – Кулалы, остров.

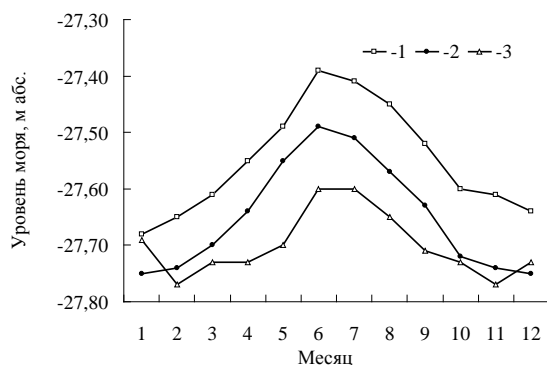


Рис. 4. Годовой ход уровня Каспийского моря в его средней части.
1 – МГ Форт Шевченко, 2 – МГ Актау, 3 – МГП Фетисова.

У побережья Северного Каспия за период с января по декабрь морскими станциями и постами Казгидромета было зафиксировано 126 случаев с незначительными нагонными явлениями, и 53 – с ветровым сгонами воды.

25-29 апреля на северо-восточном побережье Каспийского моря, в районе морской станции Пешной наблюдалось повышение уровня воды до отметки -27,01 м, вызванное устойчивым воздействием сильного северо-западного ветра (до 16 м/с). 24-26 июля на МГП Саура зафиксировано критическое падение уровня воды до 22 см, вызванное северо-западным направлением ветра.

У восточного побережья Среднего Каспия в рассматриваемый период также наблюдались незначительные сгонно-нагонные явления. 28-29 апреля М Форт-Шевченко зафиксировала падение уровня воды до отметки -27,76 м с преобладающим ветром северного и северо-восточного направления и максимальной скоростью 14 м/с.

5-6 августа в районе МГП Каламкас произошло незначительное повышение уровня воды до отметки -27,54 м северного направления с максимальной скоростью до 13 м/с.

Таблица 1

Опасные сгоны на Северном Каспии в 2013 г.

Станция	Период	Сгон	
		величина спада уровня, см	максимальная скорость ветра, м/с
МГП-Песчаный	04-05.12	18	15
МГП Каламкас	05-06.09	20	11
	08-09.09	21	11
М-II Пешной	03-05.12	22	8
	19-20.11	37	7
МГП-Саура	24-26.07	22	5

Ледовые условия. Зима 2012...2013 гг. на Каспийском море по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полугодие и степени распространения границы льда была умеренно холодной, с устойчивым ледовым покровом в северной мелководной части Каспийского моря.

Первые ледовые явления морские станции и посты отметили в районе северного побережья Каспийского моря в первой декаде ноября 2012 г. (рис. 5). Процесс формирования неподвижного льда у побережья Северного Каспия был продолжительным (около месяца). Устойчивый припай вдоль всего северного побережья моря установился только во второй декаде декабря 2012 г. Максимальное значение толщины припайного льда (35 см) зафиксировано у северо-восточного побережья Северного Каспия в середине февраля 2013 г., в районе морского гидрометеорологического поста Жанбай. У восточного побережья Северного Каспия морской пост Каламкас в течение всего ледового периода отмечал сильное сжатие и торошение льдов с толщиной припая в середине февраля до 24 см.

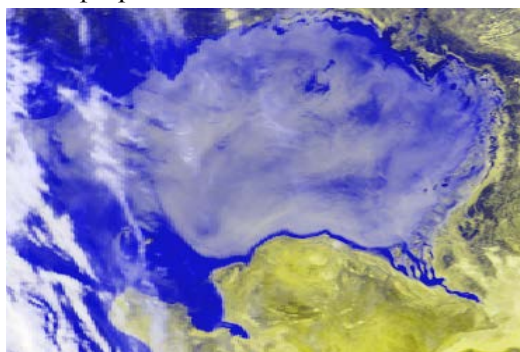


Рис. 5. Начало ледообразования (забереги) у северного побережья Каспийского моря. Снимок спутника NOAA № 18 за 5 ноября 2012.

В третьей декаде декабря процесс ледообразования достиг центральной глубоководной части Северного Каспия. По данным морской станции Кулалы, остров, в районе станции наблюдалось установление припая, шириной более 15 км. Максимальная толщина льда припайной зоны в этом районе в середине января достигала 12 см. По данным М Форт-Шевченко, начиная с середины третьей декады декабря до начала второй декады января, в бухте наблюдался припай с максимальной толщиной льда 12 см. У западного побережья Северного Каспия, по данным российских морских станций Лагань и Тюлений устойчивый припай установился сразу за началом ледообразования, во второй декаде декабря. Максимальная толщина льда в районе морской станции Лагань была зафиксирована во второй декаде января – 28 см.

В Среднем Каспии первые ледовые явления в виде льда начальных форм (ледяные иглы, сало, блинчатый лёд, склянка) были зафиксированы морской станцией Актау в конце декабря 2012 г. Установления припая в данном районе не было. У западного побережья Среднего Каспия российская морская станция Махачкала в конце декабря отметила непродолжительный дрейф крупнобитого и мелкобитого льда сплочённостью 6 баллов.

С середины февраля в восточной части Северного Каспия началось постепенное разрушение ледового покрова (рис. 6). Полное очищение моря ото льда произошло в конце третьей декады марта.



Рис. 6. Начало весеннего разрушения ледового покрова Северного Каспия. Снимок спутника TERRA за 14 февраля 2013 г.

Обзор стихийных агрометеорологических условий

Весна 2013 года в северных и центральных областях, а также в Западно-Казахстанской области наступила около среднемноголетних сроков. Ранняя весна была на востоке, юге и юго-востоке за исключением Жамбылской области. В южных регионах республики поля освободились от снега в конце февраля – начале марта. Переход средней суточной темпера-

туры воздуха через 5 °С наступил в Южно-Казахстанской области около среднемноголетних сроков, в Алматинской области – чуть позже средних сроков. В северных областях переход через 5 °С наступил также на 2...4 дня позже среднемноголетних, например, в Акмолинской области переход наблюдался 19-20 апреля. В северной части республики устойчивый переход температуры воздуха через 5 °С наступил во второй декаде апреля, а через 10 °С – в третьей декаде апреля.

Обильные осадки в середине марта и начале апреля затянули сроки просыхания почвы и проведение весенне-полевых работ. Только в Жамбылской области сев яровых зерновых культур начался в обычные сроки – третьей декаде марта и в первой декаде апреля. Проведение массовых посевных работ также сдерживали обильные осадки, отмечавшиеся в марте – апреле и в 1-й декаде мая. Запасы влаги в почве под яровыми зерновыми культурами были в основном достаточными благодаря зимним и весенним осадкам, что было благоприятно для их роста и развития.

Расчеты запасов продуктивной влаги на период весенних полевых работ, показали, что на территории республики в основном сформировались удовлетворительные запасы влаги в метровом слое почвы. В Южно-Казахстанской, Жамбылской и Алматинской областях, благодаря выпавшим обильным осадкам за осенне-зимний период, увлажнение почвы было в основном оптимальным.

В начале апреля к посеву яровых зерновых культур приступили в Западно-Казахстанской области, местами в Актюбинской области и в Павлодарском районе Павлодарской области. В начале мая приступили к посеву в отдельных районах Восточно-Казахстанской области и на большей части Центрального Казахстана. В основных зерносеющих районах Казахстана в конце апреля – начале мая, в сроки близкие к среднемноголетним, были начаты работы по предпосевной обработке полей под яровые зерновые культуры. Выпавшие осадки несколько пополнили запас влаги в почве, но сдерживали проведение полевых работ. К массовому посеву зерновых культур в основных зерносеющих районах приступили в начале второй декады мая.

В осенний период 2013 года на территории Казахстана температура воздуха была выше среднемноголетних значений, аномалии средних месячных температур составляли +2...+8 °С, на востоке в начале декабря – до +9...+10 °С. В первой половине января 2013 года аномалия температуры воздуха колебалась от отрицательных до положительных значений. В феврале на большей части территории республики, кроме западных регионов, отмечалась отрицательная аномалия температуры. В начале марта

аномалии температуры в южных областях достигали -2°C , в других регионах $+3\dots+8^{\circ}\text{C}$.

Атмосферная засуха. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 15°C (активный вегетационный период) наступил на севере и востоке страны в период с 3-й декады мая по 1-ю декаду июня, что раньше средних многолетних сроков. В центральных районах устойчивый переход через 15°C наблюдался со 2-й декады мая по 1-ю декаду июня, на западе – в 1-й декаде мая, в южных областях – в начале апреля и 1-ой декаде мая, в некоторых районах Алматинской области – в начале июня.

В летний период на большей части территории республики наблюдались положительные аномалии температуры. Максимальная температура воздуха в июне в северной половине страны составляла $+28\dots+36^{\circ}\text{C}$, на юге повышалась до $+37\dots+45^{\circ}\text{C}$. На большей части Западного Казахстана отмечалась устойчивая теплая, местами жаркая без осадков погода. В отдельных районах Восточного, Центрального и Северного Казахстана отмечались осадки. В июле максимальная температура воздуха в северных и центральных районах Казахстана составляла $+35^{\circ}\text{C}$, местами поднималась до $+39^{\circ}\text{C}$, в южной половине она достигала $+37\dots+45^{\circ}\text{C}$. Засушливость летних месяцев (каким был июнь 2013 г.), когда происходит закладка и формирование генеративных органов растений, значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур, вызывает щуплость зерна.

По данным наблюдений за температурой и влажностью воздуха атмосферная засуха наблюдалась в Актюбинской области в Мартукском, Кобдинском, в окрестности г. Актобе, Алгинском, Хромтауском, Каргалинском и Мугалжарском районах (рис. 7).

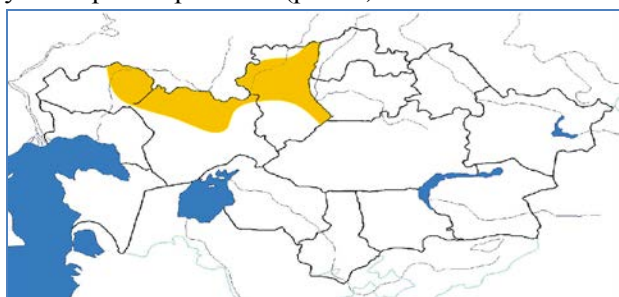


Рис. 7. Атмосферная засуха (окрашено желтым) за вегетационный период 2013 г.

В Западно-Казахстанской области атмосферная засуха наблюдалась в Сырымском и Чингирлауском районах.

В Костанайской области атмосферная засуха наблюдалась на территории Тарановского, Карасуского, Камыстинского, Костанайского,

Мендыгаринского, Денисовского, Аркалыкского, Наурузумского, Узункольского районов.

Мониторинг атмосферной засухи осуществлялся также с помощью стандартизованного индекса осадков (СИО). СИО позволяет определять редкость явления текущей засухи (табл. 2), а также сопоставлять прошлые и нынешние засухи, которые наблюдались в разных климатических и географических местах, при оценке того, насколько редким или частым является рассматриваемое явление засухи.

С октября 2012 г. по март 2013 г. в северных, восточных и юго-восточных регионах осадков выпало достаточно. Оценка условий увлажнений с помощью СИО показывает средне и умеренно увлажненные условия. В западной половине Республики, наоборот, накопления влаги за холодный период не произошло. Дефицит осадков здесь в апреле - июне усугубил ситуацию, и условия увлажнения этого периода характеризуются от средне засушливых до местами экстремально засушливых. В июне мало осадков было также в северных зерносеющих районах. Дожди в июле - августе привели к нормализации условий увлажнения практически на всей территории Казахстана.

Таблица 2

Классификация условий увлажнения по значениям СИО и соответствующие вероятности

Значения СИО	Классификация условий увлажнения	Число случаев за сто лет	Интенсивность явления
$\geq 2,00$	экстремально влажно	2,5	1 раз в 50 лет
1,50...1,99	очень влажно	5	1 раз в 20 лет
1,00...1,49	умеренно влажно	10	1 раз в 10 лет
0...0,99	средне влажно	33	1 раз в 3 года
0...-0,99	средне засушливо	33	1 раз в 3 года
-1,00...-1,49	умеренно засушливо	10	1 раз в 10 лет
-1,50...-1,99	сильно засушливо	5	1 раз в 20 лет
$\leq -2,00$	экстремально засушливо	2,5	1 раз в 50 лет

Почвенная засуха. Мониторинг почвенной засухи осуществлялся по данным наблюдений за влагозапасами в почве, а также с помощью индекса засушливости Пальмера по данным о средней месячной температуре воздуха и месячных суммах осадков.

По данным метеостанций запасы влаги в почве перед её замерзанием показали, что на территории северных областей влагообеспеченность полей осенью 2012 г. была недостаточной, но весной значительно пополнилась за счет снеготаяния и весенних осадков.

Установление сухой и жаркой погоды в течение весенне-летнего периода вызвало в некоторых областях почвенную засуху (рис. 8). Почвенной засухой были охвачены Таскалинский район Западно-Казахстанской области, Тарановский, Карасуский, Костанайский, Денисовский, Узункольский районы Костанайской области.

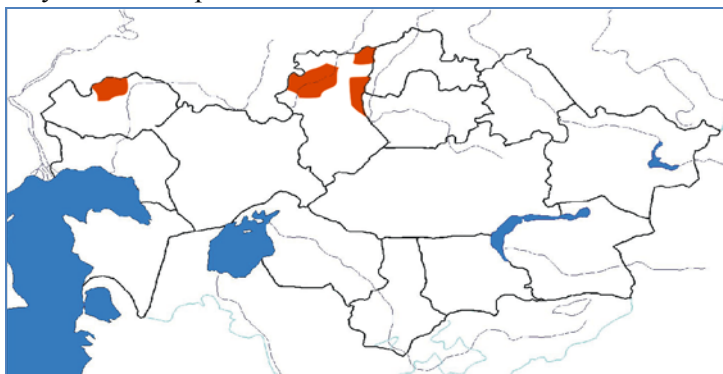


Рис. 8. Почвенная засуха (красный цвет) в течение вегетационного периода 2013 г.

Классы увлажнения почвы по значениям индекса Палмера приведены в табл. 3. Когда значения индекса ниже -2 (умеренная, сильная и экстремальная засуха), это указывают на то, что засуха способна нанести ущерб сельскому хозяйству.

Таблица 3

Классификация условий увлажнения по значениям индекса Палмера

Значение	Характеристика увлажнения
≥ 4	экстремально влажный
от 3 до 3,99	очень влажный
от 2 до 2,99	умеренно влажный
от 1 до 1,99	слабо влажный
от 0,5 до 0,99	возникающий влажный период
от 0,49 до -0,49	около нормы
от -0,5 до -0,99	возникающий сухой период
от -1,0 до -1,99	слабо сухой (слабая засуха)
от -2,0 до -2,99	умеренно сухой (умеренная засуха)
от -3,0 до -3,99	очень сухой (сильная засуха)
$\leq -4,0$	экстремально сухой (экстремальная засуха)

Результаты мониторинга показывают, что в основных зерносеющих районах в весенние месяцы увлажнение почвы было близко к нормальному, затем в июне вследствие дефицита осадков и достаточно высоких температур появилась угроза засухи. Но последовавшие в июле-августе дожди нормализовали увлажнение почвы.

В западных регионах Казахстана местами слабая засуха усиливалась в мае-июне и вновь ослабевала в июле. На севере Актыубинской области экстремальная засуха была зафиксирована до июня. В районе населенных пунктов Аяккум и Ильинский в течение всего вегетационного периода была зафиксирована экстремальная засуха. Мангистауская область в течение всего вегетационного периода 2013 года была охвачена экстремальной засухой. В равнинных районах южных областей наблюдалась засуха различной интенсивности – от слабой до сильной.

Град. Град – частички плотного льда различных размеров. Обычно размер градин варьирует от нескольких мм до 2...5 см, редко – крупнее. Ущерб, наносимый сельскохозяйственным посевам, зависит не только от размера градин, но и от плотности их выпадения на единицу площади и продолжительности явления. Градобитие на сельскохозяйственных посевах в 2013 году наблюдался в летний период в Шуйском районе Жамбылской области, в Жаксынском, Есильском, Жаркаинском районах Акмолинской области, в Карасуском и Мендыгаринском районах Костанайской области. Также в большинстве районов Карагандинской области, в Глубоковском районе Восточно-Казахстанской области.

Заморозки. Понижения температуры воздуха в начале периода вегетации, отмечавшиеся в ночное время до -2...-4 °С, и кратковременные заморозки на поверхности почвы до -5...-8 °С на севере, востоке и в центре страны не были опасными для появившихся всходов зерновых культур в Карагандинской и Павлодарской областях. При таких метеорологических условиях процессы прорастания и появления всходов протекают очень медленно.

Заморозки до -1...-2 °С, местами отмечавшиеся в третьей декаде мая, и кратковременные заморозки на поверхности почвы до -2...-5 °С на севере, востоке и в центре страны также не повлияли на рост и развитие растений.

Осень 2013 года была повсеместно теплой с кратковременными осадками. Заморозки отмечались во второй декаде сентября в ночное время суток в северных и центральных районах и составляли -1...-6 °С, в северной части востока – -2...-4 °С. Осенние заморозки также наблюдались в третьей декаде сентября на севере, в центральных и восточных районах – от -1...-3 °С до -5...-7 °С, в северной части запада температура опускалась до -1...-4 °С, что вызвало повреждение посевов пшеницы в окрестности М Тобол Костанайской области. Минимальная температура на поверхности почвы была близка к значениям минимальной температуры воздуха.

Переувлажнение почвы. В первой декаде сентября осадки прошли в северной половине страны, на западе и кое-где в горных районах востока. Наи-

более обильные осадки прошли на большей части запада и в отдельных областях севера, здесь за декаду в течение 1...2 суток, а на западе за 3...4 суток, выпало от 14...27 мм до 32...42 мм осадков. Во второй декаде сентября обильные осадки прошли на большей части запада и в отдельных районах севера, центра, востока и юго-востока. Здесь за декаду в течение 1...5 суток, на западе 3...4 суток, выпало от 11...23 мм до 33...35 мм осадков, что превысило норму в 2 и более раза. В третьей декаде сентября обильные осадки выпали в северной половине Казахстана. Обильные осадки (около и больше нормы) отмечались также на западе и в отдельных областях севера страны, здесь в течение 1...5 суток осадков выпало от 14...20 мм до 34...40 мм.

Излишнее увлажнение (переувлажнение) почвы наблюдалось в Карабалыкском и Костанайском районах Костанайской области, что затруднило уборку высокорослых посевов ввиду их полегания.

Поступила 30.10.2014

Б.А. Сазанова
Т.В. Худякова
Т. Нургалиева
Т.И. Криворучко
Я.З. Ильясов
Е.И. Васенина
Д.К. Байбазаров
А. Муртазина

2013 ЖЫЛЫ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ 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.

**Пальгов Николай Никитич
(к 125-летию со дня рождения)**

Среди многих отраслей науки, получивших широкое развитие в Казахстане, крупных успехов достигла гляциология. Современные достижения казахстанской гляциологии неразрывно связаны с именем основоположника этой науки в нашей стране, выдающегося географа еще советских времен академика Н.Н. Пальгова.

Николай Никитич Пальгов родился в крестьянской семье 10 декабря 1889 г. в селе Павлодаровка Туголуковского района, бывшей Тамбовской губернии. В 1905 г. он окончил Тамбовскую гимназию, а в 1913 г. – землемерно-гидротехнические курсы Московского строительного училища.

Интересной, насыщенной событиями видится жизнь Н.Н. Пальгова. Строитель дорог, плотогон на Каме и Волге, рыбак. Топограф переселенческих управлений Сырдарьинской (Ташкент) и Семиреченской (Верный) областей, член правления Семиреченского Народного горного союза, начальник отдела штаба Семиреченского фронта. Руководитель отрядов по проведению переписи населения, начальник Таджикского статистического управления. Геодезист Кирнаркомзема и Средазводпрома, начальник геодезических партий Казахского геологического

управления... Он провел десятки экспедиций, побывал в самых отдаленных уголках Казахстана и Средней Азии – от безводных пустынь до заснеженных вершин, постоянно и любовно собирал факты о природных богатствах и хозяйстве края, обобщал их в многочисленных публикациях.

На родине будущего академика не было ни айсбергов, ни ледников. И даже вечной мерзлоты не было. Средняя полоса России. Но Николая Никитича более 90 лет назад заинтересовали ледники и наука, их изучающая, – гляциология. Потому что ледники отняли у людей миллионы гектаров земли. Только в странах СНГ они покрывают почти 80 тыс км². Подо льдом погребен огромный материк – Антарктида. Но лед – не только беда, но и великое богатство. Ледники существенно влияют на водный режим целых стран, а значит – на плодородие полей.

В областях с развитым оледенением без гляциологии невозможно познать климат и его изменения, рельеф, развитие и питание речной сети. Гляциология имеет большое значение для разных отраслей народного хозяйства – в преобразовании природы, использовании воды горных рек, строительстве гидротехнических сооружений, оросительных систем, гидроэлектростанций, высокогорных баз отдыха, туризма и т.д.

Именно поэтому, имея наибольшую склонность к физической географии, Николай Никитич предметом своего особого внимания избрал гляциологию. Его с юношеских лет тянуло к горам, к их бурным рекам, к сверкающим снежным вершинам и ледникам. Путешествовать (а изучение ледников – это, прежде всего, горные путешествия, экспедиции) хотят если не все, то многие, а становятся путешественниками единицы. Потому что это достаточно трудно. Наверное, требуется гораздо больше усилий воли, чтобы стать исследователем – «полевиком», чем инженером, врачом или журналистом. Ведь надо быть жестче к себе и мягче к людям. Надо гораздо чаще проявлять всевозможные самоограничения, научиться требовательности к своему физическому «я». Всеми этими качествами обладал Николай Никитич.

Научные исследования в области гляциологии были начаты Н.Н. Пальговым еще в 1922 г., когда, по заданию Туркестанского отдела Географического общества и за счет трудового отпуска и скромных личных сбережений, он совершил первое и совсем еще необычное для него путешествие с одной лошадью и с двумя спутниками-добровольцами к Центральному Туяксуйскому леднику, залегающему в верховьях р. Малой Алматинки, близ г. Алма-Аты. Уже тогда суровая красота гор по-настоящему пленила его. С тех пор все его помыслы были о том, чтобы еще и еще раз вер-

нуться к ледникам – этим холодным, ослепительным и безмолвным созданиям климата и рельефа и раскрывать их вековые тайны.

Впоследствии он восторженно описал свои впечатления от увиденного: «Величественные и красивые картины горной природы... поглощали мои воспоминания. И не думалось мне, что настанет время, когда дни, проведенные среди диких снежных колоссов, давивших так часто своей мрачной сверхестественной мощью и поражающих очарованием своей страшной, немой красоты, покажутся мне глубоко содержательными и полными того ощущения бодрости, какую дает неисчерпаемая великая природа».

В 1939 г., когда ученый был приглашен в числе первых сотрудников в Сектор географии Казахского филиала АН СССР, начинается наиболее плодотворный период его научной деятельности. В годы Великой Отечественной войны он занимался вопросами военной географии, изучением гидрологического режима рек ледникового питания. В 1942 г. защитил кандидатскую диссертацию «Ледники Талгара и их роль в питании рек».

В 1945 г. Н.Н. Пальгов становится заведующим Сектором географии Казахского филиала АН СССР (ныне Институт географии МОН РК) и возглавляет его в течение 17 лет, до 1962 г. В этот период, под его руководством продолжались исследования ледников Республики, проводились комплексные работы по страноведческому изучению административных областей, исследованию озер страны и многое другое.

В 1951 г. первым из географов Республики Н.Н. Пальгов защитил докторскую диссертацию «Опыт исследования ледников Заилийского Алатау», а в 1954 г. избран профессором и академиком АН КазССР. В 1959 г. ему присвоено звание заслуженного деятеля науки Казахской ССР.

В 1957 г. Сектор географии включился в исследования по программе Международного геофизического года. Гляциологи Казахстана под руководством Н.Н. Пальгова собрали обширный фактический материал обо всех основных процессах, происходящих в ледниках высокогорий юго-востока страны. Эти материалы явились необходимой базой для проникновения в физическую сущность ледниковых явлений, для понимания, как общих гляциологических закономерностей, так и региональных особенностей их проявления.

Научные работы Н.Н. Пальгова, всегда конкретные, отличающиеся обилием новых фактических данных и точностью формулировок, основаны главным образом на личных исследованиях. В работах по Заилийскому и Джунгарскому Алатау им детально описаны почти все крупные ледники, ус-

тановлены закономерности их размещения, изучены гидрологические особенности, многолетний режим и роль в питании рек. На основе всего этого предложены формулы расчета стока рек ледникового питания. В Центральном Тянь-Шане – в Кокшаалтау и в Терской-Алатау – Николай Никитич открыл крупные узлы современного оледенения, до того времени неизвестные.

Особо значительны его исследования по определению мощности (толщины) горных ледников методом балансов. Ученый пришел к выводу, что при определении мощности любого ледника можно обойтись без сложных измерений, осуществляемых громоздким и дорогостоящим оборудованием. Он предложил простые формулы, выведенные на основании анализа результатов наблюдений за режимом ледников (скоростью их движения, показателями таяния, уменьшением толщины льда и др.). По этим формулам были определены мощности ледников Центрального Туюксуйского, Иглы Туюксу в Заилийском Алатау, ледников Сатпаева, Берга, Шумского – в Горной Джунгарии. Достоверность этого расчетного метода блестяще подтвердилась позднее при измерениях мощностей ледников геофизическими способами и непосредственно глубоким бурением.

В 1958 г. вышла в свет монография Н.Н. Пальгова «Современное оледенение в Заилийском Алатау». Эта книга явилась итогом многолетних исследований ледников хребта, синтезировала огромный фактический материал. В ней теоретически разработаны все основные вопросы ледниковой гидрологии, выявлены тенденции в развитии оледенения, дана оценка баланса массы ледников. Эта книга получила великолепные отзывы от гляциологов Советского Союза и зарубежных стран.

Нет возможности хотя бы кратко остановиться на многочисленных оригинальных гляциологических исследованиях ученого и на его более общих работах по различным вопросам географии. Трудно даже перечислить круг проблем и вопросов, с которыми связаны научные интересы Николая Никитича. Достаточно лишь сказать, что им опубликовано около 200 научных статей, заметок, брошюр и отдельных книг.

Академик Н.Н. Пальгов был не только лучшим знатоком высокогорного Казахстана, но и одним из основателей советской школы гляциологии, он был опытейшим гляциологом Советского Союза. Его работы по общей теории гляциологии и по описанию оледенения Казахстана представляют фундаментальный вклад в гляциологическую науку и получили широкое международное признание. На его работах формировалось научное мировоззрение практически каждого гляциолога нашей страны.

В последние годы жизни Н.Н. Пальговым детально разработаны вопросы, так называемого, фирнового стока (стока из областей зарождения ледников), установлены взаимосвязи между отдельными элементами режима ледников и климатическими факторами, исследован гидрологический режим ледников разных горных районов. В соавторстве со своими молодыми коллегами ученый уже в преклонном возрасте издал новую большую книгу «Оледенение Заилийского Алатау» (М., 1969). Благодаря этим разработкам, ледники Заилийского Алатау являются сейчас одними из наиболее изученных не только в нашей стране, но и на всем земном шаре.

Николай Никитич широко известен и как ученый-популяризатор, автор интересных очерков по физической географии Казахстана, отличающихся красочностью и образностью языка: «Казахстан» (1953), «Степи Казахстана» (1955), «Реки Казахстана» (1959), «Казахстан от Уральска до Алма-Аты» (1965), «Казахстан» (из серии «Советский Союз») (1970), «Жизнь одного ледника» (1971) и многих других.

Много внимания ученый уделял редактированию научных трудов. Он был редактором 14 выпусков «Вопросов географии Казахстана», 8 сборников статей «Гляциологические исследования в Казахстане», 4 томов «Материалов гляциологических исследований» (в период МГГ) и др.

Свою научную деятельность Н.Н. Пальгов всегда успешно совмещал с большой общественной работой. В течение почти 20 лет он был бессменным председателем Казахского филиала Географического общества СССР с момента его образования, был членом различных научных обществ, в том числе – Британского гляциологического общества. Много труда и энергии он вложил в подготовку в Республике высококвалифицированных кадров географов и гляциологов.

А учеников у него много. Под его научным руководством защитили кандидатские диссертации К.Г. Макаревич, П.А. Черкасов, Т.Р. Омаров. На его трудах учились многие гляциологи, в том числе автор этих строк. Он учил нас, прежде всего, умению работать одержимо. Так, чтобы в этот час, в этот день, а если надо в этот месяц не было бы в жизни ничего, кроме работы. Николай Никитич очень ценил в людях одаренность и эрудицию, скромность и добросовестность, неисчерпаемое усердие к науке. Но более всего – тривиальную способность трудиться. «Ученый – это человек, умеющий трудиться» – такое определение дал он примером всей своей жизни.

За заслуги в развитии географической науки Н.Н. Пальгов награжден медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне

1941...1945 гг.», «За трудовую доблесть», «За освоение целинных земель», юбилейной медалью в честь 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, Почетными грамотами Верховного Совета Казахской ССР.

У географов-первооткрывателей издавна существовал хороший обычай: называть открытые ими острова, заливы, бухты, вершины, ледники именами мужественных людей, много сделавших для развития науки, для разгадки тайн природы. Не удивительно, что выдающиеся заслуги Николая Никитича в становлении и развитии гляциологии отмечены не только многими правительственными наградами, но и таким высоким признанием, как присвоением его имени трем крупным ледникам: на хребте Кокшаалтау – в Киргизии, в Заилийском Алатау – в Казахстане и на Полярном Урале – в России. В Заилийском же Алатау, в верховьях р. Иссык, есть ледово-снежный пик Пальгова (4373 м) и три перевала Пальгова – Восточный, Центральный и Западный.

В середине прошлого века самыми большими на северном склоне Заилийского Алатау были ледники Дмитриева, Шокальского и Горного Института. За прошедшие 60 лет в условиях потепления климата они сильно деградировали и распались на несколько самостоятельных ледников. А ледник Пальгова сохранил свою целостность и ныне является самым крупным на северном макросклоне хребта, имея площадь около 5 км².

В декабре 1969 г. географическая общественность Алма-Аты и Республики широко отметила 80-летний юбилей Н.Н. Пальгова, а в следующем году его не стало, он скончался 2 июня 1970 г. Уже после его кончины, в 1971 г. вышла книга «Жизнь одного ледника» – последний его труд, венчающий многолетние исследования ледников Заилийского Алатау и предназначенный для самого широкого круга читателей, интересующихся природой самых суровых областей нашей планеты.

10 декабря 2014 г. исполняется 125 лет со дня рождения Николая Никитича. Всех, кто открывал неизведанное, и внес свой вклад в познание окружающего нас мира, перечислить невозможно, их – легион. Но самые яркие имена наша память будет хранить всегда. К ним по праву принадлежит и имя Николая Никитича Пальгова. В честь его заслуг на здании Института географии в г Алматы (ул. Пушкина, 99), где он проработал более 30 лет, установлена мемориальная доска из розового гранита.

Канд. геогр. наук Е.Н. Вилесов

Скоцеляс Иван Иосифович
(к 75-летию со дня рождения)



В ноябре 2014 года исполнилось бы 75 лет известному в Казахстане гидрологу Скоцелясу И.И.

Иван Иосифович Скоцеляс родился в селе Тартак Чечельницкого района, Винницкой области Украины в крестьянской семье 15 ноября 1939 г. В 1957 г. он окончил школу и поступил в Одесский гидрометеорологический институт. В 1962 году Иван Иосифович с отличием окончил полный курс названного института по специальности гидрология суши. При распределении студентов он получил направление на работу в Управление Гидрометеорологической службы КазССР на должность инженера отдела гидрологии Алма-Атинской гидрометобсерватории.

С тех пор (а это сорок длинных лет!) И.И. Скоцеляс был предан Гидрометеорологической службе Казахстана и являлся одним из опытнейших специалистов и пользовался заслуженным уважением в среде профессионалов.

Уже через год после начала трудовой деятельности он был переведен на должность старшего инженера. В 1967 году поступает в аспирантуру Государственного гидрологического института (ГГИ). После окончания аспирантуры в 1970 году Иван Иосифович вернулся в Алма-Ату в Казахский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (КазНИГМИ) и проработал в нем до конца своей жизни.

В мае 1975 года он защитил диссертацию на соискание степени кандидата географических наук «Внутригодовое распределение стока рек Горного Алтая». После защиты диссертации, с 1976 по 1981 гг., Иван Иосифович работал над исследованиями в области гидрологических прогнозов. В научных исследованиях Скоцеляс И.И. всегда шел в ногу со временем, используя современную вычислительную технику, математическое моделирование и хорошо владел программированием.

В этот период под его руководством были выполнены исследования по темам: «Разработка методов прогноза объема весеннего половодья рек Западного и Центрального Казахстана» и «Разработать метод долгосрочного прогноза весеннего стока рек Урджар и Хатынсу». Несмотря на большие трудности, обусловленные ограниченностью исходной информации, обе темы были успешно завершены и приняты для использования в оперативной работе отдела гидрологических прогнозов Бюро погоды Казахского УГКС.

И.И. Скоцеляс занимался расчетами характеристик дождевых осадков на территории Казахстана, изучением распределения стока в дельте р. Тентек, экспедиционными исследованиями испарения с луговой поверхности Арасан-Копальской впадины в Джунгарском Алатау, разработкой методов прогноза водности рек Западного и Центрального Казахстана и рядом других вопросов. Большая работа выполнена им по разработке и усовершенствованию методов расчета основных элементов водного и солевого балансов оз. Балхаш, предложены новые методы определения потерь стока р. Или, атмосферных осадков, выпадающих на акваторию озера, модели водосолеобмена через пролив Узун-Арал и изменения минерализации воды Балхаша.

Прогностические разработки И.И. Скоцеляса внедрены в отделе гидрогнозов ГМЦ Казгидромета. Результаты исследования водного баланса оз. Балхаш использовались в ГГИ, при разработке «Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейнов рек Или, Каратал и оз. Балхаш» – в Казгипроводхозе.

Иван Иосифович успешно проявил себя и в качестве руководителя большого научного коллектива. В трудные годы политических преобразований (с 1988 по 2000 гг.) он возглавлял лабораторию гидрологических расчетов и прогнозов КазНИГМИ (КазНИИМОСК).

И.И. Скоцеляс – автор 49 научных работ и одного программного средства, зарегистрированного в ОФАП Госкомгидромета СССР. Неоднократно был редактором Трудов КазНИГМИ. Он один из авторов и редак-

тор монографии «Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья».

И.И. Скоцеляс обладал большой работоспособностью, имел высокую самодисциплину, был очень ответственным человеком. В коллективе всегда пользовался заслуженным уважением. Ранняя внезапная кончина Ивана Иосифовича в расцвете его творческого таланта в 2003 г. больно отозвалась в наших сердцах и явилась тяжелой утратой для гидрологической науки Казахстана, коллег и друзей. Он остался в нашей памяти открытым, принципиальным, честным и надежным человеком, к которому всегда можно было обратиться за советом и помощью.

Редколлегия журнала,
коллеги и друзья

**ПАМЯТИ
ИБРАГИМОВОЙ МАРГАРИТЫ АРСЕНЬЕВНЫ**



25 декабря 2014 года не стало Маргариты Арсеньевны Ибрагимовой, одной из учениц известного Казахстанского ученого Б.А. Беремжанова, чья жизнь была посвящена становлению и развитию химической науки в нашей республике.

Ибрагимова М.А. родилась 14 июня 1938 г. в г. Алма-Ате в семье служащих. С отличием закончила химический факультет КазГУ им. С.М. Кирова и была оставлена на кафедре неорганической химии в должности инженера, затем переведена младшим научным сотрудником, ассистентом, старшим преподавателем, доцентом.

О своём вкладе в развитие гидрохимии Маргарита Арсеньевна вспоминает следующее: «Моя любовь» к гидрохимии проснулась очень рано. Ещё будучи студенткой четвёртого курса химического факультета КазГУ я выбрала сама тему курсовой работы «Физико-химическая характеристика воды р. Или». Моим научным руководителем был глубокоуважаемый и дорогой для меня и других химиков человек – профессор, доктор химических наук, чл.-корр. АН КазССР, заслуженный деятель науки Батырбек Ахметович Беремжанов.

Пригласив меня на первую беседу, он так увлекательно описал мне судьбу р. Или в связи с тогда ещё планируемым созданием Капчагайского водохранилища, что я сразу и навсегда «влюбилась» в очень интересную науку «Гидрохимию».

На летних каникулах, на барже, с полевой химической лабораторией я плыла по реке, отбирая пробы воды на химический анализ. Исследованиями был охвачен весь бассейн р. Или. Удалось установить, как, вытекающая из Китая, эта река меняет свой химический состав по течению и за счёт её многочисленных притоков.

Эта работа «захватила» меня, и по предложению Б.А. Беремжанова была продолжена, став темой дипломной работы, а затем и темой кандидатской диссертации.

Б.А. Беремжанов был очень занятым человеком (на его плечах был весь химический факультет), очень умным научным руководителем. Поэтому он предоставил мне много самостоятельности в научной работе, чётко обозначив научные задачи и проблемы. Пришлось читать много научной гидрохимической литературы, накапливать опыт гидрохимических исследований. Это дало мне возможность стать вторым научным руководителем аспиранта А.И. Ибрагимова, совместно с которым был исследован химический состав воды Сырдарьинского бассейна.

Эти исследования имели большое практическое значение, т.к. вода р. Сырдарьи в летнее время практически полностью разбиралась на орошение рисовых чеков. Уже использованная вода частично возвращалась в русло, очень сильно изменив свой первоначальный химический состав за счёт того, что долгое время находилась в соприкосновении с почвой. При этом происходят очень интересные процессы катионного обмена, вода пополняется солями из почвы и очень загрязняется. В сырдарьинской воде очень высокая минерализация, много солей.

Закончив работы под руководством Б.А. Беремжанова, мной и аспирантом В.Я. Пильгук началось исследование другого очень интересного бассейна – бассейна р. Иртыш и оз. Зайсан. Этот бассейн расположен в высокогорье, здесь вода совсем другого состава – она очень чистая, маломинерализованная. Своеобразен её состав и в отношении микроэлементов. Кроме того, она агрессивна, способна разъедать карбонатные породы. Такие результаты были получены при исследовании карбонатно-кальциевого равновесия.

Известно, что строители перекрыли сток почти всех крупных рек и их притоков, создавая бетонные плотины и водохранилища. Но вода бывает очень коварна. При определённом её составе она может иногда очень быстро разрушить бетон плотины.

Выяснить такие свойства воды удаётся расчётом карбонатно-кальциевого равновесия. Это очень серьёзные расчёты, алгоритм и методика которых были разработаны Э. Узбековым и С.М. Романовой.

Хочу отметить, что я принимала посильное участие и в научно-исследовательской работе по выявлению причин солеобразования и соле-накопления воды оз. Балхаш. Работа имеет несомненный теоретический и практический результат. ...».

Маргарита Арсеньевна никогда не оставалась в стороне от любого рода деятельности кафедры и факультета. По-матерински заботилась о нас, студентах, своих курсовиках и дипломниках особенно. Работала вместе с нами в экспедициях по всему Казахстану. Тщательно проверяла каждую нашу цифру, построенный график или сделанный вывод. Любила говорить, когда что-то ее не устраивало: «наивная фраза», «нелепые цифры, надо переделать», и в конечном итоге она была права!

Доцент М.А. Ибрагимова – прекрасный педагог, методист. Как она доступно и очень интересно читала лекции студентам по неорганической химии и гидрохимии! Интересно проводила лабораторные занятия по спец-практикумам. Она разработала авторскую методику преподавания химии для школьников, поступающих в ВУЗы. Уйдя по состоянию здоровья на заслуженный отдых, она многие годы занималась репетиторством по химии для школьников, студентов, имеющих пробелы в знаниях. Можно с уверенностью сказать, что все обучающиеся у М.А. Ибрагимовой прошли хорошую школу подготовки специалиста-химика.

За время работы в КазНУ им. аль-Фараби М.А. Ибрагимовой опубликовано около 100 научных статей и тезисов докладов по различным аспектам гидрохимии рек и водоемов Казахстана.

Следует отметить, что с 1977 по 1983 гг. М.А. Ибрагимова являлась фактически и научным руководителем, и ответственным исполнителем нескольких хоздоговорных тем по гидрохимическим вопросам теоретического и практического характера (оросительные системы низовья р. Или; водохранилища-охладитель Экибастузской ГРЭС-1, оз. Женгельды; Лебяжинская система орошения в Павлодарской области; БАК и Бартогойское водохранилище и др.).

Многие студенты, обучавшиеся у доцента М.А. Ибрагимовой, с теплотой и искренностью отзываются о ней, как человеке, учёном и педагоге. Мы будем помнить ее и ее вклад в развитие химической науки, в том числе гидрохимии.

Факультет химии и химической технологии КазНУ им. аль-Фараби
Кафедра общей и неорганической химии

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
опубликованных в журнале «Гидрометеорология и экология» в 2014 г.**

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Аллахвердиев З.С. Показатели климатических норм ветрового режима на западном берегу Южного Каспия. №2, С. 82-86.

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К. Содержание озона в атмосфере на территории Казахстана по спутниковым данным. №3, С. 76-83.

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К., Искаков А.Н. Распределение водяного пара на территории Казахстана на основе спутниковых данных. №2, С. 87-96.

Байшоланов С.С. Моделирование режима температуры и осадков в Щучинско-Боровской курортной зоне на основе их циклических колебаний. №4, С. 21-35.

Байшоланов С.С. О развитии агрометеорологического мониторинга в Казахстане. №1, С. 32-44.

Байшоланов С.С. О развитии агрометеорологического прогнозирования в Казахстане. №2, С. 32-44.

Байшоланов С.С. Об обеспечении агропромышленного комплекса Казахстана агрометеорологической информацией. №3, С. 66-75.

Бултеков Н.У., Муртазин Е.Ж., Семенов О.Е., Шапов А.П. Дисперсный состав песков и скалярные оценки ветрового переноса их масс в Северном Прикаспии. №2, С. 45-58.

Гуршев И.Г. Механизм накопления песчаных частиц с малой скоростью свободного падения в шлейфе бурь в пограничном слое атмосферы. №4, С. 36-41.

Ерисковская Л.А. Изменение климатических условий на леднике Туйыксу за последние годы. №2, С. 59-69.

Ерисковская Л.А. Изменение фазового состава атмосферных осадков на леднике Туйыксу за последние годы. №3, С. 45-53.

Ерисковская Л.А. Сравнительная метеорологическая характеристика на ледниках Туйыксу и Абрамова. №1, С. 25-31.

Кожяхметов П.Ж., Елеуова К.Т., Баймагамбетов Б.О., Нурбаццина А.А. Распределение снеговых нагрузок на грунт по горным территориям юга и юго-востока Казахстана. №4, С. 7-20.

Кожяхметова Э.П., Кожяхметов П.Ж. Об изменении температурного режима Астаны и её окрестностей. №1, С. 7-15.

Кубенкулов К.К., Бекмухамедов Н.Э., Наушабаев А.Х., Чоканов С.Б. Морфогенетические признаки почв пустынных пастбищ Казахстана и их оптические свойства. №3, С. 84-104.

Пиманкина Н.В. Изменение климата и опасность сильных снегопадов и снеговых нагрузок в горах Казахстана. №3, С. 34-44.

Пиманкина Н.В., Кононова Н.В., Ерисковская Л.А. Анализ изменчивости летних осадков на леднике Туйыксу в зависимости от циркуляции атмосферы. №2, С. 70-81.

Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е., Петрова Е.Е. Изменения климата и его региональные проявления в Казахстане. №2, С. 17-31.

Сарсенбаев М.Х., Калдарбекова Ж.М. Испаряемость, её определение и распределение по ландшафтным зонам Казахстана. №3, С. 105-113.

Семенов О.Е. Эоловые формы рельефа и их перемещение ветром. №3, С. 7-33.

Чердниченко В.С., Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В. О пространственном распределении основных циклов в рядах осадков. №1, С. 16-24.

Чердниченко В.С., Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В. О цикличности в рядах температуры. Начало цикла похолодания. №2, С. 7-16.

ГИДРОЛОГИЯ

Абдрахимов Р.Г., Бекмухамедов Б.Э., Каипов И.В., Кошкарбаева А.С. Моделирование наводнений дождевого генезиса. №4, С. 52-57.

Верещагина Н.Г., Чуб В.Е., Щетинников А.А., Мухаметзянова А.М. Оценка выноса взвешенных наносов на орошаемые земли с поливной водой из реки Амударьи и питающихся из нее каналов №3, С. 135-142.

Вилесов Е.Н. Оценка изменений оледенения в бассейнах рек Асса и Талас по данным космосъемки 2013 года. №4, С. 42-51.

Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Динамика оледенения бассейна реки Черный Иртыш (Кара Ертис) в границах Монгольского Алтая во второй половине 20 – начале 21 вв. №3, С. 54-65.

Голубцов В.В., Азнабакиева М.М. Изменения среднегодового стока в бассейне реки Иртыш (Ертис) в пределах территории Китая. №3, С. 114-119.

Голубцов В.В., Кишкимбаева А.А., Садуокасова М.Т. О сокращении водных ресурсов озер Щучинско-Боровской курортной зоны. №2, С. 97-104.

Голубцов В.В., Садуокасова М.Т., Раченков М.Н. Об изменении водного баланса озер Щучинско-Боровской курортной зоны. №1, С. 45-54.

Давлетғалиев С.К., Достоева А.Ж. Восстановление рядов весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна. №1, С. 88-95.

Давлетғалиев С.К., Казакбаева Т.М. Шығыс Қазақстанның негізгі өзендерінің суы мол және суы тапшы жылдары ағынды мөлшерінің ұзақтылығын және қайталанғыштығын бағалау. №1, С. 81-87.

Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Мусина А.К. Климаттың өзгермелілігі жағдайында сел тасқындарының есептік параметрлерін айқындауда жасанды жолмен сел қалыптастыру эксперименттерінің маңыздылығы жайында. №1, С. 96-102.

Турсунов Э.А., Мадиебеков А.С., Ранова С.У., Галаева А.В. Современные батиграфические характеристики Капшагайского водохранилища. №2, С. 105-110.

Чигринец Л.Ю., Байсакова М.К. Исследования и расчет максимального стока воды рек Казахстанского Алтая. №3, С. 120-134.

Чуб В.Е., Щетинников А.А., Смирнова Т.Ю. Способ расчета мутности воды в каналах, питающихся из реки Амударьи. №3, С. 143-149.

Шиварева С.П., Азнабакиева М.М. Определение влияния климата и антропогенной деятельности на сток р. Ертіс (Иртыш) в пределах Казахстана и Китая. №1, С. 55-67.

Шиварева С.П., Галаева А.В. Анализ изменения стока в бассейне р. Или в пределах Казахстана и Китая в связи с климатическими изменениями. №1, С. 68-80.

Яфязова Р.К. К концепции сверхкраткосрочного прогноза селей №4, С. 52-57.

ЭКОЛОГИЯ

Досбергенов С.Н. Гидрохимический режим грунтовых вод и воды из нагона Каспия на территории месторождений «Караарна» и «Восточная Кокарна». №3, С. 150-167.

Досбергенов С.Н. Нефтехимическое загрязнение грунтовых вод и воды из нагона Каспия на месторождениях прибрежной полосы Восточного Прикаспия. №1, С. 144-153.

Досбергенов С.Н. Содержание тяжелых металлов в грунтовых водах месторождений «Караарна» и «Восточная Кокарна». №2, С. 130-139.

Ердесбай А.Н., Дускаев Қ.Қ. Орталық Қазақстанның негізгі су артериясының қазіргі экологиялық жағдай. №2, С. 146-154.

Жанатбек А., Дускаев Қ.Қ. Ертіс өзені алабының жоғарғы аумағының беттік суларының қазіргі кездегі сапасы. №2, С. 155-159.

Лебедь Л.В., Иорганский А.И. К зональному распределению почвенного углерода в Казахстане. №1, С. 132-143.

Магай С.Д. Балансовые исследования на хлопковых полях в условиях дефицита водных ресурсов. №2, С. 123-129.

Мустофаев Ж.С., Казыкеева А.Т., Ескермесов Ж.Е., Кусмуханбетов Н.М. Гидрогеохимические аспекты формирования природно-техногенной системы в низовьях реки Сырдарьи в условиях антропогенной деятельности. №1, С. 103-115.

Мустофаев Ж.С., Казыкеева А.Т., Мустофаев К.Ж., Абдашев К.Б. Математическое выражение продуктивности сельскохозяйственных культур на засоленных орошаемых землях. №4, С. 89-109.

Мустофаев Ж.С., Казыкеева А.Т., Мустофаев К.Ж., Даулетбай С.Д. Моделирование функционирования водосборов бассейна реки Шу при их комплексном обустройстве. №2, С. 111-122.

Рыспеков Т.Р. Прогнозы возможных взаимоотношений воробьиных в некоторых экосистемах с чужеродными видами. №1, С. 180-187.

Сапаров Қ.Т., Сергеева А.М., Бекзатқызы И. Жем өзенінің топожүйесін зерттеудің тарихи-географиялық негіздері. №2, С. 169-177.

Сергеева А.М. Ақтөбе облысының табиғи-қорықтық қорын қалыптастыру. №1, С. 164-172.

Сүлейменова А.Р., Талипова Э.К. Алматы қаласы ауа бассейнінің ластау жағдайы. №4, С. 81-88.

Царегородцева А.Г. Гидроландшафтные особенности территории озера Мойылды. №2, С. 160-168.

Царегородцева А.Г. К вопросу о морфологии пойменных ландшафтов реки Иртыш (Ертис). №3, С. 168-172.

Царегородцева А.Г. Озерные геосистемы северного и северо-восточного Казахстана: вопросы формирования и современных геоэкологических проблем. №4, С. 71-80.

Царегородцева А.Г., Ажаев Г.С. Геоэкологическое состояние лиманов Шидертинско-Олентинской природной зоны. №3, С. 173-178.

Царегородцева А.Г., Алькеев М.А., Ракишева А.К. Обзор и анализ методов оценки рекреационной нагрузки на природные комплексы. №1, С. 154-163.

Царегородцева А.Г., Есимова Д.Д. К вопросу формирования пойменных водоемов и водотоков Государственного природного заказника «Пойма реки Иртыш». №3, С. 179-184.

Царегородцева А.Г., Ракишева А.К., Рахметова А.Ж. К вопросу о потенциальной устойчивости к рекреационным нагрузкам территории Баянаульского государственного национального природного парка. №1, С. 173-179.

Царегородцева А.Г., Сидорова И.В. Экотоны, как объект изучения аквальных геосистем. №1, С. 188-195.

Чердниченко Алексей В. Результаты моделирования развития энергетики и ожидаемая динамика выбросов парниковых газов в Казахстане №1, С. 116-131.

Шарипова О.А. Особенности распределения тяжелых металлов в организмах рыб озера Балхаш. №2, С. 140-145.

Шарипова О.А. Современное эколого-токсикологическое состояние локальных зон загрязнения озера Балхаш. №4, С. 123-130.

Шкуринский Б.В. Методика медико-географического районирования территории (на примере Западно-Казахстанской области). №4, С. 110-122.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Нургизаринов А.М., Назаров Е.А., Шарипова А.Ж., Арыстан Е.Ж. Экологическое состояние и пути мелиоративного улучшения орошаемых земель в низовьях реки Сырдарья. №3, С. 185-187.

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

Ахмадиева Ж.К. Детализированные выбросы парниковых газов от сжигания топлива в Казахстане за период 1990...2012 годы. №3, С. 188-192.

Кандаурова Л.И. Дождевые паводки в бассейне реки Тобол в августе 2013 года. №2, С. 178-184.

Маденова Ф.Б. Специализированные очистные сооружения бытовых сточных вод как источник рационального использования водных ресурсов. №4, С. 141-147.

Мусобаев Т.Т., Ахметов К.М. Основные направления охраны окружающей среды на территории Республики Казахстан в рамках Генеральной схемы организации территории. №4, С. 131-140.

Нургизаринов А.М., Назаров Е.А., Шарипов А.Ж., Арыстан Е.Ж. Роль Аралдарьи в поддержании уровня в разные периоды Аральского моря. №2, С. 185-193.

Сазанова Б.А., Худякова Т.В., Нурғалиева Т., Криворучко Т.И., Ильясов Я.З., Васенина Е.И., Байбазаров Д.К., Муртазина А. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2013 году. №4, С. 148-178.

ХРОНИКА

«Гидрометеорология саласының үздігі» («Отличник гидрометслужбы»). №3, С. 193-194.

Есеркеева Т.А. (к 95-летию со дня рождения). №2, С. 202-188.

Коробова Е.Н. (к 80-летию со дня рождения). №2, С. 194-197.

Монакрович Э.И. (к 85-летию со дня рождения). №2, С. 198-201.

Пальгов Н.Н. (к 125-летию со дня рождения). №4, С. 179-184.

Памяти *Ибрагимовой М.А.* (1938...2014 гг.). №4, С. 188-190.

Семенов О.Е. (к 75-летию со дня рождения). №3, С. 195-196.

Скоцеляс И.И. (к 75-летию со дня рождения). №4, С. 185-187.

Чичасов Г.Н. (к 70-летию со дня рождения). №1, С. 196-198.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ СТАТЬИ

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. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском и английском языках. **Аннотация должна быть:** информативной (не содержать общих слов); оригинальной (для английского варианта не быть калькой русскоязычной аннотации с дословным переводом, написана качественным английским языком); содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье);- компактной (укладываться в объем от 100 до 250 слов). Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

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 электронный. 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 Туйесу 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° и модуль 773 т/(км·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 (Paintbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисун-

ка 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.

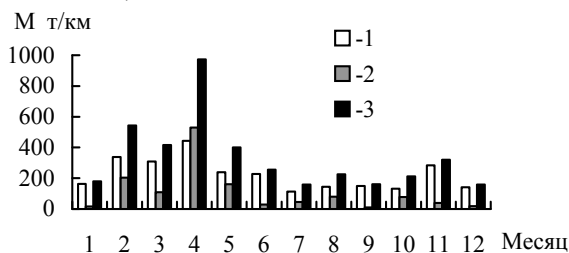


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

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)	σ , 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 даются в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lg x}^2} \right], \quad (1)$$

где x – размер песчинок; x_0 – их средний геометрический размер; $\sigma_{lg x}$ – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

Список литературы оформляются в соответствии с ГОСТ 7.5-98. В качестве примера приводятся наиболее распространенных описания – статьи, книги, материалы конференций, патенты и электронные ресурсы удаленного доступа.

Статья из периодического издания:

Аксартов Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Метод количественного определения леукомизина // Вестн. КазНУ. Сер. хим – 2003. – Т. 1. № 8. – С. 40-41

Книга:

Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – С. 35-37

Публикация из материалов конференций (семинара, симпозиума), сборников трудов:

Абимульдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф., Вена, Австрия, 2009. – Алматы, 2010. – С. 10-13

Электронный ресурс:

Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (дата обращения: 12.03.2009).

При оформлении приставной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [].

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, адреса электронной почты, 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.

«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

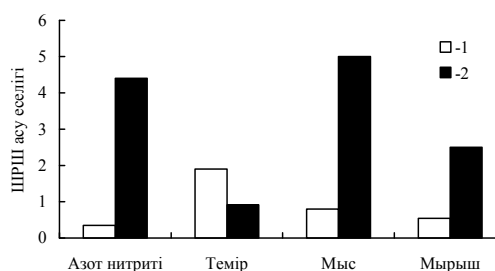
ӨОЖ 577.4:66.046.44.59

КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жуматаев

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....

Суреттер Paint (Painbrush) 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.**

**Авторам, подаваемым статьи в наш журнал, необходимо заполнить
таблицу, приведенную ниже**

Сведения о статье

(заполняется на каждую статью журнала)

№	Сведения (статья)	
1	УДК	
2	Основной автор	
3	Соавторы	
4	Место работы автора	
5	Название статьи	
6	Название журнала	Гидрометеорология и экология
7	Год издания	
8	Номер издания	
9	Страницы	
10	Ключевые слова	
11	Резюме на русском языке	
12	Резюме на казахском языке	
13	Резюме на английском языке	
14	Список литературы	