



ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ  
И ЭКОЛОГИЯ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

2

2012



# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

2

2012

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

Алматы

*Қазақстан Республикасының  
қоршаған ортаны қорғау  
Министрлігі*

*Министерство охраны  
окружающей среды Республики  
Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық  
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное  
предприятие «Казгидромет»

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

**№ 2**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2012

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Т.К. Кудеков**, канд. геол.-мин. наук

## 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; **С.С. Байшоланов**, канд. геогр. наук; **В.В. Голубцов**, канд. геогр. наук; **С.А. Долгих**, канд. геогр. наук; **Ж.Д. Достай**, доктор геогр. наук; **Р.И. Гальперин**, доктор геогр. наук; **В.И. Ли**, канд. техн. наук; **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

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 2 (65)

©

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. 415, 420</i>
<i>Телефон:</i>	<i>(7272) 55-84-06</i>
<i>E-mail:</i>	<i>caspian_almaty@mail.ru <a href="http://www.kazhydromet.kz">http://www.kazhydromet.kz</a></i>

---

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ 3101

Цена договорная.

---

Отпечатано в типографии ПК «Экожан».

**НАУЧНЫЕ СТАТЬИ**

<b>П.Ж. Кожаметов</b> Об оптимизации метеорологической сети Казахстана.....	7
<b>Г.С. Губинская, Г.К. Турулина</b> О возможной связи суровых зим с солнечной активностью .....	16
<b>Л.А. Ерисковская</b> Влияние климатических изменений на абляцию ледника Туйыксу.....	23
<b>Б.К. Мамедов</b> Об индикации стадий деградации такырных водосборов .....	30
<b>Ж.К. Ахмадиева</b> К проблемам опустынивания/деградации земель на территории Актюбинской области .....	37
<b>Н.Р. Муратова, С.М. Северская, Н.Э. Бекмухамедова</b> Влияние почвенного покрова и проективного покрытия на спектральные образы естественных пастбищ .....	47
<b>С.С. Байшоланов, Д.К. Байбазаров</b> Адаптация и использование динамической модели А.Н. Полевого для прогноза урожая сельскохозяйственных культур в условиях Казахстана.....	55
<b>А.Г. Чигринец, Л.П. Мазур, А.Р. Загидуллина</b> Максимальные расходы воды р. Киши Алматы и ее притоков в нижнем течении.....	66
<b>Н.И. Ивкина</b> Особенности прибрежного апвеллинга в восточной части Среднего Каспия.....	81
<b>В.В. Голубцов, М.М. Азнабакиева</b> О сокращении стока р. Черный Иртыш – с. Буран в связи с водопотреблением в КНР .....	88
<b>М.М. Молдахметов, А.Қ. Мусина, Д.Ж. Айдарбеков</b> Іле алатауындағы сел ошақтарының биіктік белдеу бойынша үлестірілуі	94

**А.У. Маканова, Р.Ю. Токмагамбетова**  
Управление социально-экономическим развитием Казахстана при меж-  
бассейновом и трансграничном перераспределении водных ресурсов..... 99

**Ш.С. Бисариева, Ж.К. Жубатов, Е.А. Бекешев, Е.Ю. Степа-  
нова, О.А. Огапов**  
Экологическая оценка последствий аварийного падения РКН РС-20  
«Днепр» в Кызылординской области ..... 108

**М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, П.В. Шведовский, Д.М. Бур-  
либаева**  
Особенности выбора альтернативных экологических решений в услови-  
ях неопределенности ..... 117

## **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

**Б.А. Сазанова, Т.В. Худякова, Г.А. Бабаханова,  
Т.И. Криворучко, В.В. Жданов, Л.М. Соколова**  
Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики  
Казахстан в 2010 г. .... 127

**А.В. Галаева**  
О необходимости внесения озера Балхаш в список Всемирного наследия  
ЮНЕСКО ..... 160

**С.П. Шиварева**  
О программе улучшения гидрометеорологического обслуживания  
Центральной Азии ..... 166

## **ХРОНИКА**

**Т.С. Степанова**  
У истоков селевой науки в Казахстане. С.П. Кавецкий, И.П. Смирнов ..... 179

**Фронтовик, ученый, селевик**  
**И.О. Раушенбах** (к 90-и летию со дня рождения)..... 194

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

- P.G. Kozhakhmetov**  
About optimization of a meteorological network of Kazakhstan ..... 7
- G.S. Gubinskaya, G.K. Turulina**  
About possible communication between severe winters and solar activity..... 16
- L.A. Eriskovskaya**  
Influence of climatic changes on ablation of Tuyukcu glacier ..... 23
- B.K. Mamedov**  
About indication degradation stages of takyr water catchments ..... 30
- Zh.K. Akhmadiyeva**  
To problems desertion/degradation of grounds in territory of the Aktyubinsk area..... 37
- N.R. Muratova, S.M. Severskay, E. Bekmukhamedov**  
Soil cover and the projective cover influence on the spectral image of natural pastures ..... 47
- S.S. Baisholanov, D.K. Baibazarov**  
Adapting and using the A.N. Polevoy s dynamic model of formation of the crop in Kazakhstan conditions..... 55
- A.G. Chigrinets, L.P. Mazur, A.R. Zagidullina**  
Maximum water flow of the Kishi Almaty river and its tributaries in downstream..... 66
- N.I. Ivkina**  
Features of a coastal upwelling in east part of the Middle Caspy ..... 81
- V.V. Golubtsov, M.M. Aznabakieyva**  
About decreasing runoff of the Kara Ertis river near the Boran village in connection with water consumption on the territory of China ..... 88
- M.M. Moldakhmetov, A.K. Musina, D.G. Aydarbekov**  
Distribution of the debris-flow centers on high-altitude zones of the Yliysky Alatau..... 94

<b>A.U. Makanova, R.U. Tokmagambetova</b>	
Management of social and economic development of regions of Kazakhstan at inter-basin and transboundary redistribution of water resources .....	99
<b>Sh.S. Bissariyeva, Zh. Kh. Zhubatov, E.A. Bekeshev, E.Yu. Stepanova, O.A. Agapov</b>	
Ecological estimation of consequences emergency falling of rocket of the space setting of Rs-20 «Dnepr» in Kzylorda area .....	108
<b>M.G. Burlibayev, A.A. Volchek, P.V. SHvedovskiy, D.M. Burlibayeva</b>	
Features of a choice of the alternative ecological decisions in conditions of uncertainty.....	117
<b>REVIEWS AND CONSULTATIONS</b>	
<b>B.A. Sazanova, T.V. Khudyakova, G.A. Babakhanova, T.I. Krivoruchko, V.V. ZHdanov, L.M. Sokolova</b>	
Dangerous hydrometeorological phenomena at the territory of the Republic of Kazakhstan in 2010.....	127
<b>A.V. Galayeva</b>	
About necessity of including lake Balkhash in UNESCO World Heritage List .....	160
<b>S.P. Shivaryova</b>	
About the program of improvement of hydrometeorological service of Central Asia .....	166
<b>CHRONICLE</b>	
<b>T.S. Stepanova</b>	
At sources of a sill science in Kazakhstan. S.P. Kavetskiy, I.P. Smirnov .....	179
<b>I.O. Raushenbakh (to 90-anniversary) .....</b>	<b>194</b>

УДК 551.501.1

Канд. техн. наук П.Ж. Кожаметов \*

**ОБ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ  
СЕТИ КАЗАХСТАНА***МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, СЕТЬ, ТЕРРИТОРИЯ КАЗАХ-  
СТАНА, ОПТИМИЗАЦИЯ*

*Приведена краткая история создания принципов построения наблюдательных метеорологических сетей в мире. Дан сравнительный анализ сетей некоторых стран. Изложен алгоритм и сделаны расчёты для оптимальной и рациональной сети наблюдений в Казахстане с учётом орографии и хозяйственного освоения территории.*

Известно, что во всём мире зависимость отраслей экономики от погоды растёт с каждым годом, в силу этого спрос на метеорологическую информацию будет повышаться [15]. Метеоинформация – основа науки метеорологии, прогнозирования погоды и бесценна для экономики страны. Как известно, наука начинается только там и тогда, где и когда есть методы и способы сбора информации. Первые приборы измерений метеовеличин были изобретены в 17 веке. С этого момента начался инструментальный период наблюдений, в основном в развитых в то время государствах: Италии, Франции, Англии и России (1732 г.), а метеорология формировалась как наука. Главы государств и государственные деятели, академики, профессора, ведущие учёные и энтузиасты-меценаты финансировали и разрабатывали приборы, программы наблюдений и принципы организации метеосетей [1, 10].

Метеорологические сети наблюдений за физическим состоянием атмосферы подразделяются по месту наблюдений на два вида: 1 – наземные сети и 2 – сети для исследования свободной атмосферы. По целям – на 6 видов: 1 – синоптико-аэрологические, 2 – климатические, 3 – агрометеорологические и фенологические, 4 – радиационные, 5 – сети для исследования загрязнения атмосферы и 6 – сети специального назначения. В этой статье рассматривается наземная сеть метеорологических станций (МС), которая в настоящее время выполняет функции первого вида целевых метеосетей и

---

\* Казгидромет, г. Алматы



частично – остальных пяти, что существенно удешевляет получение информации.

В 2008 г. на Земле насчитывалось 11 тыс. МС, которые образуют Глобальную систему наблюдений (ГСН) Всемирной Метеорологической Организации (ВМО). ГСН представляет собой вложенные сетки наземных сетей наблюдения (НСН) [6, 7] трёх масштабов:

- глобальный (для всей Земли);
- региональный (для 6 регионов: Европа, Азия, Африка, Америка, Антарктида, Австралия с островами Океании);
- национальный (для государств, стран, островов или территорий).

Эти сети соответствуют масштабам основных синоптических процессов в атмосфере. Самые густые сети – национальные. Только выборочные МС входят в региональную сеть, и только выборочные МС из региональных сетей образуют глобальную сеть. Таким образом, МС глобальной сети относятся как к региональной, так и к национальной сети.

Метеосеть Национальной гидрометеорологической службы Казахстана (РГП «Казгидромет») достигла максимального развития в 1986 г., когда насчитывала 364 МС. С 1990 по 1998 год в результате глубокого кризиса и перехода на новые условия оплаты труда и хозяйствования число МС сократилось почти на треть – до 244. С 2008 г., благодаря поддержке Правительства РК, Казгидромет начал восстановление и модернизацию метеосети [5], так что к началу 2012 г. число МС увеличилось до 260 (Рис.).



*Рис. Схема расположения метеорологических станций в Казахстане на 01.01.2012 г.*

При этом 16 МС входят в глобальную сеть ВМО, 65 – в региональную; 33 – представляют собой длиннорядные реперные климатические станции, а 159 – входят в межгосударственную метеосеть СНГ.

Плотность наблюдательной сети в Казахстане составляет 1 МС на 10,4 тыс. км<sup>2</sup>, что далеко недостаточно для полноценного освещения нашей территории. По нормам ВМО 1 МС должна освещать не более 4,0 тыс. км<sup>2</sup> [9], значит в Казахстане должно быть 683 МС, т.е. в 2,6 раза больше имеющихся (сравнить графы 2 и 4 табл. 1). При современном финансировании программы модернизации – задача нереальная, да и в ближайшем будущем тоже, из-за наличия больших неосвоенных территорий, гор и высокогорий. В других государствах, за исключением России, число МС также в 1,3...16,3 раза больше, чем в РК (графы 1 – 5, табл. 1).

Таблица 1

Плотность и индекс плотности метеосетей в странах Европы, Азии и СНГ

Государство	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Общее число МС	Плотность сети, число МС на 100 тыс. км <sup>2</sup>	Индекс плотности сети (ρ), тыс. км <sup>2</sup> на 1 МС
1	2	3	4	5
<b>Европа</b>				
Германия	357,022	179	50	2,0
Финляндия	338,145	550	163	0,6
<b>Азия</b>				
Китай	9 596,960	2456	26	3,9
Корея	98,480	83	84	1,2
Турция	780,580	420	54	1,9
<b>СНГ</b>				
Азербайджан	86,600	57	66	1,5
Таджикистан	143,100	53	37	2,7
Кыргызстан	198,500	32	16	6
Узбекистан	417,400	53	13	8
Россия	17 075,200	1686	10	10
<b>Казахстан</b>	<b>2 717,300</b>	<b>260</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

Как сказано выше, метеосеть считается оптимальной, если индекс плотности  $\rho = 4$  тыс. км<sup>2</sup>, что соответствует расстоянию между МС (L) равному 63 км [6, 9]. При условии однородности рельефа и изотропности метеополей радиус корреляции  $R = 36$  км. Как видно по данным табл. 1 в Казахстане, России, Узбекистане и Кыргызстане метеосети далеки от оптимальных.

В отдалённых, малообжитых и труднодоступных районах, где всё-таки живут люди и занимаются хозяйством, устанавливаются станции, имеющие название – труднодоступные (ТДС). Именно они в первую очередь были закрыты в 90-х годах 20 в. Труднодоступные районы обуславливают неравномерное распределение МС по территории. Так, в Северо-Казахстанской, Павлодарской и Акмолинской областях 1 МС приходится на 6,6...7,8 тыс. км<sup>2</sup>, а в степной Карагандинской и пустынной Кызылординской – на 16,5...20,5 тыс. км<sup>2</sup> (графа 4, табл. 2). ТДС обеспечивают получение ценной информации, которая обходится значительно дороже из-за осложнённого доступа и больших затрат на обслуживание. Эта информация заполняет «пустые окна» на кольцевых синоптических картах и чрезвычайно необходима для составления прогнозов погоды и освоения новых территорий.

Учитывая сказанное, при модернизации метеосети становится актуальным не только восстановление брошенных МС и строительство новых, но и рациональное их размещение с точки зрения минимизации финансирования. В силу этого рациональная сеть всегда меньше оптимальной и состоит из минимально необходимого числа МС.

Основные принципы построения сетей наблюдений разрабатывались многочисленными научными исследованиями во всём мире на протяжении почти 300 лет, и приняты ВМО для практического использования в 189 странах-членах. Главные из них заключаются в непрерывности, единстве и сопоставимости методов сбора, обработки, хранения и распространения информации. Поэтому с 1966 г. режимные наблюдения проводятся в 8 синхронных сроках: 00, 03, 06, 09, 12,15, 18 и 21 ч Всемирного скоординированного времени (ВСВ), чтобы по возможности более точно отразить суточный ход основных метеовеличин в любых климатических условиях умеренных широт [2, 3].

В самом начале зарождения метеорологических наблюдений они проводились для обеспечения безопасного мореплавания и земледелия. С развитием экономики, разные ведомства – департамент земледелия, автодорожный, железнодорожный, авиационный транспорт и другие организовывали собственные МС. В настоящее время на средства заказчиков или самими заказчики создаются специализированные сети наблюдений – для обслуживания нефтегазодобывающих и строительных компаний, магистральных трубопроводов, международного трансграничного автокоридора «Западная Европа

Таблица 2

Расчёт минимально необходимого числа метеостанций для Казахстана

Область	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	МС <sub>факт.</sub>	$\rho_{факт.}$ , тыс. км <sup>2</sup>	$n_j^{норм}$	Доля ландшафта			$K_j$	$N_j(K_j)$	$K_{хоз}$	$N_j$
					$S_1$	$S_2$	$S_3$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Акмолинская	146	22	6,6	37	0	0	1	1	37	0,8	30
Костанайская	196	19	10,3	49	0	0	1	1	49	0,7	34
Северо-Казахстанская	98	14	7,0	25	0	0	1	1	25	0,9	22
Карагандинская	428	26	16,5	107	0	0	1	1	107	0,4	43
Павлодарская	125	16	7,8	31	0	0	1	1	31	0,7	22
Восточно-Казахстанская	283	30	9,4	71	0,5	0	0,5	1,25	89	0,6	51
Западно-Казахстанская	151	15	10,1	38	0	0	1	1	38	0,7	26
Актюбинская	301	21	14,3	75	0	0	1	1	75	0,5	37
Алматинская	224	33	6,8	56	0,4	0	0,6	1,2	67	0,7	49
Жамбылская	144	19	7,6	36	0,1	0	0,9	1,05	38	0,7	26
Южно-Казахстанская	117	14	8,4	29	0,1	0	0,9	1,05	30	0,8	24
Кзылординская	226	11	20,5	57	0	0	1	1	57	0,5	29
Мангыстауская	166	11	15,1	42	0	0,2	0,8	1,2	50	0,3	15
Атырауская	119	9	13,2	30	0	0,1	0,9	1,1	33	0,4	13
<b>Сумма или среднее по РК</b>	<b>2724</b>	<b>260</b>	<b>10,4</b>	<b>683</b>					<b>726</b>		<b>421</b>

Примечание: МС<sub>факт.</sub> – фактическое число МС;  $\rho_{факт.}$  – индекс фактической плотности метеосети, тыс. км<sup>2</sup>;  $n_j^{норм}$  –

норма числа МС при индексе плотности  $\rho_{норм} = 4,0$  тыс. км<sup>2</sup> для  $j$ -й области;  $K_j$  – поправочный коэффициент учёта рельефа;  $K_{хоз}$

– поправочный коэффициент учёта хозяйственного освоения территории;  $N_j$  – минимально необходимое число МС.

– Западный Китай», проходящего через Казахстан, для мониторинга опасных загрязнений воздуха в Усть-Каменогорске и других местах.

На протяжении всего времени развития метеосетей разрабатывались научные принципы их организации.

Это касается требования максимально возможного равномерного распределения МС по территории для учёта пространственно-временной изменчивости метеовеличин и явлений погоды. Это так же необходимо для определения анизотропии метеополей, возможности интерполяции метеовеличин с необходимой точностью в любой точке территории, учёт орографической неоднородности подстилающей поверхности, хозяйственной освоенности территории и др.

В настоящее время для сетей различной плотности равнинной местности метеовеличины разделяются на 3 группы [4, 9, 14]:

1 – атмосферное давление воздуха, продолжительность солнечного сияния и температура почвы на глубинах – плотность сети наименьшая с допустимым расстоянием между пунктами наблюдений  $L = 150 \dots 200$  км;

2 – температура и влажность воздуха, ветер и количество облачности – плотность сети средняя, или оптимальная с  $L = 50 \dots 60$  км;

3 – осадки, характеристики снежного покрова и атмосферные явления – самая густая сеть с  $L \leq 30$  км при интерполяции только средних месячных значений. По экономическим соображениям такую плотность сети иметь сложно.

Ниже приводится алгоритм расчёта минимально необходимого числа МС для Казахстана по методике Росгидромета [8]. Результаты расчётов приведены в табл. 2.

Нормативное число МС для каждой  $j$ -й области рассчитывалось по формуле:

$$n_j^{norm} = \frac{S_j}{\rho_{ВМО}}, \quad (1)$$

где  $n_j^{norm}$  – нормативное число МС для  $j$ -й области,  $S_j$  – площадь  $j$ -й области, тыс. км<sup>2</sup>;  $\rho_{ВМО} = 4$  тыс. км<sup>2</sup> – индекс плотности оптимальной метеосети с  $L = 50 \dots 60$  км по норме ВМО. Результаты расчётов приведены в графе 5 табл. 2.

Поправочный коэффициент на неоднородность рельефа рассчитывался для каждой  $j$ -й области по формуле:

$$K_j = \sum a_i \cdot S_i, \quad (2)$$

где  $S_i$  – доли ландшафтов:  $i = 1$  для гор,  $i = 2$  – для побережий и  $i = 3$  – для равнин, определённые по гипсометрической карте Казахстана (графы 6...8

табл. 2);  $a_i$  – принятые эмпирические коэффициенты неоднородности соответствующих ландшафтов:  $a_1 = 1,5$  для  $S_1$ ,  $a_2 = 2,0$  для  $S_2$  и  $a_3 = 1,0$  для  $S_3$ . Значения  $K_j$  приведены в графе 9 табл. 2.

Минимальное число необходимых станций с учётом рельефа для  $j$ -й области рассчитывалось по формуле:

$$N_j(K_j) = n_j^{\text{норм}} \cdot K_j. \quad (3)$$

В целом учёт рельефа увеличил число минимально необходимых МС с 683 до 726 (графа 10, табл. 2).

В конечном счёте, необходимость метеоинформации оценивалась с учётом её востребованности за счёт хозяйственного освоения территории. Поэтому в окончательные расчёты минимально необходимого числа МС вводился коэффициент хозяйственного освоения территории ( $K_{\text{дтс}}$ , графа 11, табл. 2) для  $j$ -й области. Для его определения использовались значения плотности населения области, площади распределения сельхозугодий и число населённых пунктов по данным Агентства по статистике РК. Итоговая формула расчёта имела вид:

$$N_j = N_j(K_j) \cdot K_j. \quad (4)$$

Результаты расчётов (графа 12, табл. 2) показали, как сильно уменьшается число МС с учётом этого коэффициента. В сумме общее число минимально необходимых МС для Казахстана составило 421. Таким образом, для создания в стране рациональной метеосети необходимо увеличить имеющееся число МС на 161.

В заключении хотелось бы сказать, что постоянное решение проблемы рационализации сети – одна из важнейших задач руководства и специалистов Казгидромета. В условиях рыночной экономики технические средства: их количество, номенклатура, характеристики точности – относятся к экономическим категориям. Проблема принятия решения о составе, структуре и конфигурации любой наблюдательной сети сводится к нахождению «компромисса» между информационными и экономическими факторами оптимизационной задачи. Учитывая важность восстановления и модернизации наблюдательных сетей, учёные Главной Геофизической Обсерватории им. А.И. Воейкова (Россия, Санкт-Петербург) на основе обобщения информационных моделей разработали информационно-экономическую региональную модель, которая

позволяет принимать более сбалансированные и обоснованные управленческие решения [7, 9, 11, 12, 13].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бедрицкий А.И., Борисенков Е.П., Пасецкий В.П. Гидрометеорологическая служба России. // История и современность. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. – 127 с.
2. Беспалов Д.П. Особенности системы метеорологических наблюдений, основанной на синхронных сроках // Тр. ГГО. – 1969. – Вып. 224. – С. 3-6.
3. Беспалов Д.П., Светлова Т.П. О точности представления суточного хода метеорологических элементов по срочным данным. // Тр. ГГО, 1971. – Вып. 260. – С. 124-128.
4. Гандин Л.С., Каган Р.Л. Статистическая интерпретация метеорологических данных. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 360 с.
5. Комплекс мер по модернизации Национальной гидрометеорологической службы Республики Казахстан на период до 2015 года. – Астана, 2008. – 54 с.
6. Кондратюк В.И. Модернизация метеорологической сети Росгидромета. // Тр. ГГО. – 2011. – Вып. 564. – С. 19-39.
7. Кондратюк В.И. Информационно-экономическая модель наземной сети и управленческие решения. // Тезисы докладов Научной конференции по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды. Секция 5. – М.: 1996. – С. 3-4.
8. Методика расчёта минимально необходимого количества пунктов метеорологических наблюдений. – СПб: 2008. – 15 с.
9. Руководство по глобальной системе наблюдений. – ВМО № 488. – 2010.
10. Нездюрлов Д.Ф. Очерки развития метеорологических наблюдений в России. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – 224 с.
11. Покровский О.М. Анализ эффективности методов оптимизации наземных наблюдательных сетей. // Тр. ГГО. – 1989. – Вып. 528. – С. 82-89.
12. Покровский О.М. О применении меры Шеннона для количественной оценки информативности гидрометеорологических наблюдений. // Тр. ГГО. – 1989. – Вып. 528. – С. 19-32.
13. Покровский О.М. Современные методы оптимизации систем мониторинга окружающей среды. // Исследование земли из космоса. – 1995. – Вып. 2. – С. 106-120.

14. РД.52.04.567-96. Положение о наземной сети Росгидромета. – СПб.: Гидрометеоздат, 1996. – 20 с.
15. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – СПб, Гидрометеоздат, 2005. – 492 с.

Поступила 06.06.2012

Техн. ғылымд. канд. П.Ж. Кожаметов

### **ҚАЗАҚСТАННЫҢ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ТОРАБЫН ЖАҢҒЫРТУ ТУРАЛЫ**

*Дүние жүзіндегі метеорологиялық бақылау торабының орнатылу қағидаттарының қысқаша тарихы келтірілді. Кейбір елдермен салыстырмалы талдау жасалынды. Жер бедерін және жерді шаруауащылықпен игеруді ескере отырып Қазақстанда қолайлы және ұтымды бақылау торабын жасау жолының алгоритмдері мен есептеулері келтірілді.*



УДК 551.581 (590.21)

Г.С. Губинская\*

Канд. геогр. наук Г.К. Турулина\*

**О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ СУРОВЫХ ЗИМ  
С СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ**

*ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, АНОМАЛИЯ, СРЕДНЕЕ КВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ, ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ МЕСЯЦЫ, СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ, ЧИСЛА ВОЛЬФА, ФОРМА ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ, ЗИМНИЕ МЕСЯЦЫ, ЮЖНАЯ ПОЛОВИНА КАЗАХСТАНА*

*В статье проведен анализ связи солнечной активности с суровыми зимними месяцами в южной половине Казахстана. Показано, что экстремально холодные зимние месяцы приходятся на низкие значения чисел Вольфа.*

Условия погоды в холодный период года играют огромную роль для экономики Казахстана. Они оказывают влияние в первую очередь на сельскохозяйственное производство, низкие температуры воздуха приводят иногда к вымерзанию фруктовых деревьев, гибели озимых культур, к негативным последствиям при перезимовке скота. Суровые температурные условия увеличивают расход энергии и топлива в промышленности, строительстве и коммунальном хозяйстве, а также отрицательно действуют на физиологическое состояние людей, работающих на открытом воздухе.

В холодное полугодие территория Казахстана находится под влиянием континентального воздуха умеренных широт. Иногда на эту территорию происходит вторжение холодного воздуха арктических широт, эти вторжения совершаются свободно т.к. не имеется препятствий в виде широтно-расположенных гор, которые могли бы задерживать холодные массы воздуха. При таких вторжениях температура на юге Казахстана может опускаться до минус 35 °С и ниже. Но на юг также наблюдаются и выносы теплого воздуха, которые повышают среднемесячную температуру, сопровождаются оттепелями и сходами снежных лавин в горных районах.

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Исходным материалом при исследовании служили данные средних месячных температур воздуха (декабрь – февраль) по двенадцати станциям южной половины Казахстана: Аккудук, Алматы, Балхаш, Бахты, Жезказган, Казалинск, Кызылорда, Сам, Талдыкорган, Тараз, Туркестан, Шымкент за 1970...2009 годы относительно равномерно расположенные по территории.

Для выделения экстремальных по температуре зимних месяцев использовался известный принцип сравнения аномалии среднемесячной температуры воздуха со средним квадратическим отклонением, в класс крупных аномалий отнесены случаи, которые превышали среднее квадратическое отклонение. Аномальность выявлялась не по отдельным станциям, а по всей исследуемой территории, т.е. месяц должен был быть аномальным на 75 % исследуемой площади, т.е. как минимум на 8 станциях из двенадцати. Этот критерий является достаточно жестким и показательным.

Были рассчитаны аномалии температуры воздуха ( $\Delta t$ ) и среднее квадратическое отклонение ( $\sigma_t$ ) по известным формулам:

$$\Delta t = t_i - \bar{t}, \quad (1)$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sum \frac{\Delta t^2}{N}}, \quad (2)$$

где  $t_i$  – среднемесячная температура воздуха за данный месяц, °С;  $\bar{t}$  – средняя многолетняя температура воздуха за данный месяц, °С;  $\Delta t$  – аномалия температуры воздуха;  $N$  – количество лет.

На основе данного критерия с учетом знака аномалии были выявлены холодные и теплые месяцы и составлен каталог экстремальных по температуре воздуха зимних месяцев (табл. 1).

Таблица 1

Каталог экстремальных месяцев по исследуемой территории

Период	Экстремально холодные			Экстремально теплые		
	декабрь	январь	февраль	декабрь	январь	февраль
1970...1979	1976	1972 1974 1977	1972 1974	1971 1979	1976	-
1980...1989	1984	-	1984 1988	1988 1989	-	1983
1990...1999	1993	-	1994	-	-	1999
2000...2009	2002	2006	-	-	2002	2002

Период	Экстремально холодные			Экстремально теплые		
	декабрь	январь	февраль	декабрь	январь	февраль
	2008			2004		
				2006		
<b>Всего</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

За последние 40 лет наблюдалось 14 экстремально холодных и 11 экстремально теплых зимних месяцев. Данные, приведенные в табл. 1 показывают, что повторяемость крупных аномалий температуры воздуха значительно меняется от десятилетия к десятилетию. Так в первом десятилетии (1970...1979 гг.) наиболее часто встречались значительные отрицательные аномалии температуры воздуха (6 случаев), затем их повторяемость резко упала до 2...3 раз за десятилетие. Крупные положительные аномалии распределены более равномерно: 3...4 случая в десятилетие, в период 1990...1999 гг. отмечен только 1 случай.

В периоды потепления климата повторяемость суровых зим должна снижаться, однако на рассматриваемой территории общее потепление не исключает экстремальных морозов зимой, число суровых зим даже возрастает, что можно объяснить увеличением вторжений сухих и холодных арктических воздушных масс в тылу полярных циклонов. На эту особенность обратили внимание многие исследователи. Так, Г.В. Груза [2], И.И. Мохов отмечали, что глобальное потепление не только не исключает экстремальных отрицательных температурных аномалий на региональном уровне, но может способствовать их усилению.

Анализ повторяемости крупных аномалий температуры по месяцам показал, что в январе количество экстремально холодных месяцев в 2,5 раза больше, чем экстремально теплых. Причем экстремально холодные месяцы наблюдались исключительно в первое и последнее из рассматриваемых десятилетий. Аномальных февралей, как и декабрей, было равное количество – по 4 и 5.

В табл. 2 приведены аномалии температуры воздуха экстремальных месяцев, а также среднее квадратическое отклонение. В холодные зимы температура воздуха понижается ниже средних многолетних значений на 4...11 °С.

На юге Казахстана (а также Средней Азии) в холодный период года могут постоянно формироваться очень низкие температуры. Примером такой зимы в исследуемом периоде были зимы 1976...1977, 1993...1994, когда два из трех месяцев были экстремально холодные. В эти годы температура воз-

духа опускалась до -28...-33 °С. Зима 2002 наоборот была очень теплой, с температурами на крайнем юге Казахстана до +11...+15 °С. В последнее десятилетие очень холодными были январь 2006 и 2008 годов, когда средняя аномалия температуры воздуха составляла -6...-8 °С.

Таблица 2

Средняя аномалия температуры воздуха в экстремальные месяцы

Экстремально холодные месяцы		Экстремально теплые месяцы		$\sigma_t$ средней месячной температуры
Год	$\Delta T^*$	Год	$\Delta T^*$	
Декабрь				
1976	-4,9	1971	4,7	3,3
1984	-11,3	1979	3,9	
1993	-3,7	1988	3,8	
2002	-5,0	1989	4,9	
Январь				
1972	-5,9	1976	3,8	3,6
1974	-4,1	2002	4,4	
1977	-6,8			
2006	-6,5			
2008	-7,8			
Февраль				
1972	-8,2	1983	4,1	3,7
1974	-7,8	1999	5,5	
1984	-8,3	2002	4,9	
1988	-4,8	2004	4,8	
1994	-4,3	2006	4,5	

*Примечание:* \* – средняя аномалия температуры воздуха в °С.

В данной статье в качестве индикатора появления суровых зим рассматривается солнечная активность. Следует отметить, что воздействию солнечной активности на процессы общей циркуляции атмосферы и формирование аномалий метеорологического режима посвящена обширная литература. Обзор выполненных исследований на эту тему можно найти в монографиях А.А. Гирса (1960); А.Л. Каца (1960); Эйгенсона (1963); Рубашова (1964); Б.И. Сазонова (1964, 1991); Т.В. Покровской (1969); Г.Н. Чичасова (1991). Авторами [3-8] было замечено, что длительный рост и высокий уровень геомагнитной активности способствует развитию меридиональной циркуляции в

северном полушарии и увеличению повторяемости суровых зим. Последние, как известно, связаны с процессами меридиональных переносов и затоками арктического воздуха в умеренные и южные широты.

Т.В. Покровская, Б.И. Сазонов [4-7] показали, что на Европейскую территорию России холодные зимы приходятся преимущественно на высокие значения геомагнитного индекса  $K_p$ , причем не только холодные сезоны в целом, но и отдельные очень холодные месяцы чаще встречаются при тех же значениях  $K_p$ . Повторяемость экстремально теплых зим не реагирует на изменение индекса  $K_p$ . По мнению Т.В. Покровской, это связано с резким различием циркуляционных процессов, создающих вынос тепла на Европейскую территорию России, который может происходить как при преобладании широтных процессов (W), так и при меридиональной циркуляции формы E [6]. Следует ожидать, что и в других географических районах обнаруживается связь суровости зим с солнечной активностью.

Для оценки интенсивности солнечной активности в работе был использован индекс Вольфа, который характеризует пятнообразовательную деятельность и рассчитывается по формуле

$$W_{\odot} = k(10g + f), \quad (3)$$

где  $k$  – множитель, нормирующий отсчеты различных обсерваторий;  $g$  – число групп пятен;  $f$  – общее число всех пятен.

Каталог чисел Вольфа ведется с 1700 года, надежными считаются данные с 1848 года.

Для всех зимних месяцев за исследуемый период были построены графики хода чисел Вольфа (рис. 1-3) и на них нанесены средние аномалии температуры воздуха экстремальных месяцев.

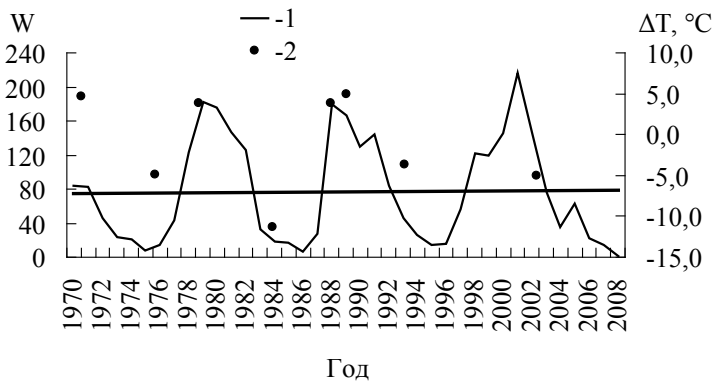


Рис. 1. Ход чисел Вольфа для декабря и значения крупных аномалий температуры воздуха. 1 – числа Вольфа, 2 – аномалия температуры.

Анализ приведенных графиков позволяет сделать следующие выводы: экстремально холодные зимние месяцы на юге Казахстана приходится преимущественно на нисходящую ветвь (12 случаев) и лишь 2 случая из 14 рассмотренных – на восходящую ветвь солнечной активности.

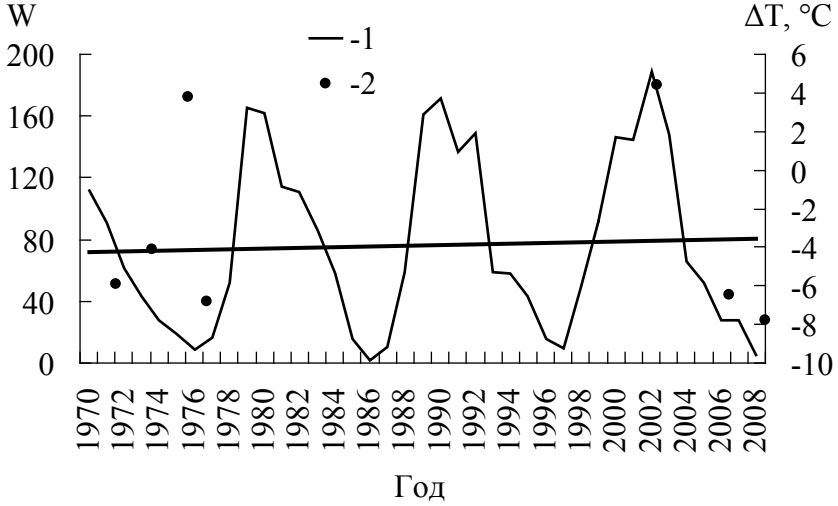


Рис. 2. Ход чисел Вольфа для января и значения крупных аномалий температуры воздуха. 1 – числа Вольфа, 2 – аномалия температуры.

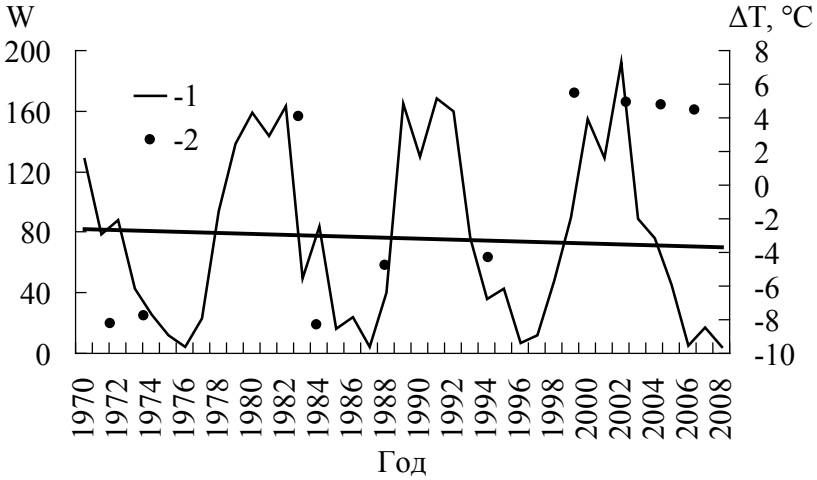


Рис. 3. Ход чисел Вольфа для февраля и значения крупных аномалий температуры воздуха. 1 – числа Вольфа, 2 – аномалия температуры.

Для экстремально теплых месяцев связь с солнечной активностью не выявлена, такие месяцы могут приходиться как на максимум, так и на минимум чисел Вольфа.

На юге Казахстана формирование экстремально холодных зимних месяцев связано с формой циркуляции Е. Экстремально теплые месяцы могут формироваться при зональной циркуляции W или меридиональной С, что согласуется с исследованиями М.Х. Байдала [1]. Как было показано в работах [4, 7], высокий уровень солнечной активности способствует увеличению повторяемости меридиональной циркуляции.

Полученные результаты показывают перспективность использования индексов солнечной активности для оценки суровости зим в Казахстане.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х., Долгосрочные прогнозы погоды и колебания климата Казахстана. – Л.: Гидрометеоздат, 1964. – 446 с.
2. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата. // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. – С. 50-66.
3. Михневич В.В., Усманов Р.Ф., Локтионова С.Н. Состояние атмосферы в период возмущений на Солнце. // Солнечно-атмосферные связи. Сб. ст., – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – С. 115-124.
4. Покровская Т.В. Синоптико-климатологические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 254 с.
5. Покровская Т.В. К вопросу о радиационных факторах изменчивости климата. // Метеорология и гидрология. – 1971. – №10. – С. 31-37.
6. Покровская Т.В. Солнечно-тропосферные связи. – Обнинск: Информационный центр, 1974. – 56 с.
7. Сазонов Б.И. Суровые зимы и засухи. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 239 с.
8. Чичасов Г.И. Технология долгосрочных прогнозов погоды. – СПб.: Гидрометеоздат, 1991. – 305 с.

Поступила 25.05.2012

Г.С. Губинская

Геогр. ғылымд. канд. Г.К. Турулина

#### КҮН БЕЛСЕНДІЛІГІ БАР ҚАТАЛ ҚЫСТЫҢ БАЙЛАНЫС МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

*Мақалада Қазақстанның оңтүстік бөлігіндегі қатал қыс айларындағы күн белсенділігінің сараптама жұмыстары жүргізілді. Қыстың төтенше суық айлары Вольф сандарының төменгі мәніне тең келетіндігі көрсетілген.*

УДК 551.324.64

Л.А. Ерисковская\*

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
НА АБЛЯЦИЮ ЛЕДНИКА ТУЙЫКСУ**

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ЧИСЛО СУТОК С ОСАДКАМИ,  
ОБЩАЯ ОБЛАЧНОСТЬ, КЛИМАТ, АБЛЯЦИОННЫЙ ПЕРИОД,  
СИНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

*В статье рассмотрены благоприятные и неблагоприятные годы на леднике Туйыксу за период с 1972 по 2011 гг., так же исследовано влияние облачности на температуру воздуха с мая по сентябрь. Подсчитано число суток с осадками за летний период и период без устойчивого снежного покрова. За период без устойчивого снежного покрова определялось влияние синоптических процессов по типизации Б.Л. Дзержеевского на количество суток с выпадением осадков.*

**Введение**

Наиболее доступным и хорошо изученным в Илейском Алатау является бассейн ледника Туйыксу. С 1972 года на стационаре Института географии лабораторией гляциологии ведутся круглогодичные наблюдения. Стационар располагается на морене возле ледника на высоте 3450 м. В данное время это единственная на Тянь-Шане высокогорная станция в непосредственной близости от ледника. Станция охватывает широкий комплекс метеорологических измерений. Главными из них, наиболее связанными с режимом ледника, являются температура воздуха, атмосферные осадки, а также облачность и продолжительность солнечного сияния. Туйыксу относится к ледникам долинного типа, на их долю приходится подавляющая площадь оледенения Тянь-Шаня. Ледник Туйыксу занимает элитное место, в значительной мере являясь представительным для всей горной страны, и стоит по изученности и продолжительности периода исследований на одном из первых мест в десятке наиболее изученных ледников мира. Данные по мониторингу ледника публикуются в бюллетене Мировой службы мониторинга ледников, WGMS в течение 42 лет. Исследования ледника Туйыксу имеют важное значение, и по-

\* Институт географии, г. Алматы



лученные данные представляют большой интерес, для изучения глобального потепления климата.

Большой научно-практический интерес представляют метеопроцессы при экстремальных значениях годового баланса массы ледников. Положительный баланс массы ледника за период 1972...2011 гг. был в 1980/81, 1992/93, 2002/03, 2003/04, 2008/09, 2009/10 гг. – это благоприятные для оледенения годы (бл/г), когда снеговая линия (граница питания) ледника была ниже средней многолетней, и на долю области питания приходилась бóльшая часть площади ледника. Во все остальные годы указанного периода преобладал отрицательный баланс, особенно резко выраженный в 1977/78, 1983/84, 1990/91, 1996/97, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 гг., неблагоприятные для оледенения годы (нбл/г) с максимально высоким положением границы питания ледника.

В классической метеорологии для средних широт в гляциальной зоне холодный период продолжается с сентября по май, летний (теплый) период с июня по август, а балансовый год с сентября по август, что соответствует календарному году. Для оценки колебаний режима ледника взята другая длительность указанных периодов. Это связано с устойчивым переходом осенью среднесуточных температур от положительных к отрицательным, или, наоборот, весной от отрицательных к положительным. В первом случае начинается очередной балансовый год и зимнее снегонакопление, во втором – абляция накопленного зимой снега и многолетнего льда на языке. Таким образом, продолжительность балансового года оказывается разной из года в год, что соответствует стратиграфической системе оценки баланса массы ледника. В данной работе рассматривается абляционный период без устойчивого снежного покрова отдельно за благоприятные и неблагоприятные для оледенения годы. Его продолжительность близка к абляционному периоду, определенному по датам перехода температуры воздуха через ноль градусов и меняется каждый год (табл. 1).

Таблица 1

Число суток с осадками за период без устойчивого  
снежного покрова на леднике Туйыксу

Средние значения	Продолжительность периода, сутки	Сумма суток с осадками	Сумма суток с осадками за летний период
Неблагоприятные годы	130,8	53,1	36,4
Благоприятные годы	97,8	55,3	44,8

В последние годы продолжительность абляционного периода увеличивается в среднем на две-три недели [8], но бывает и больше, особенно в нбл/г. В 2007, 2008 гг. переход к устойчивым положительным температурам произошел 12 и 9 мая соответственно. Благодаря этому май практически вошел в летний абляционный период, переход к отрицательным зимним температурам отмечен 20 сентября. В результате в летний абляционный период добавилось еще 20 дней, когда ледник продолжал расходовать свою массу и талые воды пополняли речной сток. Таким образом, в общей сложности летний период удлинился на 40 дней и рассматривается как теплый период [4].

### Метеорологические исследования

При анализе метеорологических исследований использовались среднемесячные значения общей облачности, температуры воздуха, суммы осадков, которые определяли сотрудники стационара под руководством академика И.В.Северского.

В среднем продолжительность периода без устойчивого снежного покрова намного больше в нбл/г, чем в бл/г. Число суток с осадками за период и за летние месяцы меньше в нбл/г., чем в бл/г. Сумма осадков за лето, когда таяние ледника наиболее интенсивное в бл/г. больше [5]. Но главным фактором, влияющим на абляцию ледника, является температура воздуха. Даже незначительное повышение температуры воздуха в летний период усиливает таяние ледника. На изменение температуры воздуха влияет облачность (табл. 2).

Таблица 2

Температура воздуха при различной облачности в благоприятные и неблагоприятные годы на леднике Туйыксу, °С

Год	Месяц									
	май		июнь		июль		август		сентябрь	
	Общая облачность									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>Благоприятные годы</b>										
1981	3,6	-0,8	3,8	1,2	8,0	3,4	3,8	2,7	1,6	-3,4
1993	-3,4	-2,1	3,7	2,4	5,5	3,3	5,9	2,9	4,0	1,4
2003	1,6	-3,8	5,3	2,5	6,2	3,7	7,1	3,2	3,3	2,4
2004	1,1	-0,8	4,7	3,3	6,9	5,2	6,8	4,5	2,4	1,2
2009	-0,5	-1,4	3,1	2,0	7,1	4,0	6,3	4,2	2,8	0,4
2010	-2,9	-0,4	4,3	3,0	6,6	5,2	7,6	5,7	3,8	0,2
Среднее	-0,1	-1,5	4,2	2,4	6,7	4,1	6,3	3,9	3,0	0,4

Год	Месяц									
	май		июнь		июль		август		сентябрь	
	Общая облачность									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>Неблагоприятные годы</b>										
1978	2,4	0,4	4,5	3,2	8,4	5,2	7,0	6,6	3,9	-1,5
1984	-0,3	-1,3	5,2	2,3	7,8	4,2	9,0	9,5	-0,7	-0,4
1991	-1,1	0,6	3,1	2,5	7,0	5,2	6,1	1,7	4,1	2,8
1997	-0,1	-0,3	5,4	3,6	8,4	5,6	7,2	2,0	4,8	-1,1
2005	0,2	-1,6	4,5	3,0	8,1	5,0	3,6	4,2	4,4	1,6
2006	0,9	-0,1	2,6	2,4	9,3	2,9	8,4	5,2	2,8	-0,3
2007	2,7	0,3	5,9	3,9	9,1	4,4	6,5	5,2	4,1	0,4
2008	3,8	2,1	7,5	5,2	8,6	5,6	6,5	4,3	1,3	2,0
Среднее	1,1	0,0	4,8	3,3	8,3	4,8	6,8	4,8	3,1	0,4

*Примечание:* 1 – ясно от 0 до 3-х баллов, 2 – пасмурно от 8 до 10 баллов.

При ясной погоде температура воздуха значительно выше, как в бл/г, так и в нбл/г, чем при пасмурной погоде. В бл/г температура воздуха ниже, чем в нбл/г, что благоприятно для оледенения (табл. 2).

### Синоптические процессы

На выпадение осадков и температуру воздуха большое влияние оказывают синоптические процессы. Для их анализа в рассматриваемом регионе, использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б.Л. Дзержевским для Северного полушария [1]. Им выделена отдельной группой *меридиональная южная циркуляция* (тип 13) – необычное состояние атмосферы с циклонической циркуляцией на полюсе, отсутствием блокирующих процессов на полушарии и тремя-четырьмя одновременными выходами южных циклонов в разных секторах полушария. Именно с этой группой, с начала 1980-х годов (максимум приходится на 1989 г.) и в настоящее время, связано большинство метеорологических экстремумов, в том числе в Арктическом бассейне и в горных районах. Рост повторяемости южных циклонов, отличающихся малым радиусом действия, большими скоростями перемещения и резкими контрастами температуры на фронтах, вызвал увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков в разных регионах, в частности, в горных в теплое время года [6].

При исследовании синоптических процессов использовался материал с сайта <http://www.atmospheric-circulation.ru>. На его основе определялось число случаев элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) за месяц, затем подсчитывалось их средние значения отдельно за бл/г и нбл/г (табл. 3). Как

рассматривалось в [2], наибольшее количество осадков на леднике Туйыксу выпадало при ЭЦМ 13л в основном в летний период. При ЭЦМ 13л полярные вторжения отсутствуют, отмечается обширная депрессия над Арктическим бассейном и циклоническая деятельность на континентах [6]. Продолжительность ЭЦМ 13л росла в течение 20-го столетия. В конце столетия число суток ЭЦМ 13л с выпадением осадков на леднике Туйыксу стало уменьшаться [5], но влияние данного типа циркуляции на выпадение осадков еще велико. Стала увеличиваться продолжительность других ЭЦМ, в частности, 12-го типа [3] (табл. 3).

Таблица 3а

Число суток с осадками за период без устойчивого  
снежного покрова на леднике Туйыксу в неблагоприятные годы

ЭЦМ	Неблагоприятный год								Среднее
	1978	1984	1991	1997	2005	2006	2007	2008	
1	0	3	1	0	0	0	0	0	0,5
2	7	2	14	0	0	0	5	1	3,6
3	2	0	2	1	9	3	4	4	3,1
4	6	6	2	0	3	5	2	6	3,8
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0,4
6	1	1	0	2	0	0	0	4	1,0
7л	7	0	2	2	3	2	3	0	2,4
7з	0	0	1	2	1	0	0	4	1,0
8а	2	0	0	2	0	0	0	2	0,8
8б	1	4	0	0	1	0	1	0	0,9
8в	3	7	0	1	1	0	0	0	1,5
8г	0	0	0	4	3	0	1	4	1,5
9	1	4	3	7	18	6	18	9	8,3
10	0	2	4	4	2	9	1	16	4,8
11	2	1	3	2	0	0	0	0	1,0
12а	0	0	1	4	8	1	3	0	2,1
12г	0	2	0	1	1	0	0	3	0,9
12л	3	0	0	0	2	5	12	0	2,8
12з	3	0	0	2	0	0	2	0	0,9
13з	2	1	6	6	2	0	8	3	3,5
13л	4	6	34	17	10	8	2	16	12,1
Σ ч.с.	47	39	73	57	64	39	62	72	56,6

Из данных табл. 3 (а, б) видно, что число суток с выпадением осадков при ЭЦМ 13л преобладает, как в нбл/г, так и в бл/г, но в бл/г больше. В бл/г добавляются ещё ЭЦМ 12а, 12л (12бл, 12вл-средиземноморские циклоны выходят на Казахстан), повторяемость которых значительно больше, чем в

нбл/г, и в сочетании с 13л, как рассматривалось в [7], создаются благоприятные условия для обильного выпадения осадков в горных районах в теплое время года.

Таблица 36

Число суток с осадками за период без устойчивого снежного покрова на леднике Туйыксу за благоприятные годы

ЭЦМ	Благоприятный год						Среднее
	1981	1993	2003	2004	2009	2010	
1	1	0	0	0	0	0	0,2
2	4	0	1	1	4	0	1,7
3	4	0	2	1	2	0	1,5
4	13	1	2	5	0	2	3,8
5	0	0	0	0	0	0	0,0
6	0	1	4	2	0	2	1,5
7л	0	1	0	3	0	0	0,7
7з	0	0	0	0	0	0	0,0
8а	2	0	1	1	4	2	1,7
8б	1	0	8	1	2	0	2,0
8в	0	2	1	2	0	2	1,2
8г	4	0	0	3	3	0	1,7
9	4	10	2	4	3	9	5,3
10	0	7	2	6	2	3	3,3
11	1	0	0	0	0	0	0,2
12а	1	1	4	7	3	8	4,0
12г	0	0	0	0	0	0	0,0
12л	7	0	3	4	10	5	4,8
12з	2	1	0	1	0	0	0,7
13з	0	3	0	0	0	0	0,5
13л	17	23	19	17	3	16	15,8
Σ ч.с.	61	50	49	58	36	49	50,5

### Заключение

Таким образом, главным фактором, влияющим на абляцию ледника, является изменение температуры воздуха, которая зависит от облачности. При пасмурной погоде средняя температура воздуха ниже, как в бл/г, так и в нбл/г. В бл/г средняя температура воздуха, как в ясную погоду, так и в пасмурную значительно ниже. На абляцию ледника также влияют осадки. Наибольшее количество суток с выпадением осадков зафиксировано при ЭЦМ 13л. В бл/г значительно добавляются ЭЦМ 12-го типа. Не смотря на то, что продолжительность абляционного периода в бл/г меньше, но сумма осадков и количество суток с выпадени-

ем осадков больше, чем в нбл/г и в сочетании ЭЦМ 13л с 12-ым типом (при обострении атмосферных фронтов) создают благоприятные условия для обильного выпадения осадков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. – М.: Гидрометеиздат, 1975. – 285 с.
2. Ерисковская Л.А. Метеорологическая обусловленность колебаний границы питания на леднике Туюксу // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №2. – С. 79-88.
3. Ерисковская Л.А. Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туйыксу // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №4. – С. 108-117.
4. Ерисковская Л.А. Климатические изменения на леднике Туйыксу за последние годы // Современные проблемы климатологии. К 100-летию профессора Олега Алексеевича Дроздова (1909-2009): Сборник материалов Всероссийской конференции, СПб, 2009 –СПб, 2009. – С. 61-63.
5. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туюксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
6. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии. // МГИ. – 2003. – Вып. 95. – С. 45-65.
7. Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария XX – начало XXI века. – М.: 2009. – 370 с.
8. Северский И.В. О перспективных изменениях водных ресурсов вследствие деградации оледенения // Вопросы географии и геоэкологии. 2011. – №4. – С. 17-22.

Поступила 19.06.2012

Л.А. Ерисковская

#### **ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫ АБЛЯЦИЯСЫНА КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНІҢ ӘСЕРІ**

*Мақалада Тұйықсу мұздығындағы 1972...2011 жылдар аралығындағы қолайлы және қолайсыз жылдар, сонымен қатар мамыр мен қыркүйек аралығындағы ауа температурасына бұлттылықтың әсері қарастырылған. Жазғы мерзімдегі жауын-шашынды күндер мен қалыпсыз қар жамылғысы бар мерзім есептелінген. Қалыпсыз қар жамылғысы бар мерзімге синоптикалық процестердің Б.Л. Дзердзеевский типімен жауын-шашынды күндер санына әсері анықталды.*

УДК 551.435.74

Канд. с.-хоз. наук      Б.К. Мамедов \*

**ОБ ИНДИКАЦИИ СТАДИЙ ДЕГРАДАЦИИ  
ТАКЫРНЫХ ВОДОСБОРОВ***ТАКЫРЫ, ДЕГРАДАЦИЯ ВОДОСБОРОВ, ПЕСЧАНЫЕ НАНОСЫ,  
ОХРАНА ТАКЫРОВ*

*В статье приводятся сведения о развитии процессов деградации такырных поверхностей, используемых в качестве водосборов. На основе полевого опыта с использованием мини-установки искусственного дождя получены количественные данные зависимости коэффициента стока от состояния поверхности такыров.*

Среднемноголетний временный поверхностный сток с такыров и такыровидных водосборов Туркменистана в 60-ые годы прошлого столетия был оценен Г.Т. Лещинским в 332 425 тыс. м<sup>3</sup> [3]. До 1988 г. общая площадь такырных водосборов в Туркменистане уменьшилась от 13003,5 до 11343 км<sup>2</sup>. В последующий десятилетний период их площадь сократилась, приблизительно, еще на 324 тыс. га, или 3240 км<sup>2</sup>. В итоге, в настоящее время площадь такырных и такыровидных водосборов, примерно, составляет 8130 км<sup>2</sup> (62,5% от их первоначального значения), а величина поверхностного стока – 170 250 тыс. м<sup>3</sup> [6].

По другой оценке площадь такыров сократилась на 50 % [4]. Основными факторами деградации по мнению авторов являются природные (многолетние влажные периоды или засуха), техногенные (строительство газопроводов, каналов, автомобильных дорог, линий электропередач и т.п.), антропогенные (скотопрогон, строительство кошар, взлетно-посадочных площадок, использование автотранспорта, засорение бытовыми отходами и т.п.), сельско- и водохозяйственная деятельность (освоение такыров под орошение, сброс и затопление коллекторно-дренажными водами, строительство водохранилищ) [5].

Данные космических снимков для территории Ахалского ваята показывают, что 85 % площади такырных водосборов подвержены сильной и очень сильной степени опустынивания. Из них только 13,8 %, или 39711,9 га,

---

\* Национальный институт пустынь, растительного и животного мира Министерства охраны природы Туркменистана, г. Ашхабад, Туркмения

могут быть использованы для сбора поверхностного стока [4]. Различие в площадях деградированных такырных земель по сравнению с данными предыдущих авторов объясняется тем, что Ахалский велаят является наиболее развитой в экономическом отношении областью Туркменистана, в связи с чем, плотность населения и антропогенный пресс на природные ресурсы выше, чем в среднем по стране. Помимо того, что такырные земли, особенно те, которые граничат с оазисами, распахиваются под орошаемое земледелие, основным фактором их деградации являются песчаные наносы.

Поверхность такыров характерна тем, что она в естественных условиях не заносится песком даже в тех случаях, когда они окружены массивами подвижных песков. Это объясняется особым аэродинамическим режимом такырных поверхностей. Светлая поверхность такыров нагревается слабее, чем окружающие пески, и над ней формируется несколько более холодная шапка воздуха, в то время как на сильно разогретой поверхности песка образуются восходящие потоки. Такой аэродинамический эффект приводит к тому, что формы рельефа подвижных песков отклоняются в своем движении в районе такыров на  $30...35^\circ$  от первоначального направления. Поэтому в тех случаях, когда поверхность такыра и прилегающей территории не нарушена, песчаные заносы ему не угрожают [1].

Результатом активного хозяйственного использования такырных поверхностей в последние годы является нарушение сложившегося равновесия эоловых процессов. Разрушение такырной корки увеличивает его шероховатость и влечет за собой засыпание поверхности песком. В тех случаях, когда активно используемые такыры окружены барханными песками, нарушение их аэродинамического режима приводит к тому, что барханы в своем движении перестают отклоняться в сторону от такыров, и наступают непосредственно на их поверхность. В их пределах начинается активное выпадение песка из ветропесчаного потока и образование песчаных наносов в ветровой тени искусственных препятствий и на неровностях поверхности. Значительная часть атмосферной влаги, выпавшей на такыр, этими наносами перехватывается из-за высокой влагоемкости песка, и сбор поверхностного стока затрудняется или становится невозможным.

При описании процессов на Жанадарьинской равнине в Казахстане преобразования такыров в песчаные пастбища были выделены три стадии развития наносов [2], которые описываются так:



1. Стадия разобленных микроочагов формирования наноса. Индикаторами её являются разреженные заросли биюргуна (*Anabasis salsa*), поселяющиеся в трещинах на поверхности такыра. Около каждого растения формируется микробугорок типичной эоловой формы, размером не более 3...5 см. Он стабилизируется однолетними растениями и увеличивается в размерах за счет опада, имеющего в своем составе соли и органические остатки. На тех участках, где биюргун особенно густ, периферические части соседних микробугров соединяются, создавая сплошные мелкоземисто-песчаные наносы.

2. Стадия разобленных песчаных островков. Её индикаторы – группировки полыни (*Seriphidium terrae albae*) с участием кевреика (*Salsola orientalis*) и мятлика (*Poa bulbosa*), поселяющиеся на песчаных наносах, мощность которых составляет уже от 10 до 50 см. Изрезанная граница песчаных «островков» плавно и малозаметно переходит в такыр, переходная полоса занята биюргуном со слившимися микробуграми.

3. Стадия сплошного песчаного плаща с отдельными крупными песчаными буграми. Индикаторами этой стадии являются группы боялыча (*Salsola arbuscula*) с отдельными экземплярами чогона (*Aellenia subaphylla*), кевреика, изредка черкеза (*Salsola richteri*) и еще реже черного саксаула (*Haloxylon aphyllum*). Мощность песка на буграх 1,0...2,5 м, а между буграми – 0,5...1,0 м, по периферии – песчаные «островки» с начальными стадиями формирования наносов.

Однако такая пастбищная индикация не совсем применима для описания деградации такырных водосборов, так как очевидно, что формирование поверхностного стока на третьей стадии невозможно. Насыщение песчаного наноса влагой и стекание излишков воды по деградированной поверхности такыра прекращается раньше – вероятнее на стадии формирования разобленных песчаных островков. Задача подтверждения данного предположения осложняется тем фактом, что за сезон не так много случаев выпадения атмосферных осадков, после которых начинается поверхностный сток. Причем установление надежной зависимости коэффициента стока от состояния поверхности такыра трудновыполнимо, если для этого нужны многократные измерения. Поэтому для этих целей была использована мини-установка искусственного дождя – *Kamphorst rainfall simulator* (симулятор осадков Кампхорста) [7].

Мини-симулятор осадков был разработан голландским ученым А. Кампхорстом из Вагенингенского сельскохозяйственного университета для использования в полевых и лабораторных условиях в целях изучения эрозионных свойств почв, инфильтрации и поверхностного стока. Основные характеристики прибора приводятся в табл. 1.

Таблица 1

## Основные характеристики симулятора осадков Кампхорста

Характеристики искусственного дождя	Количественный показатель	Единица измерений
Магнитуда	18	мм
Продолжительность	3	мин
Интенсивность	6	мм/мин
Средняя высота падения капель	0,4	м
Диаметр капли	5,9	мм
Масса капли	0,106	г
Число капиллярных отверстий	49	шт
Кинетическая энергия дождя	3,92	дж/м <sup>2</sup> /мм
Площадь тестируемой поверхности	0,0615	м <sup>2</sup>

Мини-установка состоит из пяти частей, вертикальный разрез которых показан на рис. 1. Принцип работы следующий: резервуар, соединенный с дождевальной насадкой, имеет объем 1200 мл. Вода поступает из дождевальной насадки через 49 капиллярных отверстий (а). Норма расхода воды через капилляры установлена их длиной и внутренним диаметром.

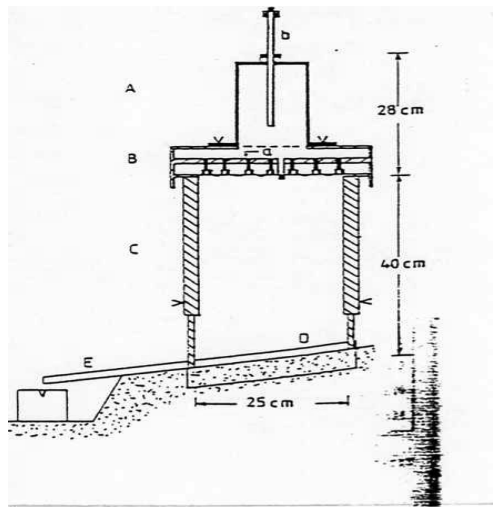


Рис. 1. Мини-симулятор осадков Кампхорста.

А – резервуар воды цилиндрической формы со встроенным регулятором давления; В – дождевальная насадка для воспроизведения стандартного дождя; С – металлические стенки с ножками для поддержки дождевальной насадки; D – металлическая рамка для предотвращения бокового растекания; E – канавка для сбора стока и частиц почвы в мерный сосуд.

Давление в насадке регулируется путем поднятия или опускания воздушной трубки (b), чтобы исключить влияния температурного фактора. Это необходимо для контроля интенсивности выпадения стандартного дождя.

Измерения стока при различных состояниях поверхности были проведены на семи такырах в Центральных Каракумах (Каррыкуль; 38°28' с.ш., 58°29' в.д.). Дополнительно проводилось картирование такырной поверхности (растительный покров, состояние такырной корки и т.п.) с помощью GPS. В результате были выделены четыре типа (стадий деградации), процент развития которых на такыре определялся трансектным методом [8]. На каждой из четырех типов поверхности были сделаны многократные замеры стокообразования с использованием мини-установки искусственного дождя. Влияние состояния поверхности такыра на объем поверхностного стока и оценка развития деградационных процессов на исследованных такырах показан в табл. 2.

Таблица 2

Типы поверхности	Коэффициент стока, %	Встречаемость на такырах, %	
		сохранившихся	деградированных
Чистый такыр	60	79	32
Отдельные кусты	51	18	34
Прикустовые бугры	30	3	22
Песок и эфемеры	5	0	12

Наряду с Центральными Каракумами такие же опыты были проведены на такырах Западного Туркменистана (Джебел и Кумдаг). Небольшая разница в величинах коэффициента стока объясняется различием в количестве физической глины такыров двух географических зон. Для наглядности результаты приводятся в графической форме (рис. 2).

Не деградированные такыры с чистой поверхностью имеют достаточно высокий коэффициент стока – 60 % от объема выпавших осадков стекают с его поверхности в виде временного поверхностного стока. Появление отдельных кустов на его поверхности уменьшают объем стока до 10 % за счет разрыхления корневой системой почвенного субстрата и инфильтрации воды. Растительность способствует накоплению песка и образованию прикустовых бугров, которые впитывают часть влаги. Поэтому поверхность такыра с буграми и растительностью имеет коэффициент стока 30 %, что в два раза меньше, чем потенциально возможное значение. Когда же на поверхности такыра появляются песчаные наносы с эфемерной растительностью, то коэффициент

стока падает до минимума – 5 %. При слое песчаного наноса в 4...5 см на поверхности такыра он теряет свою гидрологическую ценность и свойство быть водосбором.

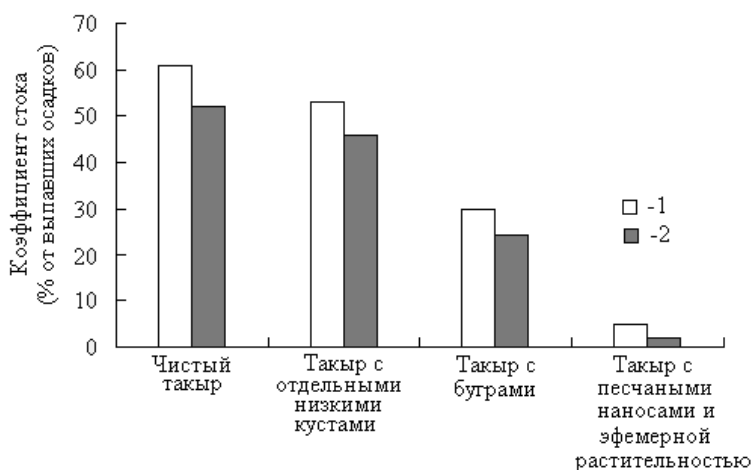


Рис. 2. Влияние состояния поверхности такыров Центральных Каракумов (1) и Западного Туркменистана (2) на величину коэффициента стока.

Для улучшения условий сбора пресной воды население в прошлом тщательно уничтожало все растения, появляющиеся на такырах, что предупреждало возникновение песчаных заносов. Единственным жильем на такырах были войлочные кибитки обтекаемой формы, которые не создавали серьезных препятствий на пути ветропесчаного потока и к тому же устанавливались на недолгий срок. Такыры, используемые в качестве водосборов, не должны застраиваться, а поголовье скота, базирующегося на них, должно регулироваться с целью максимального сохранения поверхности такыров. Такыры обладают способностью к самовосстановлению, неровности их поверхности постепенно заполняются взвесью, содержащейся в мутной воде временного стока. Однако это долгий процесс, поэтому рациональное планирование защитных мероприятий должно производиться с таким расчетом, чтобы максимальное количество переносимого песка задерживалось и не поступало на территорию используемых такыров. В тех случаях, когда пески, расположенные с наветренной стороны такыровидных поверхностей, закреплены растительностью или подвергаются закреплению, перенос песка резко сокращается. Следствием этого процесса является постепенное выдувание эоловых отложений песка и сокращение их размеров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнагельдыев А., Костюковский В.И. Защита водосборных площадок и хозяйственных объектов на такырах от песчаных заносов // Геоморфология. – 1982. – №1. – С. 39-43.
2. Илюшина М.Т. Об индикации стадий формирования песчаных наносов на такырах Жанадарьинской равнины // Проблемы освоения пустынь. – 1983. – №5. – С. 64-66.
3. Лещинский Г.Т. Ресурсы временного поверхностного стока пустынь Средней Азии и Западного Казахстана. – Ашхабад: Ылым, 1974. – 187 с.
4. Мамедов Б.К., Рингерсма Ж., Херрманн С. Деградация поверхности водосборных такыров. // Вопросы рационального использования и охраны водных ресурсов Туркменистана: Сб. тезисов докл. науч.-практич. конф. – Ашхабад: Ылым, 2001. – С. 45-46.
5. Мамиева И. Ж., Витковская Т.П., Непесов М.А. Роль такыров в водоснабжении пастбищ и вопросы их охраны. // Учение Сапармурада Туркменбаши об охране природы: Сб. тезисов докл. науч.-практич. конф. – Ашхабад: Ылым, 2000, С. 82-83.
6. Непесов М.А., Попов К.П. Ресурсы местных вод пустынь и их использование в мелкоозисном земледелии // Проблемы освоения пустынь. – 2000. – №1. – С. 19-21.
7. Kamphorst A. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility. // Netherlands Journal of Agricultural Sciences, 35: 407-415
8. Ringersma J., Vink M., Mamedov B. Deterioration of Central Asian water harvesting systems. In: Proceedings of ISCO. Buenos Aires, 2000. Poster presentation.

Поступила 7.06.2012

А.-шар. ғылымд. канд.      Б.К. Мамедов

### **ТАҚЫРЛЫ СУ ЖИНАҒЫШТАРДЫҢ ҚҰЛДЫРАУ КЕЗЕҢДЕРІНІҢ ИНДИКАЦИЯСЫ ТУРАЛЫ**

*Мақалада су жинағыш ретінде қолданылатын тақырлы беттердің құлдырау процесстерінің өркендеуі туралы мәліметтер келтірілген. Жасанды жауынның кішігірім қондырғысын қолдану далалық тәжірибесі негізінде ағынның тақыр беті жағдайынан тәуелділік коэффициентінің сандық мәліметтері алынған.*

УДК 502:616 (574.13)

Ж.К. Ахмадиева\*

**К ПРОБЛЕМАМ ОПУСТЫНИВАНИЯ/ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ  
НА ТЕРРИТОРИИ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

ОПУСТЫНИВАНИЕ, ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ТИПЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ, ИНДИКАТОРЫ, ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, БЛАГОСОСТОЯНИЕ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

*В статье дана оценка процессов опустынивания/деградации земель обусловленных природными и антропогенными факторами на территории Актюбинской области за последние 20 лет. На базе этой оценки разработаны ключевые целевые показатели снижения негативного воздействия опустынивания на благосостояние и здоровье населения.*

Актюбинская область Республики Казахстан занимает обширную территорию, что обуславливает разнообразие природных условий, промышленно-сельскохозяйственное использование территории и размещение населения. Большая часть территории области относится к зоне недостаточного увлажнения, что указывает на слабую устойчивость природной среды к любому на нее воздействию. В последние годы в регионе отмечается усиление процессов опустынивания/деградации земель, которые снижают природно-ресурсный потенциал почвенно-земельных угодий и, как следствие, благосостояние местного населения. Изменение окружающей среды и возникающие, в связи с этим, социально-экономические проблемы, увеличивают риски возникновения или утяжеления различных заболеваний, а также смертности населения.

Земельный фонд Актюбинской области представлен, в основном, сельскохозяйственными угодьями, к которым относятся пастбища, пашня, залежь, сенокосы и многолетние насаждения. Использование таких угодий в целях, не связанных с сельхозпроизводством, допускается только в исключительных случаях. Основным видом сельскохозяйственных угодий в регионе

---

\* Казгидромет, г. Алматы

являются пастбища полупустынного и пустынного типов, площадь которых в последние годы практически остается на одном и том же уровне (табл. 1). После 2000 г. сильно сократились площади пашни, в связи с отказом фермерских хозяйств обрабатывать низкопродуктивные пахотные земли.

Таблица 1

Площадь сельскохозяйственных угодий в Актыобинской области, тыс. га

Наименование категории земель	Год			
	1991	2002	2003	2008
Пастбища			25507,4	25369,3
Пашня	2126,8	875,3	785,1	901,3
Залежь	63,7	256,8	366,2	379,1
Естественные сенокосы	620,0		312,9	312,9
Многолетние насаждения			1,5	1,5
Всего сельхозугодий			26975,4	26966,7

Источник: Агентство РК по управлению земельными ресурсами, 1991...2003 гг., Тобыл-Торгайский Департамент экологии, 2008 г.

Сельскохозяйственные угодья числятся в составе земель сельскохозяйственного назначения населенных пунктов, лесного фонда, а значительные площади находятся в составе земель запаса. Анализ материалов Агентства РК по управлению земельными ресурсами за период 1991...2007 гг. показал, что площадь земель сельскохозяйственного назначения в области снизилась более чем в 3 раза. А земли промышленности и запаса увеличились, в связи с вводом в эксплуатацию новых предприятий нефте- и газодобычи (табл. 2).

Таблица 2

Распределение земельного фонда  
Актыобинской области по категории земель, тыс. га

Наименование категории земель	Год				
	1991	2000	2003	2005	2007
Земли сельскохозяйственного назначения	23000,0	7922,0	6445,0	7064,2	7249,0
Земли населенных пунктов		2597,7	2598,1	2830,0	2906,5
Земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного несельскохозяйственного назначения		79,8	81,2	97,9	107,8

Наименование категории земель	Год					
	1991	2000	2003	2005	2007	
Земли особо охраняемых природных территории, оздоровительно-рекреационного назначения		1,2	1,1	1,1	765,0	
Земли лесного фонда		192,5	192,6	192,6	194,0	
Земли водного фонда		6,7	6,7	6,6	6,7	
Земли запаса		1683,3	18387,7	19812,4	19110,0	15668,3

Источник: Агентство РК по управлению земельными ресурсами, 2007 г.

Земли Актюбинской области из года в год все больше подвергаются опустыниванию из-за усиливающего воздействия на слабоустойчивые природные экосистемы, расположенные в зоне недостаточного увлажнения. Факторы, способствующие развитию процессов опустынивания в этом районе, имеют как природный, так и антропогенный характер. Общая площадь эродированных сельскохозяйственных угодий по состоянию на 2008 г. составила 9,6 %, из них: смытые – 18,3 %, дефлированные – 81,3 %, подверженные водной и ветровой эрозии – 0,3 %. Процессам дефляции подвержены почти все районы области, вследствие имеющихся природных предпосылок для их возникновения: наличие открытых степных, полупустынных и пустынных пространств, с резко континентальным климатом, недостаточное увлажнение почв, низкая влажность воздуха, наличие почвенной и атмосферной засухи, слабая эрозионная устойчивость почв легкого механического состава.

Среди индикаторов опустынивания территории области за последние годы отмечаются:

- сокращение площади естественных сенокосов на 307 тыс. га (по состоянию на 2007 г. относительно 1991 г.) в связи с сокращением площадей обводнения; засорение сенокосов ядовитыми растениями, не пригодными для корма животных;

- сокращение природных озер с 1000 (пресные – 640, соленые – 370) до 150 (в основном мелких и соленых) с конца 60-х годов прошлого столетия по настоящее время [1];

- сокращение площади пашни на 1225 тыс. га (по состоянию на 2008 г. относительно 1991 г.), в т.ч. из-за засоления и развития эрозионных процессов;

- сокращение ресурсов поверхностных вод р. Илек на 64 млн. м<sup>3</sup> с конца 60-х годов прошлого столетия по настоящее время;



- снижение гумусового слоя на черноземах на 7,7 % (за период 1989...2004 гг.), на темно-каштановых почвах на 15,6 % (за период 1971...2004 гг.), на светло-каштановых почвах на 19,0 % (за период 1964...2004 гг.) [4];

- ухудшение качественного состояния природных пастбищ в виде снижения биоразнообразия растительных сообществ и кормовой продуктивности, смены доминантов. В рамках НИР «Разработка целевых показателей и критериев оценки риска воздействия процессов опустынивания на качество окружающей среды и состояния здоровья населения Актюбинской области» (Отв. Исп. Ахмадиева Ж.К. – МООС РК, КазНИИЭК, Алматы, 2010 – 138 с.) была рассчитана пастбищная нагрузка по территории области. Она составила 0,11 усл. голов/га при оптимальной нагрузке 0,7 усл. голов/га. Однако, практически все поголовье домашнего скота, до 90 %, находится в ведении домашних хозяйств, не имеющих собственных мест выпаса. Выпас скота происходит, в основном, вокруг населенных пунктов. В результате такого чрезмерного выпаса вокруг населенных пунктов, отсутствия отгона скота на летние и зимние пастбища происходит уплотнение и иссушение почвы, выпадение из травостоя наиболее ценных видов.

Из всей площади пастбищ области около 25 % сбито, закаменено и затырсовано, 42,1 % подвержено ветровой эрозии, 7,0 % – водной эрозии;

- загрязнение почвогрунтов в местах переработки полезных ископаемых и складирования отходов производства и потребления;

- рост подвижных песков в природных комплексах с песчаными почвами (Кокжиде, Кумжартан, Большие и Малые Барсуки и др.), заметное снижение чуротных понижений с близкими грунтовыми водами и древесно-кустарниковыми зарослями;

- сокращение площади саксауловых лесов с 83,7 тыс. га (2003 г.) до 50,7 тыс. га (2006 г.) в южных районах области вследствие незаконной вырубки древесины на топливо и отсутствия ухода за лесонасаждениями.

Анализ факторов, усиливающих процессы опустынивания, показал, что рост деградированных и опустыненных земель связан, в основном, с антропогенным воздействием на окружающую среду. Отмечается рост площадей техногенно-нарушенных земель в местах добычи и переработки полезных ископаемых, складирования отходов производства и потребления; площадей дефляционно-эрозионных земель в местах выпаса скота вокруг населенных

пунктов; площадей солончаков в связи с нарушением гидрологического режима рек и озер; площадей дегумифицированных почв из-за бессистемного использования сельскохозяйственных земель.

Вклад климатической составляющей, по мнению автора, в опустынивание территории области незначителен. Оценка изменения современного климата на территории области показала, что в целом среднегодовая температура воздуха за период 1990...2007 гг. относительно периода 1960...1990 гг. увеличилась на 0,5...0,6 °С. Потепление произошло, в основном, за счет температур холодного периода. После 1990 г. отмечается тенденция к снижению летних температур воздуха и незначительное увеличение среднегодовых сумм осадков [2]. Рассчитанный индекс засушливости Д.А. Педя за период 1960...2008 гг. на территории области показал рост положительных значений с начала 60-х годов до середины 80-х годов прошлого столетия. К концу 80-х – началу 90-х годов значения показателя Педя снизились, но оставались положительными. После 90-х годов этот ход не имеет определенной тенденции.

В настоящее время в рамках различных программ развития Актюбинской области и Программы Форсированного индустриально-инновационного развития 2011...2014 гг. экономика области, в основном, наращивает свои темпы на базе имеющихся минерально-сырьевых ресурсов. В связи с этим, была оценена устойчивость компонентов окружающей среды к техногенному и химическому типам опустынивания, а также построены статистические модели влияния опустынивания на состояние здоровья населения. На базе полученной оценки в регионе были выявлены зоны с максимальными и минимальными рисками опустынивания.

К зоне повышенного техногенного и химического опустынивания относятся районы добычи нефти, газа и угля (Мугалжарский, Темирский и северо-восточная часть Байганинского) и действующих предприятий горно-рудной и химической промышленности (Алгинский, Хромтауский районы, г. Актобе). В районах нефте- и газодобычи, транспортировки и переработки отмечается интенсивное формирование техногеннообразованных грунтов, которые формируют специфичный рельеф и активизируют процессы дефляции, оврагообразования, засоления и загрязнения подземных вод. За счет отбора больших объемов нефти, газа и подземных вод поверхность земли оседает, в результате чего происходит формирование сорово-солончаковых западин. Результатом работы предприятий горнопромышленного комплекса является

формирование техногенноизмененных пород в виде отвалов и терриконов, активизирующих процессы оползнеобразования, обвалов, дефляции, загрязнения и др. В густонаселенных промышленных центрах (Актобе, Хромтау) деградация земель происходит в местах, занятых отходами жизнедеятельности населения. Такое воздействие на компоненты окружающей среды увеличивает нагрузку на малоустойчивые ландшафты, приводит к изменению характеристик природной среды и, в конечном счете, к условиям, близким или аналогичным опустыниванию.

Статистические модели связи опустынивания и здоровья населения в этой зоне показали увеличение рисков для здоровья людей в виде дополнительных случаев различных заболеваний и смертности. За период 1990...2008 гг. отмечается тенденция роста показателя общей смертности населения. Также показатель общей заболеваемости взрослого населения вырос в 1,3 раза, заболеваемости детей – в 1,5 раза. Самые высокие показатели смертности в области приходится на районы переработки полезных ископаемых (г. Актобе, Каргалинский и Хромтауский районы). Основной причиной смертности взрослого населения являются болезни крови и системы кровообращения, новообразования; младенческой смертности – состояния, возникающие в перинатальном периоде и врожденные аномалии. За весь исследуемый период в этих районах показатель младенческой смертности отмечался выше среднереспубликанского показателя. Исследования показали, что факторами риска для здоровья здесь являются хром и сероводород в воздухе, хром и бор в воде, тяжелые металлы в почве. Среди населения районов нефте- и газодобычи преобладают болезни крови и кровеносных органов, эндокринной системы, кожи и кожной клетчатки, органов пищеварения. Факторами риска здесь выступают двуокись серы и двуокись азота в воздухе, нитраты и нефтепродукты в воде.

В зону с минимальными рисками опустынивания входят южные районы Актюбинской области (Байганинский, Шалкарский и Иргизский). В основном, здесь отмечаются процессы дефляции, т.к. большая часть этих районов занята полупустынями и пустынями с неустойчивой экосистемой, которая легко разрушается под воздействием чрезмерного выпаса скота, вырубке древесных насаждений, а также песчаных бурь в летний период. Песчаные массивы на территории этих районов (Кокжиде, Большие и Малые Барсуки и др.) состоят, в основном, из крупных и средних частиц песка. При сильных ветрах эти пески становятся источником песчаных бурь, которые могут вли-

ять на распространенность болезней органов дыхания. Однако, на юге области распространенность легочных заболеваний ниже среднеобластного и среднерайонного показателя. Так, в Байганинском районе этот показатель ниже среднеобластного показателя в 3,8 раза, Иргизском – 1,3 раза, Шалкарском – 1,2 раза. Такое положение можно связать с тем, что песчаные бури представляют опасность для здоровья людей при содержании частиц размером менее 5 мкм, которые способны проникать в лимфатические узлы человека и задерживаться в альвеолах легких.

Результаты исследований соле-пылепереносов из района Аральского моря на территорию южных районов показали что опустыниванию в результате этих переносов подвергаются в меньшей мере Байганинский и Шалкарский районы, в большей – Иргизский район [5, 6]. В последние годы отмечается тенденция снижения числа солевых и песчаных бурь на территории этих районов, в связи с наблюдаемой закономерностью снижения скоростей ветра на территории Северной Евразии в последние годы [3].

Слабая степень опустынивания в южных районах подтверждается коэффициентом общей смертности населения ниже среднеобластного и средне-республиканского показателей. По заболеваемости наиболее неблагоприятное положение в этих районах сложилось с болезнями крови и кроветворных органов, а именно железодефицитной анемии. В первую очередь, это связано с дефицитом в питьевой воде железа, селена, йода, а также недостатком в рационе питания овощей и фруктов

На базе оценки земельного фонда Актюбинской области, изменения климата, анализа индикаторов и факторов опустынивания, экологической ситуации, медико-демографических и социально-экономических показателей в рамках данного исследования были определены ключевые целевые показатели, наиболее существенно характеризующие процесс опустынивания в области. Целевое планирование тесно связано с задачами перехода Казахстана к устойчивому развитию. При этом важную роль играют региональные целевые показатели качества окружающей среды, которые несут в себе информацию о состоянии и динамике компонентов окружающей среды и оценивают антропогенное воздействие на них, а также предполагают связи со здоровьем населения. Меры, направленные для достижения этих целей, сведут к минимуму антропогенное воздействие на свойства окружающей среды, тем самым, снижая риски для благосостояния и здоровья населения.

Для исследуемого региона были определены следующие целевые показатели по снижению негативного воздействия процессов опустынивания:

- увеличение площади земель сельскохозяйственного назначения путем вовлечения в оборот залежных бросовых земель и увеличения площади орошаемых сельскохозяйственных угодий за счет искусственных водоемов;

- снижение засоленности почв путем проведения гидромелиоративных работ;

- снижение дегумификации почв путем восстановления плодородия через внедрение почво- и водосберегающих технологий, внесения минеральных удобрений;

- снижение дефляции почв в пустынных и полупустынных зонах путем высадки кустарниковой растительности;

- снижение деградированных пастбищных земель путем рассредоточения выпаса скота по территории, возобновления отгона скота на летние и зимние пастбища, фитомелиорации растений-фитомелиорантов из дикой природы;

- повышение урожайности сельскохозяйственных культур до средне-республиканских значений путем введения новых технологий обработки почвы и новых засухоустойчивых сортов;

- сохранение ресурсов поверхностных и подземных вод путем строительства очистных сооружений на промышленных предприятиях и использования возвратных вод для промышленных нужд;

- увеличение площади земель особо охраняемых природных территорий, оздоровительного и рекреационного назначения с 2,5 % от всего земельного фонда области (765,0 тыс. га) до 3 %;

- сохранение биоразнообразия путем увеличения численности диких животных и птиц, особенно поголовья сайги, которое с 70-х годов сократилось с 250 до 24...26 тыс. голов;

- увеличение затрат на охрану окружающей среды из государственного бюджета, из средств природопользователей и других источников с нынешних 1,1 до 2 %;

- усовершенствование системы мониторинга окружающей среды, в т.ч. и экологического, за счет восстановления метеорологической сети наблюдения до уровня 1986 г. (27 МС), а также усиление независимого контроля (не промышленными предприятиями) за состоянием компонентов окружающей среды: воздуха, воды и почвы;

- снижение числа суток с пыльной бурей за счет закрепления движущих песков древесно-кустарниковой растительностью;
- снижение удельного валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на единицу произведенной продукции с 0,28 до 0,20 т/млн. тенге;
- снижение комплексного индекса загрязнения атмосферы ИЗА<sub>3</sub> г. Актюбе с 8,5...9,7 до среднереспубликанского показателя 5,5...6,0 усл. ед. путем снижения концентрации диоксида азота и формальдегида в атмосфере до уровня ПДК;
- снижение индекса загрязнения воды в р. Илек с 4,9 до 4,2 усл. ед. путем снижения среднегодовой концентрации шестивалентного хрома и брома на 15...30 %;
- снижение объемов сбросов в водные источники от промышленных предприятий и нефте- и газоконцентрации на единицу произведенной продукции с 0,18 до 0,12 т/млн. тенге;
- снижение общего объема токсичных отходов на промышленных предприятиях на единицу произведенной продукции с 26,76 до 19,11 т/млн. тенге;
- снижение максимально разовых концентраций кадмия (6 ПДК), свинца (7 ПДК) и меди (10 ПДК) на территории Актюбинского завода хромовых соединений и Актюбинского завода ферросплавов до уровня ПДК, а также среднесуточных концентраций меди (4 ПДК), никеля (5 ПДК), сероводорода (2 ПДК) в почве в районе нефтяных месторождений до уровня ПДК;
- увеличение доли населения, имеющего доступ к чистой питьевой воде, с 76 до 80 %;
- снижение количества людей, подвергающихся неблагоприятному воздействию процессов опустынивания путем восстановления природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных угодий, развития инфраструктуры (водоснабжение, газификация и др.), создания рабочих мест;
- снижение рисков для здоровья людей в результате негативного воздействия процессов опустынивания путем разработки различных медико-социальных программ по профилактике различных заболеваний и оздоровлению населения, доступа населения к квалифицированной медицинской помощи, переселения людей в более благоприятные с экологической и экономической точки зрения районы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Актюбинской области Казахской ССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 155 с.
2. Ахмадиева Ж.К., Гройсман П.Я. Общая оценка изменения климата Казахстана после 1990 года. // Гидрометеорология и экология. – 2008. – № 2-3. С. 46-54.
3. Мещерская А.В. Многолетние изменения в XX веке метеорологического режима в основной зернопроизводящей зоне СНГ // Научная конференция по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государствах-участниках СНГ, посвященной 10-летию образования Межгосударственного совета по гидрометеорологии: Тезисы докладов. – СПб, 2002. – С. 100-102.
4. Республика Казахстан. / Окружающая среда и экология. // Под ред. Н.А. Искакова, А.Р. Медеу, Т. 3 – Алматы: 2006. – 518 с.
5. Семенов О. Е. Об оценке масштабов выноса массы Аральского аэрозоля // Гидрометеорология и экология. – 1995. – № 1. – С. 117-130.
6. Семенов О.Е., Бултеков Н.У., Шапов А.П. Оценка состава песков песчаных массивов Актюбинской области. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №3. – С. 100-109.

Поступила 26.06.2012

Ж.К. Ахмадиева

### **ҚУАҢШЫЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫНА/АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ ЖЕРЛЕРДІҢ ҚҰЛДЫРАУЫ**

*Мақалада қуаңшылық процестеріне баға берілген/соңғы 20 жылдағы Ақтөбе облысы аумағындағы табиғи және антропогенді факторлармен негізделген жерлердің құлдырауы. Осы бағалаудың негізінде елді мекеннің жағдайы мен ден саулығына кері әсер етуді төмендететін нақты көрсеткіштер өңделген.*

УДК 528.8(075.8)

Канд. техн. наук      Н.Р. Муратова \*  
Канд. геогр. наук     С.М. Северская \*  
Канд. с.-хоз. наук    Н.Э. Бекмухамедов \*

**ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПРОЕКТИВНОГО  
ПОКРЫТИЯ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОБРАЗЫ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ ПАСТБИЩ**

*СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПОЧЕРКИ, ТЕСТОВЫЕ УЧАСТКИ, ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ-ОПП, КОЭФФИЦИЕНТ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЯРКОСТИ.*

*В работе собран материал для дальнейших исследований растительности пустынных и сухостепных пастбищ Казахстана. Получены оригинальные спектральные почерки растительности при различном проективном покрытии почв. Данные по проективному покрытию почв и величине зеленой биомассы положены в основу анализа спутниковых данных различного пространственного разрешения.*

Современные геоинформационные системы сбора и обработки космических снимков растительных покровов суши используют спектральные портреты наземных измерений. Наземные спектрометрические обследования желательнее проводить синхронно с визуальными наблюдениями и космической съёмкой. Перед началом спектрометрирования проводится метрологический контроль аппаратуры, а также ее тарировка. Для проведения полевых спектрометрических измерений в наших работах использовался портативный спектрорадиометр модели FieldSpec®HandHeld (HH), UV/VNIR компании Analytical Spectral Devices (Colorado, USA). Данный прибор позволяет получать спектры отражения солнечного света от наблюдаемой площадки в области длин волн видимого и ближнего инфракрасного (UV/VNIR) спектра 325...1075 нм.

Полевые работы на полигоне «Шетский» (Карагандинская область, Шетский район) в 2011 г. проводились с 16 по 22 июня. Были обследованы тестовые участки с полынно-типчаковой, луговой, типчаково-ковыльной и

---

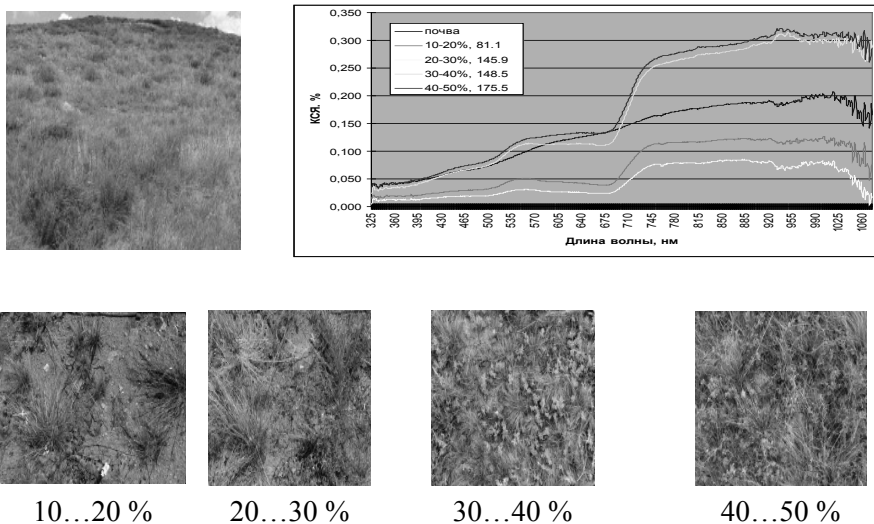
\* Институт космических исследований, г. Алматы



кустарниковой растительностью пастбищ на различных по типу и механическому составу почвах. Основное внимание в процессе полевых исследований уделялось спектральным особенностям пастбищ с различным проективным покрытием почвы растениями. Все наблюдения и измерения внесены в базу данных.

Степные дерновиннозлаковые пастбища на светло-каштановых мало-развитых и щебнистых почвах описаны на примере низкогорий Алабуга и Котыртас. Водораздельные поверхности с мягкими выположенными формами рельефа заняты типчаково-ковыльной растительностью, общее проективное покрытие (ОПП) 40 %, средняя высота растений – 40 см.

На сопках с выходами коренных пород, крутыми слабо задернованными склонами с плащом щебнистого материала развита злаково-кустарниковая растительность, в которой доминируют спирея (30 %), ковыли (20 %) и типчак (20 %), разнотравье составляет до 10 %, ОПП 40 %, средняя высота растений – 30...40 см. Величина зеленой биомассы при разном ОПП составляет от 80 до 180 г/м<sup>2</sup> (рис. 1).



*Рис. 1. Общий вид и спектральные образы злаково-кустарниковой растительности на светло-каштановых каменисто-щебнистых почвах с различным ОПП.*

Следующий тестовый участок был выбран в межгорной долине с разнотравно-злаковой растительностью на горно-луговых почвах среди останцов гранитного массива Тесиктас. Доминантами растительного покрова являются злаки (тимopheевка, овсяницы, осоки по западинам, житняк и др.), в разнотравье преобладают непоедаемые растения (лигулярия, солодка, герань, ирисы), что свидетельствует о перевыпасе на данном участке пастбищ. Для луговой

растительности с высоким ОПП влияние почв на спектральном почерке не сказывается (рис. 2.). Ход кривых коэффициента спектральной яркости (КСЯ) обусловлен величиной зеленой биомассы.

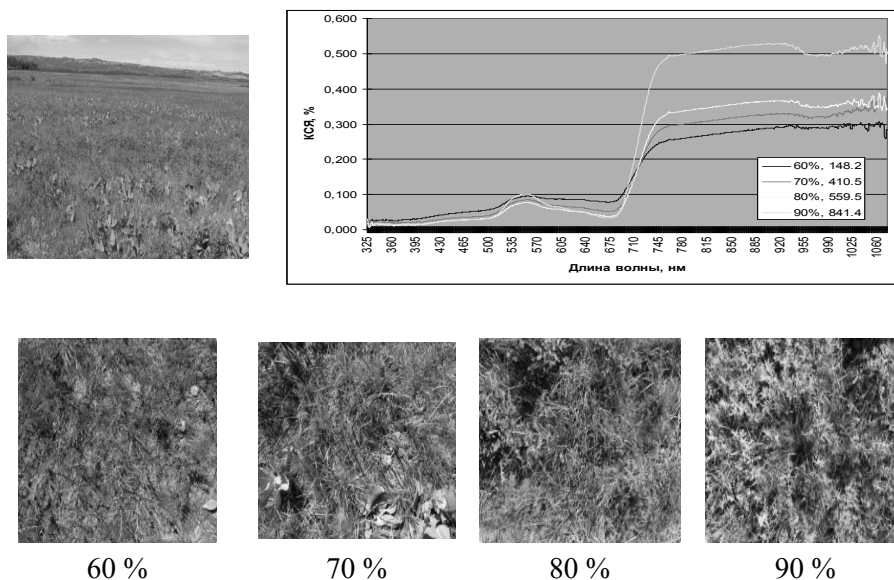


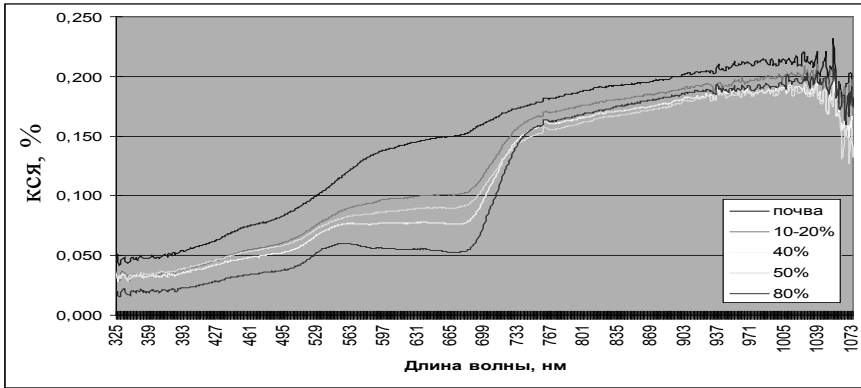
Рис. 2. Общий вид и спектральные образы разнотравно-злаковой растительности на горно-луговых почвах.

Исследование спектральных почерков однотипной растительности с различным проективным покрытием показало их зависимость не только от величины зеленой биомассы, но и от спектральных особенностей почвы. Почвенный покров тестовых участков представлен темно-каштановыми, каштановыми, светло-каштановыми (в сочетании с каменисто-щебнистыми отложениями и выходами коренных пород) и луговыми почвами часто солонцеватыми, различного механического состава. В зависимости от особенностей почвенного покрова при сходном растительном покрове и ОПП наблюдаются различия в коэффициенте спектральной яркости (КСЯ) (рис. 3).

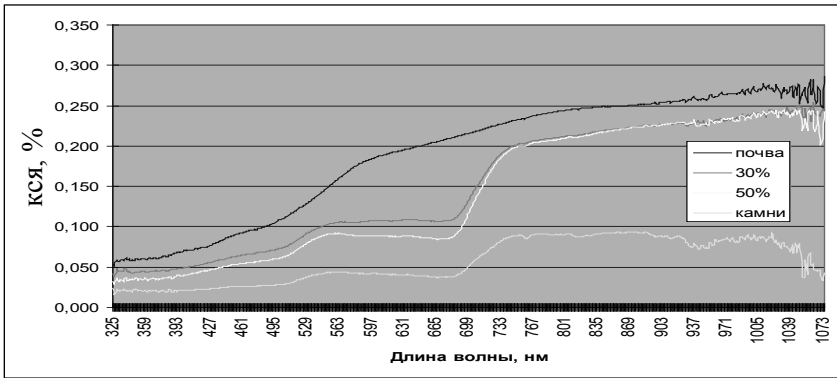
Влияние почвенного покрова на спектральные почерки заметно на площадках с ОПП 50 % и проявляется в увеличении яркости в БИК-диапазоне на участке с каменистыми (темные граниты и щебень кварца) почвами, тогда как в сине-зеленой части спектра значения КСЯ почти одинаковы.

В базу данных спектральных почерков растительности пастбищ сухостепной зоны вошли кривые КСЯ, построенные по средним значениям для контура тестового участка. Таких почерков более 80, среди которых спек-

тральные образы наиболее распространенных типов пастбищ при различном проективном покрытии (рис. 4 – 6).



А



Б

Рис. 3. Спектральные почерки злаково-полынной растительности.  
А – на лугово-каштановых слабо солонцеватых почвах;  
Б – на светло-каштановых каменисто-щебнистых почвах.

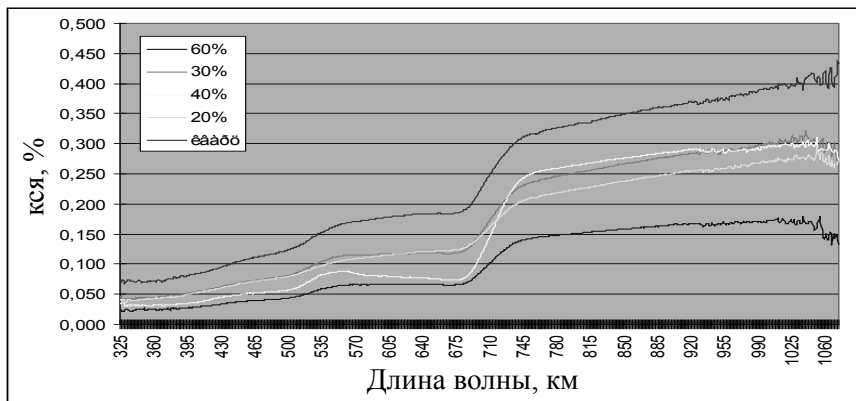


Рис. 4. КСЯ полынно-типчаковой растительности.



Рис. 5. КСЯ злаково-разнотравной растительности на луговых почвах.

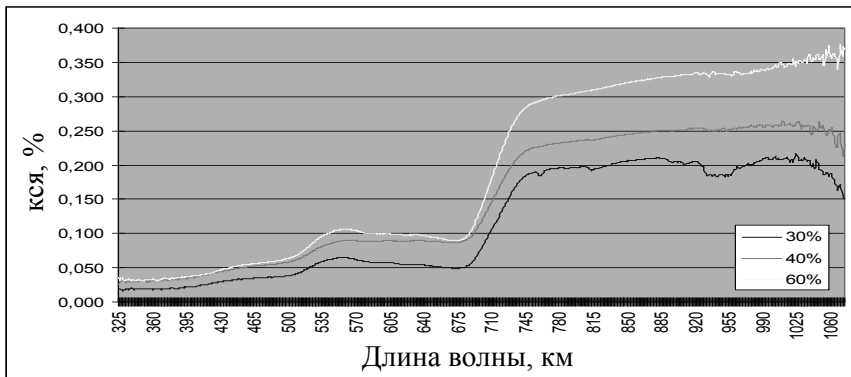


Рис. 6. КСЯ ковыльно-кустарниковой растительности.

На ходе КСЯ ковыльно-кустарниковой растительности сказывается не только проективное покрытие, но и наличие на поверхности почвы большого количества сухой прошлогодней травы.

Спектральные почерки полынно-кустарниковой растительности при одинаковом ОПП 60 %, но с разными кустарниками, показывают различия спектрального отражения спиреи и караганы (рис. 7).

Различия в ходе кривых КСЯ в сине-зеленой части спектра для полынной, типчаковой и чиевой растительности обусловлены не только видовым составом травостоя, но и характером почвенного покрова: типчаковая растительность произрастает на защелбненных кварцем почвах; чиевая – на солончаковатых почвах с пятнами солей (рис. 8).

В результате проведенных подспутниковых исследований в 2011 г. получены оригинальные спектральные образы наиболее распространенных типов растительного покрова пастбищ с различным проективным покрытием и

разной биомассой. На полигоне «Шетский» – это ковыльные, типчаковые, типчаково-ковыльные, полынно-злаковые и полынные пастбища на темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых почвах различного механического состава на склонах и межсочных равнинах мелкосопочника, кустарниковые пастбища на равнинах и в горах, луговая и горно-луговая растительность по долинам рек, чиевая – на засоленных почвах по долинам. Величины общего проективного покрытия и зеленой биомассы, полученные в результате наземных измерений, приведены в табл.

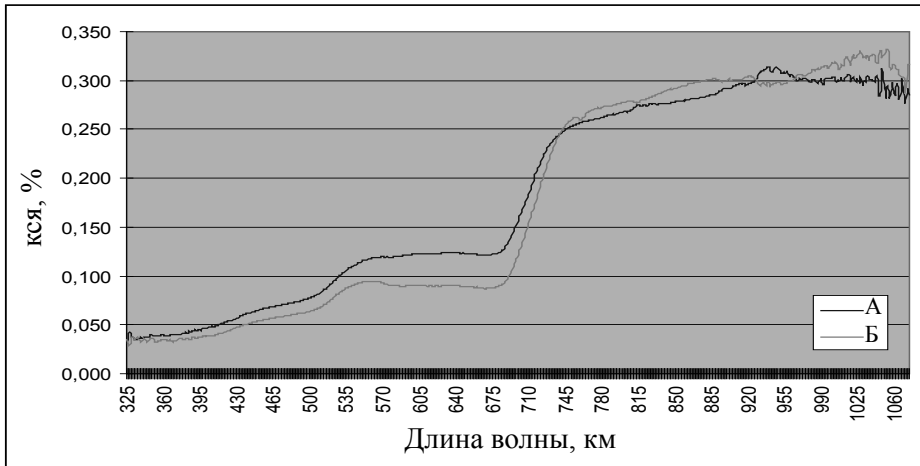


Рис. 7. КСЯ полынно-степной (А) и полынно-караганной (Б) растительности.

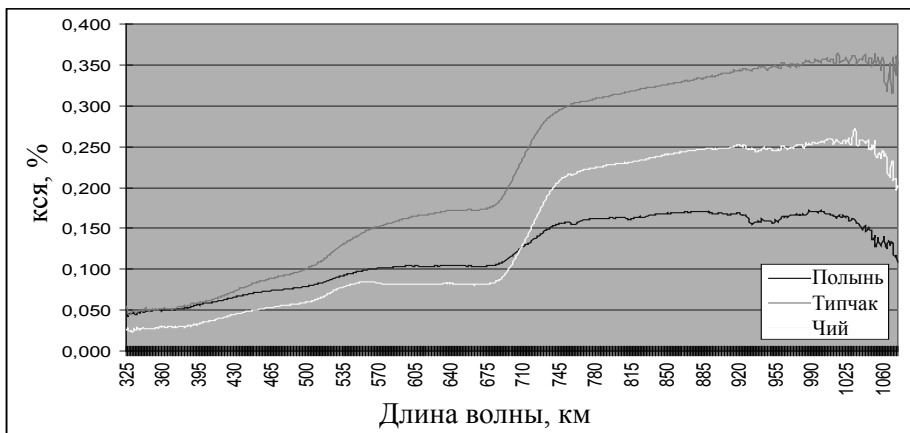


Рис. 8. КСЯ полынной, типчаковой и чиевой растительности.

Таблица

Величины общего проективного покрытия и зеленой биомассы,  
полученные в результате наземных измерений

Описание почвенно-растительного покрова	ОПП, %	Величина биомассы, г/м <sup>2</sup>
Полынно-типчаковая степь на щебнистых почвах	10...20	79,8
	20...30	112
	30...40	149,6
	50...60	160,3
Злаковый луг на горно-луговых почвах	70...80	272,2
	80...90	586
Полынно-типчаково-ковыльная степь с выходом гранитов	10...20	67,2
	20...30	68,9
	30...40	93,9
Полынно-ковыльно-кустарниковая на щебнистых почвах	20...30	107,2
	40...50	171,8
	50...60	221,5
	60...70	437,1
Ковыльно-кустарниковая растительность мелкосопочника	10...20	81,1
	20...30	145,9
	30...40	148,5
	40...50	175,8
Полынно-разнотравный луг на горно-луговых почвах	20...30	69,4
	40...50	134,8
	60...70	254,7
Полынная на каштановых солонцеватых почвах	20...30	69,8
	30...40	112,2
Типчаковая степь на гранитах (много кварца)	10...20	21,5
	20...30	56,3
	30...40	145,7
	20...30	59,9

Таким образом, в ходе полевых работ собран материал для дальнейших исследований растительности пустынных и сухостепных пастбищ. Получены оригинальные спектральные почерки растительности при различном проективном покрытии почв. Данные по проективному покрытию почв и величине зеленой биомассы положены в основу анализа спутниковых данных различного пространственного разрешения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РИС У.Г. Основы дистанционного зондирования / Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.

Поступила 6.06 2012 г.

Техн. ғылымд. канд. Н.Р. Муратова  
Геогр. ғылымд. канд. С.М. Северская  
А-шар. ғылымд. канд. Н.Э. Бекмухамедов

## **ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫ МЕН ЖОБАЛЫ ЖАБЫНУДЫҢ ТАБИҒИ ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ СПЕКТРЛІ БЕЙНЕЛЕРІНЕ ӘСЕРІ**

*Зерттеулер нәтижесінде Қазақстанның шөлді және құрғақ шөлді жайылымдарының өсімдік жамылғысын алдағы зерттеулер үшін материал жинақталды. Топырақ жамылғысын әр түрлі жобалы жабынудың нәтижесінде өсімдік жамылғысының нұсқалы негізгі спектрлі жазбалары алынды. Топырақ жамылғысының жобалы жабынуының және өсімдік жамылғысының көлемі туралы мәліметтер әр түрлі кеңістіктік спутниктік мәліметтерінің негізіне енгізілді.*

УДК 630:551.5.517.11

Канд. геогр. наук С.С. Байшолоанов\*

Д.К. Байбазаров \*

**АДАПТАЦИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ А.Н. ПОЛЕВОГО ДЛЯ ПРОГНОЗА УРОЖАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ  
КАЗАХСТАНА**

*УРОЖАЙНОСТЬ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, АДАПТАЦИЯ, ПРОГНОЗ,  
СРЕДНЕМНОГОЛЕТНИЕ ДАННЫЕ, АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ  
УСЛОВИЯ*

*В статье рассматривается вопрос среднесрочного прогнозирования урожайности зерновых культур, который занимает одно из центральных мест в агропродовольственной политике страны и программах развития сельскохозяйственных предприятий. Даны методологические рекомендации по прогнозированию аграрного производства на региональном уровне.*

Одной из основных задач, решаемых в департаменте агрометеорологии РГП «Казгидромет», в целях обслуживания сельского хозяйства республики, является анализ текущих агрометеорологических условий и прогноз урожайности сельскохозяйственных культур. Однако данная задача усложняется тем, что большинство используемых методов агрометеорологических прогнозов и оценок морально устарели, не охватывают некоторые виды сельскохозяйственных культур и мероприятий в сельскохозяйственном производстве. Проблемы агрометеорологии в Казахстане и пути ее решения были обозначены в работе [1]. Соответственно возникла необходимость в усовершенствовании имеющихся методик и адаптации современных моделей и прогностических технологий ведущих стран мира для условий Казахстана.

Сегодня в ведущих странах мира для прогноза урожайности сельскохозяйственных культур успешно используются некоторые расчетные модели. Например, модель DSSAT Геррита Хугенбума (США) – Система поддержки принятия решений для передачи агротехнологий. Она представляет собой комплект программного обеспечения, включающий данные о почве, фено-

---

\* Казгидромет, г. Алматы



типе зерновых культур, погоде и средствах управления, с помощью которых моделируется рост и урожайность зерновых культур. Пакет DSSAT включает более 27 различных культур.

Модель CropSyst (Модель воспроизведения системы земледелия) позволяет имитировать суточный рост различных видов зерновых культур. Она является аналитическим инструментом для изучения влияния систем управления на урожайность сельскохозяйственных культур и окружающую среду.

В странах СНГ широко используется динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур проф. А.Н. Полевого (Украина). Динамическая модель проф. А.Н. Полевого позволяет воспроизвести эффект воздействия агрометеорологических условий на основные показатели фотосинтетической деятельности посевов и реально оценить степень этого воздействия. Модель оценивает агрометеорологические условия произрастания сельскохозяйственных культур и прогнозирует их урожайность.

В качестве теоретической основы при создании модели использовались методологические принципы моделирования условий внешней среды на продуктивность сельскохозяйственных культур. Ключевым моментом является создание базовой длиннопериодной модели продукционного процесса растений. Продукционный процесс растений можно представить как взаимодействие совокупности физиологических процессов, конечным результатом которых является урожай. Формирование урожая рассматривается как развивающийся во времени процесс. В основу моделирования продукционного процесса положено описание «поведения основных физиологических процессов (фотосинтеза, дыхания, роста и распределения ассимилянтов)» в зависимости от складывающихся метеорологических условий. Моделирование продукционного процесса сводится к определению прироста общей биомассы и биомассы отдельных органов растений за определенные интервалы времени [2, 3].

В данной модели используются суточные, осредненные по декадам данные. Также имеются модификации модели по видам входящей информации, например, без входных данных по запасам влаги в почве, без входных данных по продолжительности солнечного сияния, но с входными данными по облачности и т.д.

Модель может быть адаптирована для всех почвенно-климатических зон, где возделываются сельскохозяйственные культуры. Базовую модель можно отрегулировать для большинства сельскохозяйственных культур. На-

пример, на Украине модель реализована для яровой и озимой пшеницы, ярового ячменя, гороха, подсолнечника, кукурузы и сахарной свеклы. Модель в различных модификациях используется в производственной деятельности гидрометеорологических служб Украины, России, Белоруссии, Молдавии.

В Казахстане модель была адаптирована в начале 2010 года в департаменте агрометеорологии РГП «Казгидромет», при поддержке профессора А.Н. Полевого, Байшолановым С.С. и Байбазаровым Д.К. Адаптация проведена для 3-х областей (Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской), на долю которых приходится 76 % от республиканского валового сбора зерновых (по пшенице 83 %) и зернобобовых культур. Территория данных областей охватывает несколько почвенно-климатических зон, поэтому адаптация модели проводилась по административным районам (всего для 45 районов). Она заключалась в приведении вычислительной системы модели в соответствие с почвенно-климатическими и агрономическими нормами, а также нормами по урожайности яровой пшеницы, за период 1999...2009 гг.

Адаптированная версия модели прошла производственные испытания, по результатам которых были введены дополнительные корректировки. В 2010 году оправдываемость прогноза урожайности, составленного по модели для яровой пшеницы, с заблаговременностью 1,5 месяца (на основе фактических данных за первые 4...5 декад вегетации) составила 85 %. При нулевой заблаговременности (на основе заполненных фактическими метеоданными всех декад, от всходов до восковой спелости), расчетные значения урожайности значительно приблизились к фактическим.

В 2011 году средняя по трем областям оправдываемость прогноза составила 80 %.

Базовая модель реализована на языке Visual Fortran и работает с помощью файлового менеджера Total Commander, на платформе Microsoft Windows. В 2011 году программистами РГП «Казгидромет» модель была переписана на языке Borland Builder C++ 5.0.

Структурно модель состоит из пяти блоков:

1. Блок входной агрометеорологической информации;
2. Блок расчета начальных данных и шкалы времени;
3. Блок факторов внешней среды;
4. Биологический блок;
5. Блок расчета ожидаемой урожайности.

Первый блок делится на пять групп:

1. описание района, области;
2. характеристика начального состояния посевов;
3. среднемноголетняя агрометеорологическая информация;
4. текущая агрометеорологическая информация конкретного года;
5. параметры модели.

Для проведения расчетов необходимы следующие средние многолетние декадные агрометеорологические и метеорологические данные (за период вегетации культуры):

- запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы, мм;
- запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм;
- средняя за декаду температура воздуха, °С;
- сумма осадков за декаду, мм;
- средний за декаду дефицит влажности воздуха, мб;
- среднее за декаду число часов солнечного сияния, час;
- среднее за декаду количество облаков (общая и нижняя), баллы.

Остальные параметры модели (агрономические, биологические) были введены при адаптации модели к условиям вышеуказанных районов и областей.

Блок факторов внешней среды (третий) содержит три подблока:

- 3.1 – расчет радиационного и водно-теплового режимов посевов;
- 3.2 – расчет функции влияния температуры и влагообеспеченности посевов на фотосинтез;
- 3.3 – расчет комплекса оценок: условий формирования урожая в периоды выхода в трубку, выход в трубку – колошение, колошение – восковая спелость, потерь урожая за счет засухи, полегания посевов, стекания зерна.

Биологический блок (четвертый) включает пять подблоков:

- 4.1 – расчет онтогенетических кривых фотосинтеза и дыхания;
- 4.2 – расчет фотосинтеза, дыхания и прироста растительной массы;
- 4.3 – расчет ростовых функций периода вегетативного и репродуктивного роста;
- 4.4 – расчет динамики биомассы органов;
- 4.5 – расчет площади листовой поверхности.

Результаты расчетов выдаются в виде таблиц.

Последовательно за каждую декаду расчетного периода выводится семь расчетных таблиц:

Таблица «R.1.» содержит значения абсолютно сухой биомассы (г/м<sup>2</sup>) – листьев (ml), стеблей (ms), корней (mr), колосьев (mp), зерна (mq) по декадам вегетации (dek – номер расчетной декады от всходов; cyt – число дней от всходов). Пример таблицы «R.1.», рассчитанный по яровой пшенице, приведен в табл. 1. Расчет ведется до восковой спелости, соответственно количество декад для условий Казахстана может составить от 8 до 10.

Таблица 1

Таблица «R.1.» Сухая биомасса органов растений, г/м<sup>2</sup> (пример)

dek	cyt	ml	ms	mr	mp	mq
1	8	2,905	0,041	4,064	0	0
2	18	7,717	0,186	5,912	0	0
3	28	23,041	1,364	12,382	0	0
4	38	59,833	21,002	45,147	2,122	0
5	48	79,180	94,431	84,694	26,471	15,6
6	59	73,805	137,613	100,853	118,131	82,692
7	69	67,417	132,068	102,374	145,067	101,547
8	76	67,417	132,068	102,374	145,067	101,547

Таблица «R.2.» содержит значения:

- площади листьев (LL, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>);
- средней за декаду суточной суммы суммарной солнечной радиации (q, кал/см<sup>2</sup> сутки);
- средней за декаду эффективной температуры (ts1, °C);
- суммы эффективных температур нарастающим итогом (ts2, °C);
- средней за декаду интенсивности фотосинтеза при оптимальных условиях тепло- и влагообеспеченности (f0l, мг CO<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup> час);
- средней за декаду интенсивности фотосинтеза в реальных условиях среды (ftl, мг CO<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup> час);
- прироста за декаду абсолютно сухой растительной массы всего посева (DM, г/м<sup>2</sup> декада).

Таблица «R.3.» содержит характеристики влагообеспеченности и функции влияния факторов среды на фотосинтез:

- суммарное испарение (eakt, мм);
- испаряемость (epot, мм), их отношения (otwlag);
- величину ГТК (ГТК, отн.ед.);
- обобщенную функцию влияния влагообеспеченности на фотосинтез (obob. funkz. vl. wlagi, отн. ед.);

- первую обобщенную функцию влияния термического режима и влагообеспеченности на фотосинтез (Ftw1, отн. ед.);
- вторую обобщенную функцию влияния термического режима и влагообеспеченности на фотосинтез с учетом коррекции на уровень температуры воздуха (Ftw2, отн. ед.).

Таблица «R.4.» содержит:

- значения средней за декаду температуры воздуха ( $t_s$ , °C);
- значения нижней (TOP1, °C) и верхней (TOP2, °C) границ оптимальных для фотосинтеза температур;
- оценку влияния температуры на фотосинтез ( $ksifl$ , отн. ед.);
- вычисленные значения запасов влаги в метровом слое почвы ( $W_0$ , мм);
- значения верхней ( $W_{opv}$ , мм) и нижней ( $W_{opn}$ , мм) границ оптимальной для фотосинтеза влажности почвы;
- оценку влияния влажности почвы на фотосинтез, вычисленную на основе рассчитанных значений влагозапасов ( $qamf$ , отн. ед) и фактических влагозапасов ( $qamf_1$ , отн. ед).

Таблица «R.5.» содержит сведения об оценке влияния агрометеорологических условий различных периодов вегетации, а также экстремальных факторов на формирование урожая:

- оценку влияния условий периода выхода в трубку на формирование числа зерен (символ печати – «form. chisl. zeren», отн. ед.);
- оценку по длительности периодов выход в трубку – колошение («vixod trubk – kolos», отн. ед.) и колошение – восковая спелость («kolos – vosk. spel.», отн. ед.);
- оценку влияния условий увлажнения по ГТК за периоды выход в трубку – колошение («ozenka GTK trubk.– kolos», отн. ед.) и колошение – восковая спелость («ozenka GTK kolos – vsk. sp.», отн. ед.);
- оценку влагообеспеченности посевов («wлагоobespechennost», отн. ед.), оценку возникновения и влияния засухи («zasuxa», отн. ед.);
- оценку полегания посевов («poleganie posev», отн. ед.) и стекания зерна («stekanie zerna», отн. ед.).

Таблица «R.6.» содержит итоговую оценку агрометеорологических условий формирования урожая и прогноз урожайности:

- итоговую оценку условий формирования урожайности в период от возобновления вегетации до выхода в трубку («v.v. – tr.», отн. ед.), от вы-

- хода в трубку до колошения («tr. – kol.», отн. ед.), от колошения до восковой спелости («kol. – v.sp.», отн. ед.);
- итоговую ожидаемую оценку условий формирования урожайности в период от возобновления вегетации до восковой спелости («Itofovaj», отн. ед.);
  - рассчитанную без учета указанных выше комплексных оценок урожайность (Уг0, ц/га);
  - прогнозируемые значения урожайности с учетом комплексных оценок агрометеорологических условий периода вегетативного роста (Уг13а, ц/га);
  - прогнозируемые значения урожайности с учетом комплексных оценок влияния неблагоприятных условий периода репродуктивного роста (Уг14а, ц/га);
  - прогнозируемое значение урожайности зерна с учетом итоговой комплексной оценки условий формирования урожая за полный период вегетации (Уг15b, ц/га).

Таблица «R.7.» содержит сводные данные об оценке условий формирования урожая по периодам вегетации и прогнозируемых значений урожайности. Пример таблицы «R.7.» приведен в табл. 2, где ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова.

Таблица 2

Таблица «R.7.» Сводные данные по оценке агрометеорологических условий и прогнозу урожайности (пример)

№	Показатель	Значение
1	Оценка формирования числа зерен	0,959
2	Оценка длительности периода «выход в трубку-колошение»	0,926
3	ГТК2 периода «выход в трубку – колошение»	0,589
4	Оценка условий по ГТК2 периода «выход в трубку-колошение»	0,800
5	Оценка по длительности периода «колошение – восковая спелость»	0,941
6	ГТК3 периода «колошение – восковая спелость»	0,808
7	Оценка условий по ГТК3 периода «колошение – восковая спелость»	0,900
8	Оценка потерь за счет засухи и суховеев	0,775
9	Оценка потерь за счет полегания	1,000
10	Оценка потерь за счет стекания зерна	1,000

№	Показатель	Значение
11	Оценка периода «всходы – колошение»	0,929
12	Оценка периода «колошение – восковая спелость»	0,774
13	Итоговая оценка «всего периода вегетации»	0,851
14	Оценка условий текущей декады по сравнению со средним многолетним условием (с нормой)	75,654
15	Итоговая оценка всех текущих декад по сравнению со средними многолетними условиями	82,082
<b>ПРОГНОЗ УРОЖАЙНОСТИ</b>		
16	УРОЖАЙ при 14 % влажности зерна с учетом оценки по сравнению с оптимальными условиями, ц/га	11,545
17	УРОЖАЙ по тренду, ц/га	15,325
18	УРОЖАЙ по тренду с учетом оценки по сравнению со средними многолетними условиями, ц/га	12,583

В регионах с дефицитом влаги (или другого лимитирующего фактора) используется прогнозное значение под №18, а в регионах с условиями близкими к оптимальным – прогнозное значение под №16.

Данную адаптированную модель можно использовать не только для оценки и прогноза текущего состояния (в оперативной деятельности), но и для оценки влияния изменения климата на зернопроизводство республики, а именно для прогноза агроклиматических условий формирования продуктивности яровой пшеницы и прогноза ее урожайности в условиях будущего измененного климата.

Относительно слабым моментом данной модели является то, что в расчетной схеме урожайности слабо представлена технология возделывания культуры. Она учитывается только косвенно, а именно, модель базируется на осредненной за последние 10 лет технологии возделывания пшеницы. Но это обстоятельство не занижает достоинство модели. Модель рассчитывает ожидаемую урожайность культуры в будущем климате при условии сохранения технологии возделывания на современном уровне. Это дает возможность оценить успешность существующей технологии возделывания в условиях будущего климата. Надо отметить, что при коренном изменении технологии возделывания культуры в модель необходимо вводить соответствующие корректировки (повторная адаптация).

Применение модели в краткосрочном и долгосрочном прогнозировании отличается. Если при прогнозировании урожайности на текущий год используется прогнозное значение под №18, то при прогнозировании на десятилетия

вперед надо ориентироваться на значение под №16 (табл. 2), так как средние многолетние условия (нормы) могут меняться в последующем климатическом периоде. При этом урожайность №16 необходимо рассчитывать по современным и будущим климатическим нормам и сопоставлять их, т.е. показателем является не само значение урожайности, а величина ее изменения, обусловленная только климатическими факторами.

Также ценным в модели является оценка благоприятности климатических условий вегетационного периода для формирования продуктивности яровой пшеницы (показатели таблицы «R.7»). Особенно информативными являются оценочные характеристики под № 4, 8, 11, 12, 13. Оценка осуществляется сравнением значений этих показателей, рассчитанных по современным и ожидаемым климатическим нормам.

С помощью модели также можно решить некоторые агротехнические задачи. Например, можно определить необходимость передвижки сроков сева в условиях будущего климата. Начиная расчеты на декаду раньше или позже можно оценить передвижение сроков сева и выбрать оптимальные.

Модель А.Н. Полевого была использована при составлении Второго национального сообщения по изменению климата (2007...2008 гг.). Тогда адаптация модели была проведена по области в целом, что дало слишком обобщенную картину. При этом возможно, прогнозировалось само значение урожайности, а не ее изменение. Также не использовались возможности модели по оценке агроклиматических условий в период роста и развития яровой пшеницы.

Преимуществом вышеприведенного подхода является то, что он снимает погрешность, связанную с различием уровня культуры земледелия, что и является основным и важным аспектом в определении влияния изменения климата на зернопроизводство республике.

Для проведения расчетов по модели нужно вводить следующие параметры, рассчитанные по современным и будущим (ожидаемым) климатическим нормам:

1. средняя за декаду температура воздуха, °С;
2. сумма осадков за декаду, мм;
3. средний за декаду дефицит влажности воздуха, гПа.
4. запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы, мм;
5. запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм;



При этом данные заносятся индивидуально по каждому административному району 3-х северных областей, по существующим метеорологическим станциям.

Значения первых 3 параметров для будущего климата прогнозируются на основе существующих моделей и сценариев изменения климата. Прогнозировать запасы продуктивной влаги в почве (4 и 5 параметры) пока не является возможным.

Данную проблему можно решить 2-я способами:

1) для условий современного и будущего климата в модель вводятся одни и те же данные, т.е. современные нормы запасов влаги в почве;

2) на основе многолетних статистических данных запасов влаги в почве, температуры и влажности воздуха и количества осадков по административным районам 3-х северных областей можно получить регрессионные уравнения, описывающие зависимость средних декадных значений запасов влаги от метеоданных. Регрессионные уравнения необходимо получить отдельно для различных типов почвы, за декады вегетационного периода яровой пшеницы (3 декада мая – 3 декада августа). При расчетах по модели, как для современных, так и для будущих ожидаемых климатических условий, в модель необходимо вводить рассчитанные по регрессионным уравнениям значения запасов влаги в почве (согласно соответствующим климатическим нормам температуры и осадков).

При получении достоверных регрессионных уравнений, соответственно по коэффициенту корреляции, по критериям Стьюдента и Фишера, необходимо выбрать второй способ.

Таким образом, адаптированную для 3-х зерновых областей Казахстана динамическую модель проф. А.Н. Полевого, с уверенностью можно использовать в оперативной деятельности РГП «Казгидромет», а также для исследования влияния изменения климата на сельское хозяйство республики. Остается добавить, что модель необходимо адаптировать и для других областей республики, а также при изменении технологии земледелия надо повторно провести её адаптацию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байшоланов С.С. О проблемах агрометеорологического прогнозирования в Казахстане // Вестник КазГУ, Серия географическая. Вып. 1(11). 2001. – С. 32-37.

2. Полевой А.Н., Русакова Т.И и др. Прикладная динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур. // Гидрометеорологическое обеспечение агропромышленного комплекса страны (Сб. докладов). – Л.: Гидрометеоздат. – 1991. – С. 15-31.
3. Полевой А.Н. Методические указания по составлению прогнозов среднеобластной урожайности сельскохозяйственных культур на основе динамико-статистических моделей продуктивности (озимая пшеница, яровой ячмень, горох, подсолнечник, кукуруза и сахарная свекла). – Одесса, ОГМИ. – 1998. – 35 с.

Поступила 16.08.2012

Геогр. ғылымд. канд. С.С. Байшоланов  
Д.К. Байбазаров

**А.Н. ПОЛЕВОЙДЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚАЗАҚСТАН  
ЖАҒДАЙЫНА БЕЙІМДЕП, АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ DAҚЫЛДАРЫ  
ӨНІМДІЛІГІН БОЛЖАУ ҮШІН ҚОЛДАНУ**

*Бұл мақалада мемлекеттік агротағамдық саясаттың және ауылшаруашылық өнеркәсіптерінің даму бағдарламаларының маңызды мәселесі болып табылатын дәнді дақылдар өнімділігінің орта мерзімдік болжау сұрақты қарастырылған. А.Н.Полевой моделін аймақтық деңгейде қолдану әдістемесі негіздері берілген.*

УДК 556.166/167

Канд. геогр. наук А.Г. Чигринец \*  
Канд. геогр. наук Л.П. Мазур \*  
А.Р. Загидуллина \*

### МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ Р. КИШИ АЛМАТЫ И ЕЁ ПРИТОКОВ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ

*МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ, ДОЖДЕВОЙ ПАВОДОК, МАКСИМАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ПОЛОВОДЬЯ, РЕДУКЦИОННАЯ ФОРМУЛА, ФОРМУЛА ПРЕДЕЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СТОКА, КОЭФФИЦИЕНТ ШЕРОХОВАТОСТИ, ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ, РАСЧЕТНАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, МАКСИМАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ВЫСОКИХ ВОД*

*Исследованы условия формирования максимального стока реки Киши Алматы (Малая Алматинка) и её притоков в нижнем течении, от нижней границы г. Алматы до устьевой части. Впервые обобщены все имеющиеся материалы наблюдений за максимальными расходами по этой территории. Для 12 створов в местах предполагаемого интенсивного освоения территории под города-спутники, при отсутствии данных наблюдений определены максимальные расходы воды различной обеспеченности и соответствующие им опасные уровни воды. Приведены некоторые рекомендации по расчету максимальных расходов воды при отсутствии данных наблюдений.*

Рассматриваемый район расположен в предгорно-равнинной зоне северного склона Илейского Алатау, в пределах высот 660...496 м БС.

Он ограничен координатами: с севера – 43°49' с.ш., с юга – 43°24' с.ш., с запада – 76°58' в.д., с востока – 77°08' в.д. и вытянут вдоль автотрассы Алматы – Капшагай, от северной границы г. Алматы до южного побережья водохранилища Капшагай.

Река Киши Алматы (Малая Алматинка) свое начало берет на высоте 3200 м с группы ледников, наиболее крупным из которых, является ледник

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Туюксу. Река по длине принимает около 20 притоков, большинство из которых приходится на горную часть.

Основными притоками в пределах района исследования являются: река Котурбулак, левобережная р. Есентай (левая протока р. Киши Алматы), правобережный приток р. Бельбулак, впадающий в русловое водохранилище К-3, левобережная р. Бестерек-карасу (протока р. Есентай), правобережный приток р. Карасу – Байсерке, впадающий в 200 м ниже вдхр. К-1. Ниже руслового водохранилища К-1 в р. Киши Алматы впадает левобережный приток р. Теренкара (в нижнем течении Тесиккоба, Тесик-Коба). Кроме вышеперечисленных притоков, в р. Киши Алматы впадает много мелких ручьев «карасу» и ключей [10]. Гидрографическая схема р. Киши Алматы приведена на рис. 1.

В результате проведенных исследований было установлено, что для рек рассматриваемой территории характерно формирование максимальных расходов воды в основном смешанного происхождения, реже талого и дождевого.

Кроме того установлено, что в ряды наблюдений попадают максимальные расходы редкой повторяемости, а также встречаются расходы, полученные с пониженной точностью. В силу этих особенностей при реконструкции рядов возникают большие трудности подбора аналогов для восстановления пропусков данных наблюдений.

Вследствие сложности условий формирования и расчленения стока воды рек района по источникам питания, а также из-за того, что максимальные расходы воды здесь в основном смешанного происхождения, в основу расчета характеристик максимального стока приняты наибольшие за год расходы воды, независимо от их происхождения [1, 10].

Одним из основных этапов работы было определение статистических параметров максимальных расходов воды по данным фактических наблюдений. Исходными данными для выполнения исследований послужили материалы наблюдений за стоком воды на гидрологических постах РГП «Казгидромет». Принятые в результате расчетов статистические характеристики максимальных расходов воды приведены в табл. 1.

Гидрологических постов в исследуемом районе мало, а в намеченных створах наблюдения за максимальными расходами вообще отсутствуют, поэтому они определены расчетным способом. Размещение расчетных гидрологических створов на реках района исследования приведено на рис. 1.

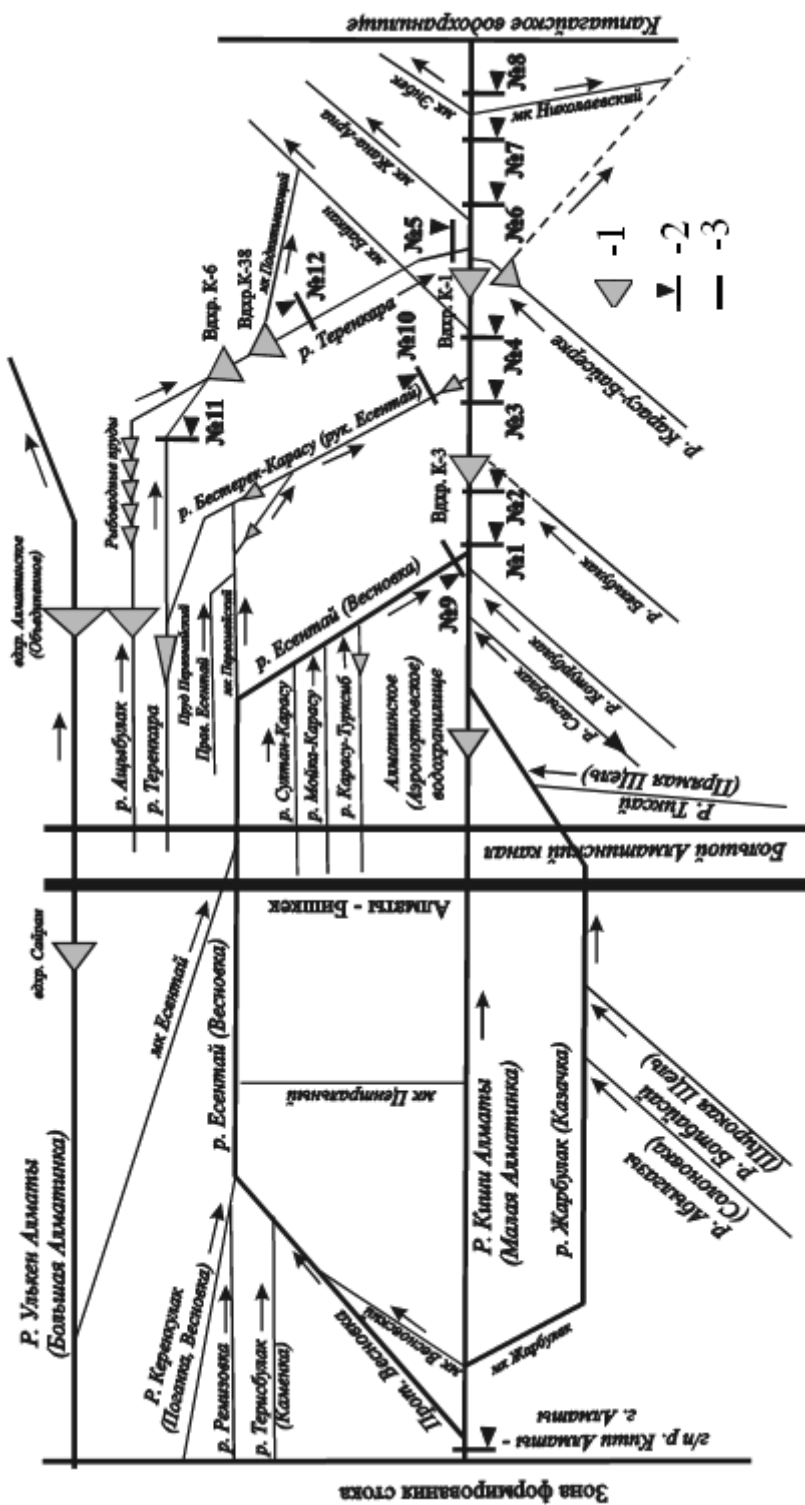


Рис. 1. Схема-ёлочка р. Киши Алматы (Малая Алматинка) с расположением расчетных гидрологических створов. 1 – водохранилища и пруды, 2 – расчетный гидрологический створ, 3 – река или магистральный канал.

Таблица 1

Максимальные расходы воды ( $Q_{0max}$ ) различной обеспеченности рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау (система рек бассейна Киши Алматы)

Река – пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота водосбора, м	Период наблюдений		Средний за период наблюдений, $Q_{max}$ м <sup>3</sup> /с	За многолетний период			Максимальные расходы воды различной обеспеченности, м <sup>3</sup> /с				
				Год	Число лет		$Q_{max}$ м <sup>3</sup> /с	Коэффициент вариации, $C_v$	Коэффициент асимметрии, $C_s$	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %
Рук. Карасу-Байсерке – с. Кызылту, в 4,5 км выше села	44			1965, 1969-1980	13	0,74	0,80	0,46	0,70	1,84	1,59	1,47	1,29	1,09
Рук. Карасу-Байсерке (Карасу-Альмерек) – с. Кызылту	41			1965-1969, 1971, 1973-1976	6	0,60	0,7	0,97	1,8	3,08	2,37	2,04	1,60	1,13
рукав Карасу-Байсерке (Карасу-Байсер) – с. Дмитриевка, в 6 км ниже селения, № 826	22			1965-1966, 1968-1971, 1976-1980	11	3,25	4,0	1,65	3,4	31,6	21,6	16,8	11,0	6,05
Киши Алматы – г. Алматы	106	118	2560	1916-1917, 1927-2005	79	11,7	12,5	0,8	2,4	58,0	41,1	32,5	22,1	14,5
Киши Алматы – с. Покровка, в 5 км выше устья р. Котурбулак	79			1962-1978	17	2,76	2,90	0,64	1,6	9,19	7,39	6,54	5,37	4,16
Киши Алматы – с. Покровка, ниже устья р. Котурбулак	74			1962-1978	17	3,57	3,60	0,72	2,05	13,0	10,1	8,80	6,96	5,16
Киши Алматы – с. Покровка, в 2 км к С от селения	70			1962-1978	17	8,93	9,2	0,46	1,9	24,2	19,7	17,6	14,7	11,9
Киши Алматы – с. Дмитриевка	63			1962-1978	17	11,5	11,5	0,39	2,2	28,0	22,9	20,6	17,2	14,1

Река – пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота водосбора, м	Период наблюдений		Средний за период наблюдений, $\bar{Q}_{\text{max}}$ , м <sup>3</sup> /с	За многолетний период			Максимальные расходы воды различной обеспеченности, м <sup>3</sup> /с				
				Год	Число лет		$\bar{Q}_{\text{max}}$ , м <sup>3</sup> /с	Коэффициент вариации, $C_v$	Коэффициент асимметрии, $C_s$	1 %	3 %	5 %	10 %	20 %
Киши Алматы (устье) – 1 км выше ж.д. моста				1971-1972	2	12,4	(12,4)	-	-	(38,0)	(34,6) – 2%	(28,5)	(24,3)	(18,2) – 25%
Котурбулак (Картабулак), устье	20	82,8	1040	1963, 1965-1972, 1978	10	2,00	2,10	0,61	1,35	6,25	5,12	4,57	3,82	3,02
Есентай (Весновка, Султан-Карасу) – с. Покровка в 1 км к СЗ от селения				1963-1967, 1978	6	4,48	4,5	0,25	0,3	7,36	6,75	6,44	5,97	5,42
Мойка-Карасу, устье	3,0	-	-	1968-1980	12	0,51	0,51	0,56	2C <sub>v</sub>	1,85	1,60	1,31	1,08	0,80
Теренкара (Зап. Теренкара, Теренькара 1) – свх Алма-Ага	24	-	-	1965-1967, 1969-1970, 1972-1979	13	2,66	2,77	0,36	0,40	5,37	4,80	4,52	4,09	3,59
Ащыбулак (руч. Ащыбулак) – с. Карасу	25	-	-	1965-1967, 1974, 1976-1979	8	0,60	0,60	0,39	2C <sub>v</sub>	1,45	1,17	1,07	0,91	0,78
Протока Есентай (Бестерек-Карасу)	6	-	-	1965-1970	6	1,45	1,60	0,58	0,50	4,09	3,53	3,24	2,82	2,35

Для определения максимальных расходов воды при недостаточности или отсутствии данных наблюдений можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в [2-4; 6-9].

**Расчет максимальных расходов весенне-летнего половодья** на реках района исследования производился согласно рекомендациям [6, 8, 9]. Принятая методика расчета, адаптированная к условиям исследуемого района, приведена в [8].

В основу расчетов положена редуцированная зависимость максимального модуля стока от обуславливающих его основных факторов: средней высоты и площади водосбора, коэффициента дружности и слоя стока половодья. Формула для определения максимального (срочного) модуля стока половодья имеет вид:

$$q_{1\%} = \frac{r \cdot A_{1\%} \cdot \delta}{(F + 1)^n} = \frac{r \cdot K_0 \cdot h_{1\%} \cdot \delta}{(F + 1)^n}, \quad (1)$$

где  $q_{1\%}$  – максимальный (срочный) модуль стока обеспеченностью 1 %,  $\text{дм}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$ ;  $F$  – площадь водосбора, замыкаемая расчетным створом,  $\text{км}^2$ ;  $h_{1\%}$  – слой стока за половодье обеспеченностью 1 %, мм;  $r$  – коэффициент зарегулированности стока озерами и водохранилищами;  $\delta$  – коэффициент, учитывающий влияние залесенности и заболоченности водосбора;  $K_0$  – коэффициент дружности половодья;  $n$  – показатель степени, характеризующий редуцицию (уменьшение коэффициента дружности половодья в зависимости от площади водосбора);  $A_{1\%}$  – величина, пропорциональная максимальному модулю притока.

Максимальный модуль притока  $A = q_0$  при  $F \rightarrow 0$  и  $r = \delta = 1$ . Значения  $A$  изменяются в значительных пределах в зависимости от высоты и орографии местности.

Опубликованных данных о средних высотах и площадях водосборов для расчетных створов, которые прежде всего необходимы для определения максимальных расходов весеннего половодья, не имеется, поэтому эти характеристики были нами определены с использованием топоосновы М 1:100000. Слой стока половодья, обеспеченностью 1 % определен с использованием средней высоты водосборов по зависимостям, построенным



для бассейна р. Киши Алматы. Коэффициент  $K_0$  определен по зависимости  $\lg K_0 = f(\lg H_{cp})$ .

Показатель  $n$ , характеризующий редукцию коэффициента дружности половодья, находится по формуле:

$$n = 0,50 - 0,1 H_{cp}, \quad (2)$$

где  $H_{cp}$  в км.

Далее по формуле (1) вычисляем  $q_{1\%}$  и находим

$$Q_{1\% \max} = q_{1\%} \cdot F, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (3)$$

Используя коэффициент перехода от  $Q_{1\%}$  и  $h_{1\%}$  к расходам и слоям других обеспеченностей, получили их значения.

**Расчет максимальных (срочных) расходов дождевых паводков** на реках района исследования при отсутствии рек-аналогов производился по редукционной формуле:

$$Q_{p\%} = q_{200} \left( \frac{200}{F} \right)^n \delta \cdot \delta_2 \cdot \delta_3 \cdot \chi_p \cdot F, \quad (4)$$

где  $Q_{p\%}$  – максимальный расход расчетной обеспеченности (срочный),  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $q_{200}$  – модуль максимального срочного расхода воды, ежегодной вероятности превышения  $P$ , равной 1 %, при  $\delta = \delta_2 = \delta_3 = 1$ , приведенный к площади водосбора 200  $\text{км}^2$ . Для бассейнов горных рек значения параметров  $q_{200}$  дополнительно приведены к средней высоте водосбора  $H_{cp} = 2000$  м,  $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$ ;  $\chi_p$  – переходный коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды вероятностью 1 % к максимальным расходам другой вероятности превышения;  $n$  – коэффициент редукции модуля максимального срочного расхода с увеличением площади водосбора;  $\delta$  – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды проточными озерами;  $\delta_2$  – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды вследствие заболоченности;  $\delta_3$  – коэффициент, учитывающий изменение параметра  $q_{200}$  с изменением средней высоты водосбора в горных районах; определяется он по данным гидрологически изученных рек;  $F$  – площадь водосбора,  $\text{км}^2$ .

В качестве основного параметра формулы используется модуль максимального стока при некотором фиксированном значении площади (в данном случае 200 км<sup>2</sup>), поскольку определить эту величину по экспериментальным данным можно более надежно, чем обычно используемый элементарный модуль стока.

Параметр  $q_{200}$  меньше зависит от показателя степени редукции  $n$ , что приводит к его более плавному изменению по территории.

$$q_{200} = \frac{q_{1\%}}{(F/200)^n \cdot \delta \cdot \delta_2 \cdot \delta_3}, \quad (5)$$

где  $q_{1\%}$  – максимальный модуль стока 1 % обеспеченности, определяемый по ряду наблюдений. Коэффициент  $\delta_3$  определяется для рек с высотой водосбора от 100 м и более с использованием зависимости  $q_{200} = f(H_{cp})$ .

Для расчета максимальных (срочных) расходов дождевых паводков была применена формула предельной интенсивности стока, приводимая в [8].

Формула имеет вид:

$$Q_{1\%} = 16,67 \cdot \varphi \cdot \bar{\psi}(\tau) \cdot H_{1\%} \cdot F, \quad (6)$$

где  $Q_{1\%}$  – максимальный (срочный) расход 1 % обеспеченности;  $\varphi$  – сборный коэффициент максимального стока;  $\bar{\psi}(\tau)$  – показатель редукции интенсивности осадков за расчетное время  $\tau$ ;  $H_{1\%}$  – максимальный суточный слой осадков обеспеченностью 1 %;  $F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

$$\bar{\psi}(\tau) = \frac{\psi(\tau)}{\tau} = \frac{H_\tau}{\tau \cdot H_p}, \quad (7)$$

где  $\psi(\tau) = \frac{H_\tau}{H_p}$ , (8)

$H_p$  – суточный слой осадков обеспеченности  $P$ ;  $H_\tau$  – слой осадков той же обеспеченности за расчетное время  $t$ .

В табл. 2 приведены максимальные расходы 1 % обеспеченности, полученные по всем вариантам расчетов. В результате анализа методов расчетов и данных табл. 2 для определения максимальных горизонтов высоких вод (ГВВ) различной обеспеченности, приняты средние значения из максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков, полученных по редукционной формуле (4). В табл. 3 приведены принятые максимальные расходы различной обеспеченности.

Максимальные расходы воды 1 % обеспеченности, полученные различными методами, м<sup>3</sup>/с

Река – расчетный створ	$\bar{Q}_{1\%max}$ по данным фактических наблюдений, м <sup>3</sup> /с	$\bar{Q}_{1\%max}$ весенне-летнего половогоья, м <sup>3</sup> /с	Максимальные расходы дождевых паводков по редуccionной формуле (8)			$\bar{Q}_{1\%max}$ принятые для определения $N_{1\%max}$ м <sup>3</sup> /с
			$q^{200}$ – с применением данных фактических наблюдений	$q^{200}$ – полученные по карте из [9]	по формуле предельной интенсивности (6)	
Киши Алматы – створ №1		100,7	110,9	129,0	115,0	106,0
Киши Алматы – створ №2	24,2	104,5	113,2	132,0	116,0	109,0
Киши Алматы – створ №3		104,8	115,1	134,0	119,0	110,0
Киши Алматы – створ №4	28,0	107,9	118,7	139,0	122,0	113,0
Теренкара – створ №5		37,9	48,6	56,1	26,9	43,2
Киши Алматы – створ №6		126,2	145,0	169,0	130,0	136,0
Киши Алматы – створ №7		128,6	147,0	171,0	130,2	138,0
Киши Алматы – створ №8	(38,0)	129,2	149,0	174,0	132,0	139,0
Есентай – створ №9	7,36	80,2	67,6	79,0	41,4	73,9
Есентай (Бестерек-Карасу) – створ №10	4,09	21,0	29,2	34,2	17,0	25,1
Теренкара – створ №11	5,37	21,3	30,0	35,0	10,3	25,6
Теренкара – створ №12		35,1	45,6	53,2	24,0	40,4

Таблица 3

Максимальные расходы воды рек исследуемого района в расчетных створах, принятые для расчета максимальных горизонтов высоких вод (ГВВ) различной обеспеченности

Река – створ	F, км <sup>2</sup>	H <sub>сп</sub> водосбора, м абс	Максимальные расходы различной обеспеченности, м <sup>3</sup> /с							
			0,1 %	1 %	2 %	5 %	10 %	25 %		
Киши Алматы – створ №1	634	1473	131,4	106,0	96,5	79,5	67,8	50,9		
Киши Алматы – створ №2	650	1455	135,2	109,0	99,2	81,8	69,8	52,3		
Киши Алматы – створ №3	668	1433	136,4	110,0	100,1	82,5	70,4	52,8		
Киши Алматы – створ №4	711	1374	140,1	113,0	102,8	84,8	72,3	54,2		
Теренкара – створ №5	95,4	652	53,6	43,2	39,3	32,4	27,6	20,7		
Киши Алматы – створ №6	1000	1145	168,6	136,0	123,8	102,0	87,0	65,3		
Киши Алматы – створ №7	1014	1132	171,1	138,0	125,6	103,5	88,3	66,2		
Киши Алматы – створ №8	1034	1114	172,4	139,0	126,5	104,2	89,0	66,7		
Есентай (Весновка) – створ №9	177	1008	91,6	73,9	67,2	55,4	47,3	35,5		
Есентай (Бестерек-Карасу) – створ №10	34	660	31,1	25,1	22,8	18,8	16,1	12,0		
Теренкара – створ №11	32	670	31,7	25,6	23,3	19,2	16,4	12,3		
Теренкара – створ №12	82,6	659	50,1	40,4	36,8	30,3	25,8	19,4		

Необходимо отметить, что площади и средневзвешенные высоты водосборов являются главными параметрами расчетных формул определения максимальных расходов воды, особенно при отсутствии материалов наблюдений. Однако эти данные по расчетным створам практически отсутствуют в опубликованных источниках. Поэтому была проведена большая работа по их определению. Эти параметры получены статистическим способом с применением карт М 1:100000.

Конечной целью данной работы являлось определение уровней воды при максимальных расходах различной обеспеченности.

Для построения теоретических кривых расходов воды  $Q = f(H)$  гидравлическим методом в расчётных створах расход при каждом горизонте в створе определяется по площади живого сечения и средней скорости, вычисленной с применением формулы Шези.

Использованная для расчетов в данной работе формула имеет вид:

$$Q = w \cdot C \sqrt{h_{cp} J} = w \frac{1}{n} h_{cp}^{2/3} J^{0,5}, \quad (9)$$

где  $Q$  – расход воды при расчётном уровне, м<sup>3</sup>/с;  $w$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;  $C$  – коэффициент Шези, м<sup>0,5</sup>/с;  $h_{cp}$  – средняя глубина потока, м;  $J$  – продольный уклон водной поверхности в долях единицы;  $n$  – коэффициент шероховатости.

Площади поперечных сечений в расчётных створах взяты по данным нивелирования поперечных профилей в расчётных створах. Значения коэффициента шероховатости для русла определены для подавляющего количества створов по результатам измерений расходов воды гидрометрической вертушкой. Коэффициенты шероховатости поймы подобраны по таблице М.Ф. Срибного, приведенные в [5], в результате произведенных рекогносцировочных обследований участков расчётных створов.

Кривые  $Q = f(H)$  построены гидравлическим методом отдельно для русла, поймы и суммарные. В качестве примера приведен рис. 2.

Расходы воды для построения теоретических кривых  $Q = f(H)$  при разных уровнях находились как суммы расходов, протекающих через пойму и русло.

В табл. 4 приведены максимальные ГВВ, которые определены по построенным теоретическим кривым  $Q = f(H)$  при расходах различной обеспеченности.

Таблица 4

Максимальные горизонты высоких вод (ГВВ) различной обеспеченности рек исследуемого района в расчетных створах

Река – створ	F, км <sup>2</sup>	H <sub>ср</sub> водосбора, м абс	Максимальные горизонты высоких вод различной обеспеченности, м абс						
			0,1 %	1 %	2 %	5 %	10 %	25 %	
Киши Алматы – створ №1	634	1473	619,28	618,98	618,87	618,65	618,49	618,21	
Киши Алматы – створ №2	650	1455	615,03	614,89	614,83	614,72	614,64	614,53	
Киши Алматы – створ №3	668	1433	599,11	598,92	598,83	598,69	598,59	598,30	
Киши Алматы – створ №4	711	1374	589,69	589,48	589,38	589,20	589,08	588,85	
Теренкара – створ №5	95,4	652	562,16	562,02	561,95	561,82	561,73	561,60	
Киши Алматы – створ №6	1000	1145	543,56	543,42	543,36	543,24	543,16	543,04	
Киши Алматы – створ №7	1014	1132	527,20	526,88	526,77	526,45	526,20	525,81	
Киши Алматы – створ №8	1034	1114	513,35	513,00	512,88	512,67	512,52	512,27	
Есенгай (Весновка) – створ №9	177	1008	631,17	631,03	630,95	630,75	630,63	630,40	
Есенгай (Бестерек-карасу) – створ №10	34	660	600,57	600,50	600,47	600,43	600,40	600,34	
Теренкара – створ №11	32	670	607,28	607,15	607,10	607,02	606,93	606,77	
Теренкара – створ №12	82,6	659	580,02	579,81	579,73	579,59	579,49	579,26	

В результате расчетов максимальных расходов при отсутствии данных наблюдений по формулам можно сделать вывод, что получить при этом надежные данные невозможно без дополнительных проработок и выявления ряда региональных зависимостей для конкретных условий.

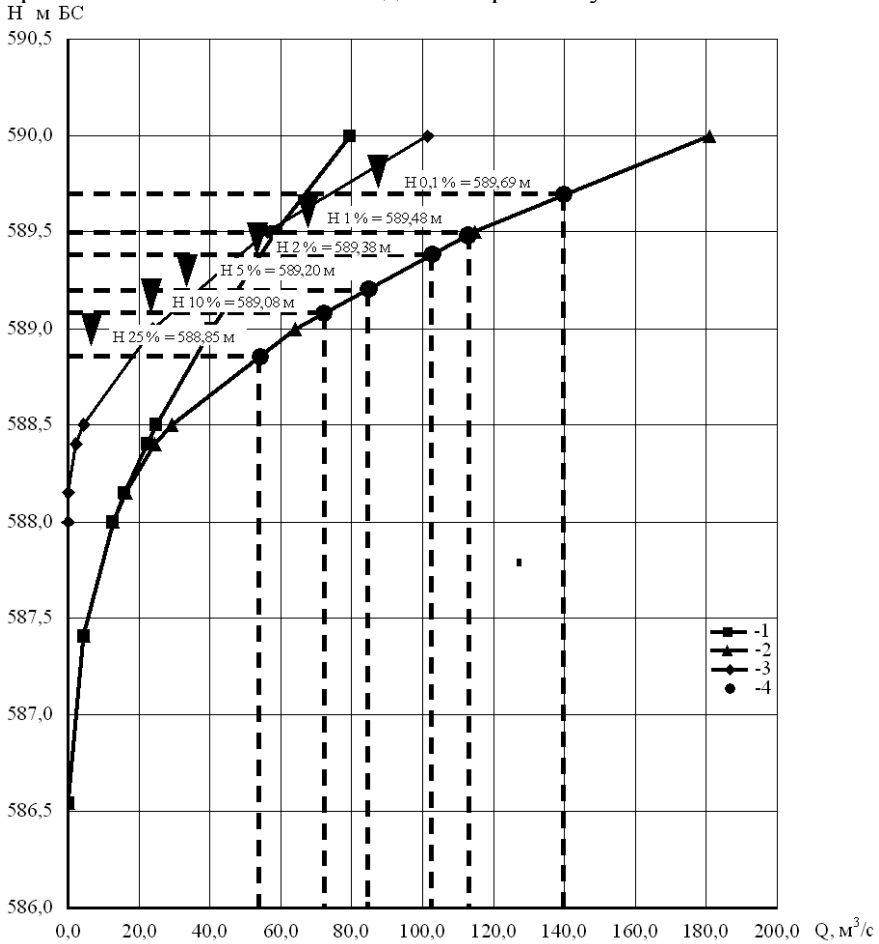


Рис. 2. Расчетные значения максимальных уровней воды различной обеспеченности, полученные по кривой расходов  $Q = f(H)$  для расчетного створа №4. 1 – зависимость для русла, 2 – зависимость суммарная, 3 – зависимость для поймы, 4 – ГВВ различной обеспеченности.

Например, при расчетах  $Q_{\max}$  дождевых паводков по редуцированной формуле с использованием карты  $q_{200}$ , расход получается значительно завышенным. Поэтому существенное внимание было уделено определению модуля максимального расхода, приведенного к площади 200 км<sup>2</sup> и высоте 2000 м абс., для рассматриваемых условий.

При выполнении данных полевых исследований и камеральных расчетов были учтены основные требования СНиПа 2.01.14-83 [9].

Приведенные результаты исследований максимальных расходов воды в нижнем течении реки Киши Алматы при отсутствии данных наблюдений и ограниченной информации получены впервые и могут быть использованы в дальнейшем для научных и практических целей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загидуллина А.Р. Максимальный сток рек северного склона Илейского Алатау // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «Мир науки», приуроченной к 20-летию Государственных символов РК. Алматы: Қазақ университеті, 2012. – С. 65-66.
2. Кендалл М., Стьюарт А. Теория распределений. – М.: Наука, 1966. – 587 с.
3. Мазур Л.П., Сагынғали З.К. Формирование и расчет максимальных расходов воды рек Казахстанского Алтая // Вестник КазНУ, сер. географ. – №1(18). – 2004. – С. 87-92.
4. Методические рекомендации по составлению справочника по водным ресурсам СССР. Вып. 7, ч. 1. – Л.: ВНИГЛ, 1962. – 108 с.
5. Орлова В.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 414 с.
6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
7. Рекомендации по проектированию противоселевых защитных сооружений. – М.: 1985. – 110 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн оз. Балхаш. Т. 13, Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 645 с.
9. СНиП 2.01.14-83. – М.: Государственный комитет по делам строительства, 1985.
10. Чигринец А.Г. Гидролого-экологическая оценка малых рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау и разработка рекомендаций по их охране: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Казахский Национальный университет им. аль-Фараби. – Алматы, 2006. – 21 с.

Поступила 11.06.2012



Геогр. ғылымд. канд.      А.Г. Чигринец  
Геогр. ғылымд. канд.      Л.П. Мазур  
   А.Р. Загидуллина

## **КІШІ АЛМАТЫ ӨЗЕНІ ЖӘНЕ ОНЫҢ САЛАЛАРЫНЫҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ МАКСИМАЛДЫ СУ ӨТІМДЕРІ**

*Кіші Алматы өзені және оның салаларының максималды ағындысының қалыптасу жағдайлары өзеннің төменгі ағысында (Алматы қаласының төменгі шекарасынан сағалық бөлікке дейін) зерттелінді. Бірінші рет қарастырылып отырған аумақ бойынша максималды су өтіміне жүргізілген барлық бақылаулар мәліметтері жинақталды. Серіктес қала үшін қарқынды игеруге ұсынылып отырған аумақ жерінде 12 тұстама бойынша бақылау деректері жоқ болған кезде түрлі қамтамасыздықтағы максималды су өтімдері және оларға сәйкес келетін қауіпті су деңгейлері анықталды. Бақылау деректері жоқ болғанда максималды су өтімдерін есептеу бойынша бірнеше ұсыныстар келтірілді.*

УДК 556.536

Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина \*

**ОСОБЕННОСТИ ПРИБРЕЖНОГО АПВЕЛЛИНГА  
В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ***СРЕДНИЙ КАСПИЙ, ВОСТОЧНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ, АПВЕЛЛИНГ, ПА-  
ДЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ*

*В статье рассмотрено явление апвеллинга в восточной части Среднего Каспия. Выделены и описаны две зоны, отличающиеся по характеру развития данного явления.*

Для Каспийского моря характерно явление апвеллинга, которое выражается в отрицательной аномалии температуры воды у побережья Среднего Каспия. По мнению одних исследователей, основной причиной является ветер и возникающие в результате его воздействия, сгонно-нагонные явления, которые могут вызвать кратковременные колебания температуры воды. Эти колебания наблюдаются главным образом летом и связаны с подъемом холодных глубинных вод, приводящим к образованию у берега полосы холодной воды. В то же время ряд ученых причиной возникновения данного явления считают длинные волны, следующие вдоль периметра моря, которые образуются в результате изменения полей ветра и давления над морем. Необходимо отметить, ветровая и волновая гипотеза не исключают друг друга, а отражают разные аспекты одного явления [2].

Для Каспийского моря период развития этого явления приходится на июнь-сентябрь, когда наблюдается горизонтальная однородность в распределении температуры в поверхностном слое [1]. Подъем холодных глубинных вод происходит с различной интенсивностью в результате воздействия, преобладающих в летний сезон, ветров западной четверти. Ветер данного направления вызывает отток тёплых поверхностных вод от берега и подъем более холодных вод из промежуточных слоев. Начало апвеллинга приходится на июнь, однако наибольшей интенсивности он достигает в июле-августе. Понижение температуры на поверхности воды в результате апвеллинга может достигать 7...15 °С. Летний апвеллинг имеет большое значение для Каспийско-

---

\* Казгидромет, г. Алматы

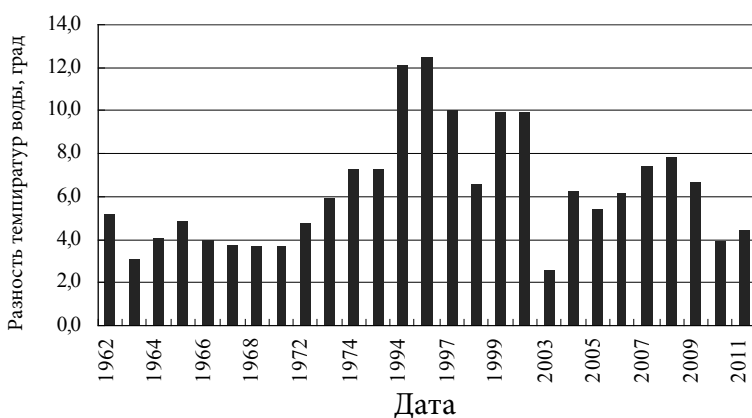
го моря, в корне меняя динамические процессы на глубоководной акватории. В открытых районах моря в конце мая – начале июня начинается формирование слоя скачка температуры, который наиболее чётко выражен в августе. Чаще всего он располагается между горизонтами 20 и 30 м в средней части моря и 30 и 40 м в южной. Как показывают исследования Б.А. Шлямина, вертикальные градиенты температуры в слое скачка очень значительны и могут достигать нескольких градусов на метр. В средней части моря вследствие стога у восточного побережья слой скачка поднимается близко к поверхности. Поскольку в Каспийском море отсутствует стабильный бароклинный слой с большим запасом потенциальной энергии, подобный главному термоклину Мирового океана, то с прекращением действия преобладающих ветров, вызывающих апвеллинг, и с началом осенне-зимней конвекции в октябре - ноябре происходит быстрая перестройка полей температуры к зимнему режиму. В средней части открытого моря температура воды в поверхностном слое понижается до 12...13 °С, в южной до 16...17 °С. В вертикальной структуре слой скачка размывается за счет конвективного перемешивания и к концу ноября исчезает. Исследования Монаховой Г.А. и Ахмедовой Г.А. [6] показывают, что в холодную часть года выход глубинных вод сопровождается обратным эффектом – повышением температуры воды у побережья. Многие исследователи отмечают особенность апвеллинговой зоны у восточного побережья Каспия [3], в отличие от зон апвеллинга в других морях и океанах, которая заключается в характерных низких значениях концентрации хлорофилла.

По масштабу апвеллинг может быть локальным (когда обнаруживается только в одном из пунктов), субрегиональным – одновременно (как минимум в один день) наблюдается в 2-х пунктах и региональным – одновременно наблюдается в 3-х пунктах [6].

В исследуемом районе, как показал анализ данных по МГ Форт-Шевченко и Актау, эти явления наблюдаются не часто, а лишь в период, когда господствуют устойчивые ветры сгонно-нагонного направления. В таких случаях температура воды может понижаться на 5...12 °С в зонах подъема вод. По характеру развития данный район можно разделить на 2 зоны: верхнюю, примыкающую к полуострову Бузачи и нижнюю – к Казахскому заливу. Для выявления явлений апвеллинга были использованы материалы наблюдений морских станций МГ Форт-Шевченко (для верхней зоны) за период с 1962 по 2011 гг. и МГ Актау (для нижней зоны) за период с 1980 по 2011 г. В качестве

основных характеристик использовались среднесуточные значения температуры воздуха и воды, предшествующие началу сгонно-нагонных явлений в данном районе, и срочные значения температур воздуха и воды во время сгонно-нагонных явлений, а также преобладающее направление и максимальная скорость ветра, вызвавшего данное явление. Было выявлено более 130 случаев апвеллинга.

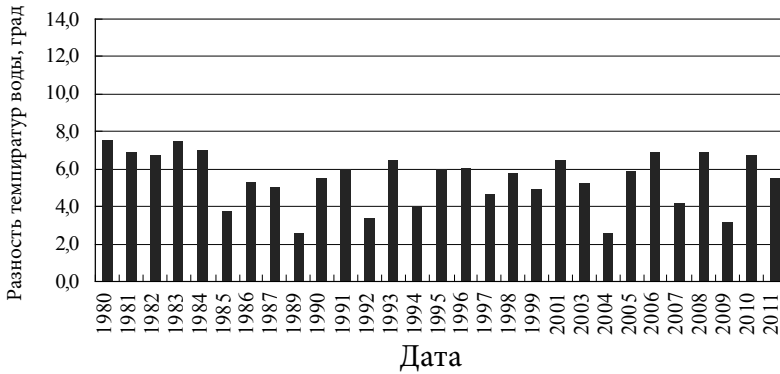
Как показал сравнительный анализ, эти явления наиболее интенсивны в верхней части Среднего Каспия. В среднем падение температуры воды в результате апвеллинга в районе Форт-Шевченко составляет 5,6 °С, в районе Актау – 4,4 °С. В первой зоне также чаще возникают явления с падением температуры более 7 °С (рис. 1-2). Это связано с орографическими особенностями побережья, так называемый мысовый эффект, который способствует увеличению скоростей ветра в этом районе, и как следствие силы сгонно-нагонных явлений.



*Рис. 1. Максимальное падение температур воды в результате явления апвеллинга в районе Форт-Шевченко по годам.*

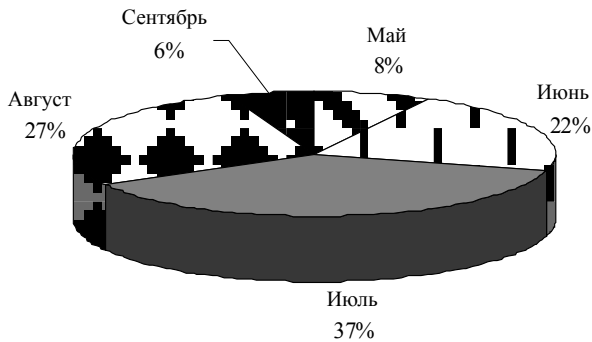
Характерным примером явления апвеллинга в верхней зоне является случай, произошедший в конце июля 1997 г., когда в результате устойчивого воздействия сильных северо-восточных ветров, скорость которых в районе Форт-Шевченко достигала 10 м/с, и колебания уровня моря, наблюдалось резкое понижение температуры поверхностного слоя воды на 10 °С. Другой пример – это явление, наблюдавшееся в конце июля 2001 г., когда после продолжительного действия (около суток) сильного юго-восточного ветра (10...14 м/с) теплые поверхностные слои морской воды (24...25 °С) были вынесены в открытое море, а непосредственно у берега, в результате подъема более глубо-

ких вод температура поверхностного слоя воды в районе МГ Форт-Шевченко понизилась на 10 °С [4].

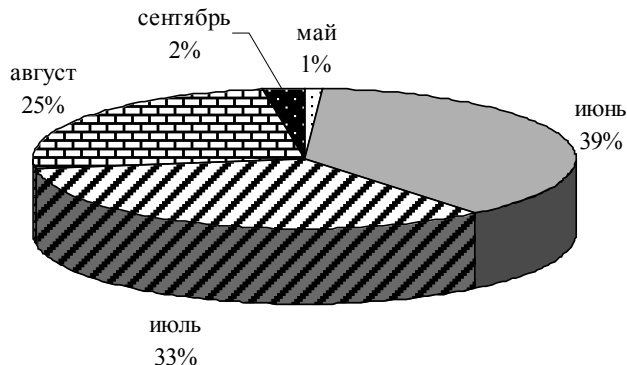


*Рис. 2. Максимальное падение температур воды в результате явления апвеллинга в районе Актау по годам.*

Для нижней зоны наиболее интересными являются случаи, происшедшие в начале июля 1983 г. и 18-21 июня 2010 г. В 1983 г. после продолжительного действия (более 3 суток) западных и северо-западных ветров теплые поверхностные слои морской воды (17...18 °С) были вынесены в открытое море, а у побережья температура поверхностного слоя воды в районе МГ Актау понизилась на 7,5 °С. Снижению температуры воды предшествовало колебание уровня моря и апвеллинг носил волновой характер [5]. Подобное явление наблюдалось в июне 2010 г., когда продолжительные западные ветры вызвали понижение температуры воды в районе МГ Актау на 6,7 °С. Необходимо отметить, что явления апвеллинга в этой зоне Каспийского моря могут наблюдаться в течение всего теплого периода (рис. 3-4).

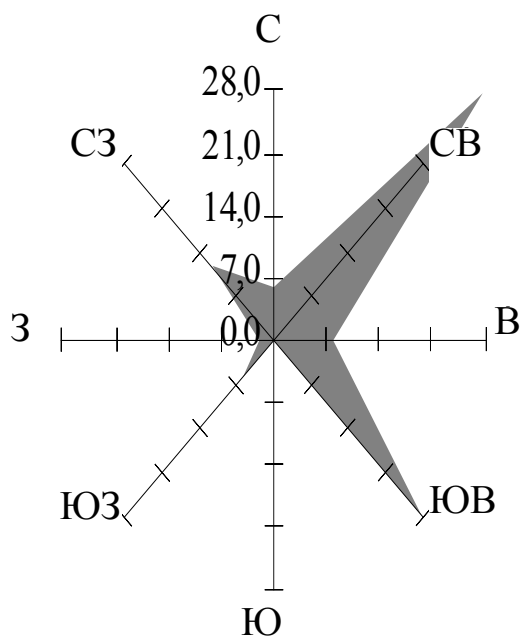


*Рис. 3. Повторяемость случаев с явлением апвеллинга в течение теплого сезона в верхней зоне.*

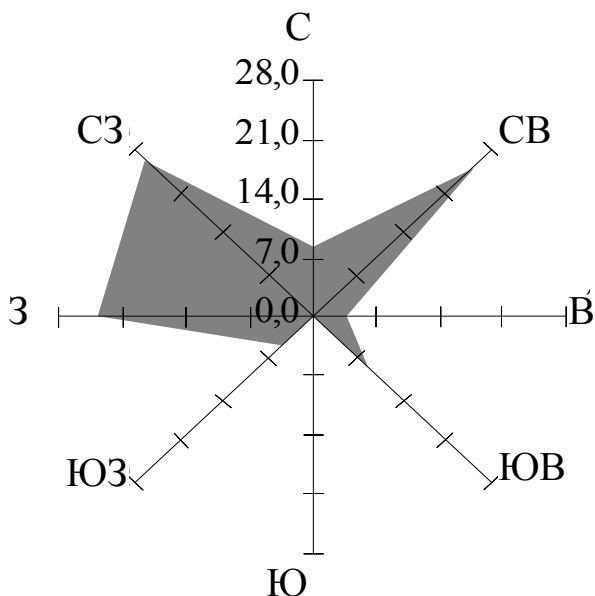


*Рис. 4. Повторяемость случаев с явлением авеллинга в течение теплого сезона в нижней зоне.*

Причем, в верхней зоне наиболее активным является июль, а в нижней – июнь. Возникновение этих явлений в верхней зоне связано с эффективными ветрами, которыми для верхней зоны являются ветры восточной четверти: северо-восточные и юго-восточные ветры (рис. 5). В нижней же зоне эффективными ветрами являются западные и северо-западные, а также северо-восточные ветры (рис. 6).



*Рис. 5. Преобладающее направление ветра при возникновении явлений авеллинга в верхней зоне.*



*Рис. 6. Преобладающее направление ветра при возникновении явлений апвеллинга в нижней зоне.*

Продолжительность явления, как правило, не превышает нескольких суток. Таким образом, результаты исследований подтверждают, выводы о том, что апвеллинг у восточного побережья Среднего Каспия носит «синоптический» характер. Частота данного явления, как правило, 2...3 случая в год в каждой зоне.

Зоны апвеллингов имеют существенно важное значение для транспортного флота. Более холодные и плотные воды по сравнению с окружающими водными массами в зоне апвеллинга оказывают влияние на гидрометеорологические условия в данном районе. Над районами апвеллинга часто возникают туманы, резко ухудшающие видимость.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып. 1. Гидрометеорологические условия.– СПб: Гидрометеиздат. – 1992. – 359 с.
2. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Соловьев Д.М., Шерemet Н.А. Структура апвеллинга у западного побережья Среднего Каспия (по спутниковым наблюдениям) // Исследование Земли из космоса. – 2005. – № 4. С. 76-85.
3. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Соловьев Д.М., Шерemet Н.А. Фронтальная зона апвеллинга у восточного побережья Каспийского моря (спутниковые наблюдения) // Исследование Земли из космоса. – 2006. – № 4. – С. 3-12.

4. Ивкина Н.И., Соколова Л.М. Температурный режим морской воды в районе порта Баутино // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №2. – С. 66-72.
5. Ивкина Н.И., Соколова Л.М., Кожухметова Л.К. Режим температуры воды в районе порта Актау // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №2. – С. 58-65.
6. Монахова Г.А., Ахмедова Г.А. Подъем глубинных вод у западного побережья Среднего Каспия // Научный журнал КубГАУ. – 2010. – №63(09). – С. 1-12.

Поступила 4.06.2012

Геогр. ғылымд. канд. Н.И. Ивкина

**ОРТА КАСПИЙДІҢ ШЫҒЫС БӨЛІГІНДЕГІ ЖАҒАЛАУ  
АПВЕЛЛИНГІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Мақалада Орта Каспийдің шығыс бөлігіндегі апвеллинг құбылысы қарастырылған. Осы құбылыстың өркендеу мінездемесінің айырмашылығымен екі аймаққа бөліп суреттелген.*



УДК 556.164.048

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов \*  
М.М. Азнабакиева \***О СОКРАЩЕНИИ СТОКА Р. ЧЕРНЫЙ ИРТЫШ –  
С. БУРАН В СВЯЗИ С ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕМ В КНР***ИРТЫШ, СОКРАЩЕНИЕ СТОКА, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ В КНР, КАНАЛ КАРАМАЙ, ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ПОПУСКИ*

*Произведен анализ синхронности изменения стока р. Черный Иртыш у с. Буран и стока р. Куршим у с. Вознесенка. Использование достаточно тесной зависимости стока р. Черный Иртыш у с. Буран от стока р. Куршим у с. Вознесенка ( $r = 0,91$ ;  $E_R = \pm 0,016$ ) позволило восстановить естественный сток р. Черный Иртыш в период 1996...2010 гг. и оценить суммарный забор воды из этой реки в канал Черный Иртыш – Карамай на территории КНР. Показано, что невозможность осуществления попусков из Шульбинского водохранилища для затопления поймы реки Иртыш в пределах Павлодарской области в последующие годы будет связано с сокращением поступления стока формирующегося в верхней части реки Черный Иртыш на территории КНР.*

Река Иртыш берет начало на западных склонах Монгольского Алтая на территории КНР. Верхняя часть этой реки до впадения в озеро Зайсан, ныне являющееся частью Бухтарминского водохранилища, носит название Черный Иртыш. В верхней части, до впадения в оз. Зайсан река Иртыш принимает ряд притоков: рр. Камер, Окурт, Бурчум, Кран и многоводный Калжыр, вытекающий из оз. Маркаколь. В левобережную часть бассейна Иртыша впадает ряд мелких водотоков – Ковалевка, Кызылсу, Чар, Мукур, Ащису. Верхняя часть бассейна р. Черный Иртыш (площадь водосбора – 55 900 км<sup>2</sup>) находится на территории КНР. Средний многолетний сток р. Черный Иртыш у с. Буран, расположенном на территории РК вблизи границы с КНР составляет 310 м<sup>3</sup>/с или 9,8 км<sup>3</sup> в год [3]. В пределах территории КНР, начиная со второй половины 90-х годов прошлого века, для обеспечения водой района нефтяного месторождения близ китайского города Карамай начал осуществляться проект

\* Казгидромет, г. Алматы

по строительству канала Черный Иртыш – Карамай. По сведениям средств массовой информации этот проект к настоящему времени завершен.

Сведения о заборе воды в канал Черный Иртыш – Карамай в Казахстане не поступают. В этих условиях для оценки сокращения стока р. Черный Иртыш в гидрометрическом створе с. Буран могут быть использованы косвенные методы [1, 2]. Один из таких методов основан на использовании синхронности изменения стока рек, расположенных в пределах рассматриваемого бассейна. Методика восстановления естественного стока р. Черный Иртыш – с. Буран, по мнению авторов, должна быть основана на синхронности стока рек Калжыр – с. Черняевка и р. Куршим – с. Вознесенка, формирующихся в пределах Республики Казахстан и стока р. Черный Иртыш – с. Буран, формирующегося в основном на территории КНР.

На рис. 1 приведена совмещенная разностно-интегральная кривая стока рек Черный Иртыш – с. Буран и Куршим – с. Вознесенка за период 1938...2010 гг. Параметры этих кривых определялись за период естественного стока (1938...1995 гг.)

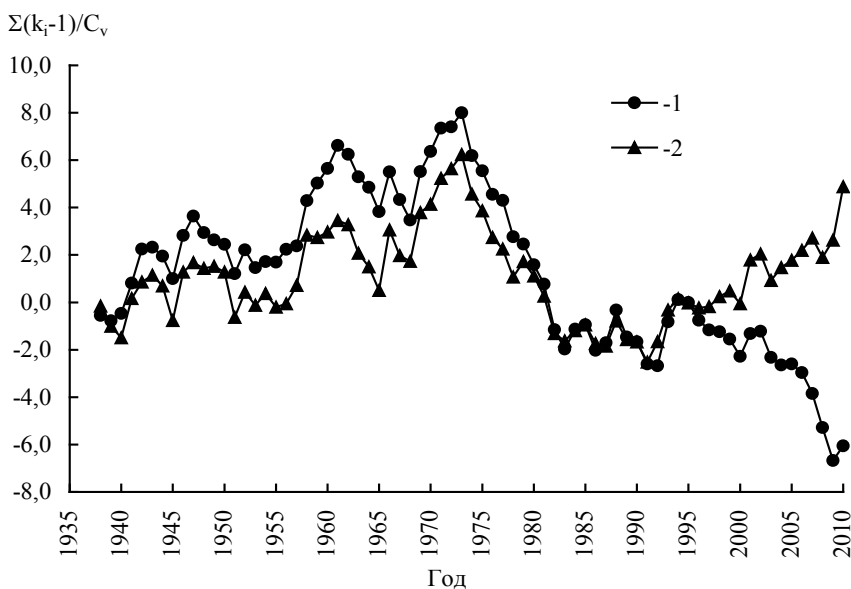


Рис. 1. Совмещенная разностно-интегральная кривая годового стока р. Черный Иртыш – с. Буран(1) и р. Куршим – с. Вознесенка(2) за 1938...2010 гг.

Анализ кривой показал, что в основном наблюдается синхронное изменение стока рассматриваемых рек. Особенно это заметно за период 1938...1995 гг., сток за который по нашим оценкам является естественным. Начиная с 1996 года синхронность стока р. Черный Иртыш – с. Буран и р. Куршим – с. Вознесенка нарушается, что, по мнению авторов, обусловлено уменьшением стока р. Черный Иртыш – с. Буран за 1996...2010 гг.

Зависимость стока р. Черный Иртыш у с. Буран от стока р. Куршим у с. Вознесенка, построенные за 1939, 41, 45, 48...67, 69...95 гг. является линейной, коэффициент корреляции равен  $r = 0,91$ . Использование этой зависимости позволило восстановить естественный сток р. Черный Иртыш в гидрометрическом створе у с. Буран за последние десятилетия. Восстановленные значения естественного стока приведены в табл.

Таблица

Сведения о восстановленном стоке  
р. Черный Иртыш – с. Буран за 1991...2010 гг.

Год	Наблюденный (бытовой) сток, м <sup>3</sup> /с	Восстановленный (естественный) сток, м <sup>3</sup> /с	Разность, м <sup>3</sup> /с	Накопленная разность, м <sup>3</sup> /с
1991	219	233	-13,8	-
1992	293	366	-73,1	-
1993	461	403	57,3	-
1994	383	336	46,7	-
1995	290	285	4,56	-
1996	234	283	-49,0	-49,0
1997	265	303	-38,3	-87,3
1998	293	332	-38,1	-125
1999	273	319	-45,5	-171
2000	238	256	-18,7	-190
2001	383	443	-60,0	-250
2002	309	319	-10,0	-260
2003	204	212	-7,42	-267
2004	272	341	-69,3	-336
2005	305	323	-18,8	-355
2006	268	332	-64,1	-419
2007	224	339	-116	-535
2008	175	236	-60,4	-595
2009	180	355	-175	-771
2010	353	475	-122	-893
Среднее 1996...2005	278	313	-35,5	-
Среднее 2006...2010	240	347	-108	-

На рис. 2 также приведены разность между наблюдаемым (бытовым) и восстановленным (естественным) стоком р. Черный Иртыш у с. Буран.

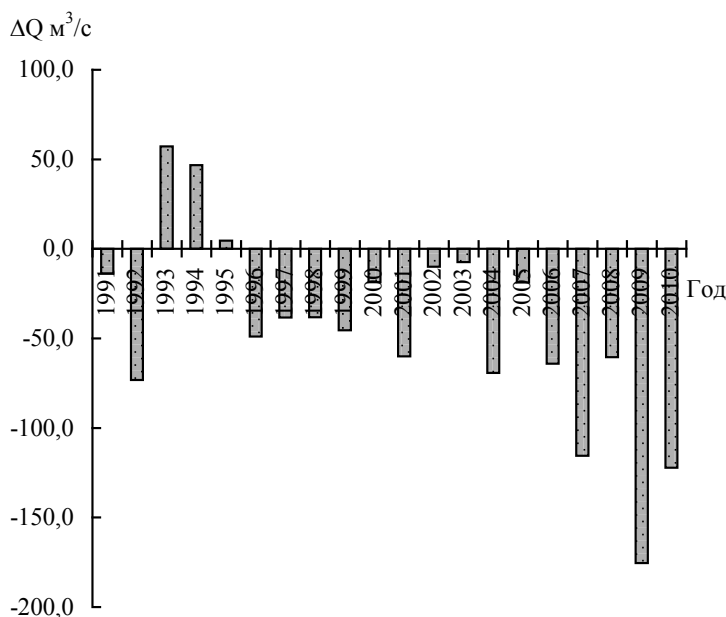


Рис. 2. Сокращение стока р. Черный Иртыш – с. Буран с 1991 по 2010 гг.

Эта разность, начиная с 1996 г., является отрицательной, что указывает на систематический забор воды из р. Иртыш в пределах КНР в основном для поступления в канал Черный Иртыш – Карамай. Разность, характеризующая забор воды из р. Черный Иртыш в пределах КНР за период 1996...2005 гг. составляет 35,5 м³/с или 1,12 км³ в год, а за период 2006...2010 гг. – 108 м³/с или 3,39 км³ в год. В 2011 году сокращение стока р. Черный Иртыш по указанной причине составило 91,2 м³/с или 2,88 км³.

Приведенные в последней графе таблицы накопленная разность показывает, что за период 1996...2010 гг. суммарный забор воды из р. Черный Иртыш составил 893 м³/с или 28,2 км³, а за период с 2006...2010 гг. – 538 м³/с или 17,0 км³.

Приведенные данные показывают, что за последние 5 лет забор воды из р. Черный Иртыш в пределах КНР существенно изменился и в последние годы составляет около 3,0 км³ в год. По мнению авторов забор воды из этой реки на территории Китая в ближайшей перспективе может составить до 3,5...4 км³ в год на границе с Республикой Казахстан.

Как известно в Восточном Казахстане ежегодно осуществляется попуск из Шульбинского водохранилища вниз по реке Иртыш для затопления ее поймы и обеспечения нереста рыбы в пределах Павлодарской области. В 2012 году этот попуск осуществить не удалось по причине малоснежности зимнего периода и пониженного стока в период весеннего половодья в бассейнах рек Убы и Ульбы. Между тем, основной причиной невозможности осуществления этого пуска явилось недостаточное заполнение водохранилища Бухтарминской ГЭС за счет недополучения им в предыдущие годы (2006...2011 гг.) около 20 км<sup>3</sup> стока р. Черный Иртыш забираемого в пределах КНР в канал Черный Иртыш – Карамай.

Исследование осуществлялось в рамках программы «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» по теме «Разработка метода оценки водопотребления в пределах сопредельных государств» выполняемой РГП «Казгидромет» по заданию Комитета по водным ресурсам МСХ РК.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В.В., Ли В.И. Сокращение стока в верхней части бассейнов рек Черный Иртыш и Или в пределах КНР и его влияние на использование ресурсов поверхностных вод в Республике Казахстан // Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии // Материалы международной научно-практической конференции, г. Тараз, 11-12 ноября 2009 г. – Алматы, 2010 г. – 284 с. (С. 118-120).
2. Кудеков Т.К., Голубцов В.В., Ли В.И. Определение водопотребления в верхней части бассейна реки Черный Иртыш на территории КНР // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №1. – С. 39-46.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15 Алтай и Западная Сибирь. – Вып. 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 317 с.

Поступила 9.07.2012

Геогр. ғылымд. канд.      В.В. Голубцов  
   М.М. Азнабакиева

#### **ҚХР СУ ТҰТЫНУЫНА БАЙЛАНЫСТЫ БОРАН АУЫЛЫНДАҒЫ ҚАРА ЕРТІС ӨЗЕНІНІҢ АҒЫСЫНЫҢ ҚЫСҚАРУЫ**

*Боран ауылындағы Қара Ертіс өзеніне және Вознесенко ауылындағы Құршым өзеніне ағыс өзгерісінің синхронды талдауы. ҚХР*

*Қарамай аймағының – Қара Ертіс каналының Боран ауылындағы Қара Ертіс өзеніне және Вознесенко ауылындағы Құршым өзеніне ( $r = 0,91$ ;  $E_R = \pm 0,016$ ) дұрыс тәуелді болуын қадағалады, сонымен 1996...2010 жылдарда табиғи қалпына келтіруге мүмкіндік берді және бұл өзеннің суын есептеді. ҚХР аймағының Қара Ертіс өзенінің жоғарғы жағы ағысының судың қысқаруы себебінен Павлодар облысы аумағындағы Ертіс өзені арнасының толтыру үшін қажетті Шүлбі суқоймасынан су тастанды жұмыстарын жүргізу мүмкін емес.*

ӘОК 551.331.8; 624.131.543

Геогр. ғылымд. канд. М.М. Молдахметов \*  
Геогр. ғылымд. канд. А.Қ. Мусина \*  
Д.Ж. Айдарбеков \*

### ІЛЕ АЛАТАУЫНДАҒЫ СЕЛ ОШАҚТАРЫНЫҢ БИІКТІК БЕЛДЕУ БОЙЫНША ТАРАЛУЫ

*СЕЛ ОШАҚТАРЫ, СЕЛ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ, БИІКТІК БЕЛДЕУ,  
ҮЛЕСТІРІМ, СЕЛ ЖЫРҒЫЛАРЫ, СЕЛ ЖЫРМАЛАРЫ, СЕЛ АЛАП-  
ТАРЫ*

*Мақалада Қазақстандағы сел қауіпті аудандардың ішінде ең жоғары сел әрекеттілігімен ерекшеленетін Іле Алатауының орталық бөлігінде шоғырланған сел ошақтарының биіктік белдеу бойынша таралуы кеңістіктік мәліметтер негізінде талданған. Сонымен қатар сел ошақтарының сел тасқындарын қалыптастырудағы ролі бағаланған.*

Қазақстанның шығысы мен оңтүстік-шығысын алып жатқан таулы аудандарда апатты сел құбылыстары жиі байқалады. Жалпы алғанда Қазақстандағы таулы аудандардың 70 % жуығы орташа және жоғары сел қауіпті аудандарға жатады. ҚР ТЖМ «Қазселденқорғау» ММ мәліметтері бойынша аталған аудандарда 300 сел алабы, ал осы алаптарда 5650 сел ошағы тіркелген, оның 1200 астамы елді мекендерге, байланыс желілері мен ауыл шаруашылығына жарамды жерлерге тікелей қауіп төндірсе, қалғандары адам аяғы жетпейтін немесе халық аз қоныстанған аймақтарда орналасқан және олар аталған аймақтардың игерілу дәрежесіне қарай басты қауіп ошағына айналуы мүмкін [2].

Сел тасқындары еңістігі үлкен, мөлшері сындық шамадан жоғары ағынды қалыптасатын және мол бос сынықты материалдар шоғырланған жер бетінің учаскелерінде туындайтыны белгілі жәйт. Шығу тегі және қуаты әртүрлі типтердегі сел тасқындарының қалыптасуы мүмкін мұндай учаскелер сел ошақтары деп аталады [3].

Кейбір ошақтардың сел құбылыстарын қалыптастыру мүмкіндігі жоғары. Сел ошақтарын бос сынықты материалдар мол, беткейлері аса құламалы, сондай-ақ сел қоспасының шөгінділері мен олардың ысырындысы

\* әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, қ. Алматы

кездесетін жерлерде оңай байқауға болады. Мұндай сел ошақтарын белсенді ошақтар деп атайды. Кейбір сел қалыптасу процестері сирек туындайтын ошақтарды бұрынғы өткен сел тасқындарының ізі бойынша анықтауға болады. Егер оларда сел тасқындарын қалыптастырушы жағдайлар сақталған болса, онда мұндай ошақтарды да белсенді ошақтар қатарына жатқызуға болады. Дегенмен, уақыт өте келе сел ошақтарында сел қалыптастырушы жағдаяттар жойыла бастайды. Мысалы, кейбір ошақ беткейлерінің еңістігі уақыт өте келе жайпақтала түсіп, қуаты жоғары сел тасқындарын қалыптастыруға жеткіліксіз болуы мүмкін. Мұндай ошақтар белсенділігі бәсеңдеген ошақтар деп аталады және олар қуаты төмен тасынды-сулы тасқындардың қалыптасу ошағына айналады. Жоғарыда айтылғандарға қоса, сел қалыптастыру әлеуеті бар сел ошақтары кең таралған, яғни бұл жерлерде сел тасқындарының қалыптасуы байқалмағанымен, болашақта сел тасқындарының орын алуы мүмкін.

Шығу тегі гидрометеорологиялық сел тасқындарының қалыптасу ошағына таулы өзендердің бірінші реттік салаларындағы (үлкен еңістікке ие) жырмалар, жартылай жартасты массивтердің, қорымдардың, бос сынықты материалдар жинақталған мореналық кертпештердің қолаттары, сондай-ақ шымдалған және ормандандырылған қолаттар – сел жырмалары жатады.

Бос сынықты материалдардың молдығымен сипатталатын және едәуір еңістікке ие учаскелер арнаның ежелгі мореналық шөгінділер қабатына немесе қандай да бір басқа да тез шайылғыш түзілімдер қабатына сұғына еніп жатуы мүмкін. Мұндай сел қалыптастырушы ошақтар сел жырғысы деп аталады.

Шығу тегі нөсерлі лайлы тасты сел тасқындары қалыптасатын сел ошақтары Іле Алатауының барлық алаптарында таралған.

Ендік бағыт бойынша Іле Алатауын 3 бөлікке батыс, орталық және шығыс деп бөлу қабылданған. Қазақстандағы сел қауіпті аудандардың ішінде белсенділігі ең жоғары сел әрекеттілігімен ерекшеленетін ауданға батысында Ұзынқарғалы өзенінен шығысында Түрген өзені алабына дейінгі аралықты қамтып жатқан Іле Алатауының орталық бөлігі жатады. Түрлі типтегі сел тасқындары қалыптасатын сел ошақтары жөніндегі мәліметтер аэрофототүсірімдер мен космотүсірімдерді бажайлау, жер беті барлау және арнайы зертеу жұмыстарын жүргізу барысында алынатындығы белгілі. Аталған жұмыстарды жүргізу кезінде алынған нәтижелерді жинақтау, қорыту, талдау негізінде Іле Алатауының орталық бөлігінде 25 сел алабы орналасқандығы анықталған. Осы сел алаптарында 637 сел ошағы тіркелген. Олардың биіктік

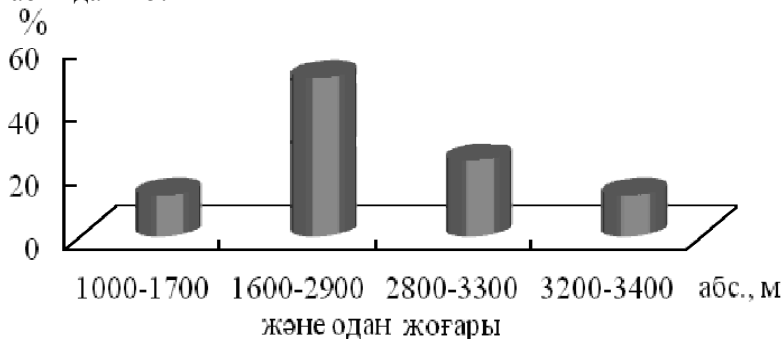


белдеу бойынша үлестірілуі [1] келтірілген геоморфологиялық белдеулер биіктіктері бойынша бөлінді:

1. Жартасты-мұздықты биік таулы белдеу (3200...3400 м, 5000 м дейін);
2. мұздықты және қарлы өңделген қалдық пішініндегі тік беткейлі биік таулы белдеуі (2800...3300 м);
3. қарқынды тілімделген орташа таулы белдеу (1600...2900);
4. тілімделу дәрежесі әртүрлі аласа таулы белдеу (1000...1700 м).

Іле Алатауының орталық бөлігінде сел ошақтарының таралуының үлес салмағы суретте келтірілген. Сел ошақтарының тең жартысы (50 %) орташа таулы ауданға, 13 % аласа таулы ауданға, 24 % және 13 % биік таулы аудандарға тиесілі.

Сел ошақтарының басым бөлігі (200 жуық) Талғар мен Түрген өзен алаптарында шоғырланған, олардың Үлкен Алматы өзені алабындағы жалпы саны – 70, Есік өзені алабында – 50, Кіші Алматы өзені алабында – 30, Ақсай өзені алабында – 25.



*Сурет. Іле Алатауының орталық бөлігіндегі сел ошақтарының биіктік белдеу бойынша үлестірілуі.*

Жалпы сел алабындағы сел ошақтарының саны оның ауданына тәуелді, яғни ауданы неғұрлым үлкен болған сайын, ондағы сел ошақтарының саны арта түседі.

Сел ошақтарының ендік бағыт бойынша және жергілікті жердің биіктік белдеуі бойынша үлестірілуі сол аумаққа түсетін жауын-шашын мөлшеріне тәуелді. Сел ошақтарының ең көп таралған зонасы қамтамсыздығы 1 % ең жоғары тәуліктік жауын-шашын жиынтығы байқалатын зонамен сәйкес келеді.

Сел ошақтарының үлестірілуі су жинау алаптарының еңістігіне де тәуелді. Су жинау алаптарының еңістіктері артқан не кеміген сайын, сел ошақтарының жалпы мөлшері азая түседі.

Ауданның климаттық сипаттарымен қоса алғанда сел ошақтары құрылымдарының ерекшеліктері эрозияны-жылжымалы және жылжымалы сел қалыптастырушы процестердің туындау заңдылықтарын айқындайды. Жылжымалы сел қалыптастырушы процестердің дамуы және қуаттылығы әртүрлі сел тасқындарының жүріп өтуі көбінесе алаптағы ошақтың орналасуына тәуелді болады. Сонымен қатар, сел ошақтарының шоғырланып орналасуы да маңызды. Сел ошақтарының шоғырлана орналасуы селдің өтімдік сипаттамаларының артуына және олардың сел қалыптастыру процесіне қатысуының бірауақыттылығы мен кезектілігін қамтамасыз етеді.

Сел ошақтарының сел тасқындарын қалыптастырудағы ролі олардың негізгі өзендердің тұйықтаушы тұстамаларынан қашықтығына, сонымен қатар сел тасқындарының жүріп өту жолындағы сел ошақтарының морфометриялық сипаттамаларының өзгеруіне тәуелді. Сел ошақтарының басым бөлігі биік таулы аймақта таралған, дегенмен олардың морфометриялық сипаттамаларының көрсеткіштері мардымсыз. Сондай-ақ 3500 м жоғары биіктіктерде жауын-шашынның сұйық күйде түсуі сирек қайталанатын құбылыс. Сол себептен де жергілікті жерде қалыптасқан сел тасқындарының сипаттамаларының көрсеткіштері де айтарлықтай үлкен болмайды, ірі апатты сел тасқындары биік таулы сел ошақтарының сел қалыптастыруға жаппай қатысуның нәтижесінде ғана көрініс бере алады. Барынша ірі сел ошақтарының су жинау алаптары 2800...3300 м биіктік аралығында орналасқан, бұл биіктік аралығында қарқындылығы жоғары нөсерлі жауын-шашындардың түсу ықтималдығы жоғары болғандықтан, ірі сел тасқындарының қалыптасу ықтималдығы да арта түседі. Аласа таулы белдеуде көптеген кішігірім сел ошақтары шоғырланған. Бұларда негізгі өзен бойынша тасынды сулы су тасқындарының жүріп өтуін қамтамасыз ететін сел көріністері жиі байқалып тұрады.

Мұздық-мореналық көлдер биік таулы белдеуде шоғырланған, олардың көбі Талғар, Үлкен Алматы, Қаскелең, Есік өзендерінің алабында. Олардың әрқайсысы ақтарылған жағдайда ірі сел тасқынын қалыптастыратындай қуаты бар. Орташа таулы белдеуде бөгесінді көлдер шоғырланған, олардың жырылуы кезінде өтімдік сипаттамалары үлкен сел тасқындары қалыптасуы мүмкін.

Таулы аудандардың түрлі биіктіктерінде қалыптасқан сел тасқындарының қуаттылығы да әртүрлі болады [4]. Мысалы, биік таулы ауданда қалыптасқан сел тасқындары өзінің апаттылығымен, әрі жоғарғы

қуаттылығымен ерекшеленеді. Орташа таулы белдеуде қалыптасатын тығыздығы жоғары сел тасқындарының қуаты, әдетте, төмендеу болады. Оны бос сынықты жыныстар қорының біртіндеп азаюымен, беткейлер еңістігінің кемуімен және олардың орман жамылғысымен көмкерілуімен, жақсы шымдалуымен түсіндіруге болады. Тығыздықтары төмен сел тасқындары аласа таулы белдеуде, сонымен қатар орташа таулы белдеудің жекелеген учаскелерінде қалыптасады. Аласа таулы белдеуде қалыптасатын сел тасқындарының қуаты аз, әрі қысқа мерзімде өтеді.

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылайтын болсақ, биік таулы белдеудегі сел ошақтарының әрекет ету процесі және селдің қалыптасуы, негізінен, мұздықтардың еріп, шегінуімен тығыз байланысты. Орташа таулы және аласа таулы белдеулерде қазіргі бедер түзуші процестердің қарқындылығы төмен болғандықтан, сел ошақтарының әрекет ету процестері де баяу жүреді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Медеуов А.Р., Нурланов М.Т. Селевые явления сейсмоактивных территорий Казахстана (Проблемы управления). – Алматы: Қаржы-қаражат, 1996. – 204 с.
2. Мусина А.К. Селтану: қалыптасу және даму кезеңдері: автореф. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 2010. – 20 с.
3. Хонин Р.В. Селевые очаги и основные закономерности их распространения // Селевые потоки. – 1978. – Сб. 3. – С. 21-41.
4. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.

Поступила 16.05.2012

Канд. геогр. наук	М.М. Молдахметов
Канд. геогр. наук	А.К. Мусина
	Д.Ж. Айдарбеков

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЛЕВЫХ ОЧАГОВ ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ ПО ВЫСОТНЫМ ЗОНАМ

*В статье на основе пространственных материалов проанализировано распределение селевых очагов центральной части Илейского Алатау, которая отличающийся высокой селевой активностью. Оценена роль селевых очагов в формировании селевых явлений.*

---

УДК 556.5; 504.4.062.2(574)

Канд. геогр. наук

А.У. Маканова \*

Канд. геогр. наук

Р.Ю. Токмагамбетова \*

**УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ  
РАЗВИТИЕМ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА ПРИ МЕЖБАССЕЙНОВОМ  
И ТРАНСГРАНИЧНОМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИИ  
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

*ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ,  
ЭКОНОМИКА, МОДЕРНИЗАЦИЯ, СТАБИЛЬНОСТЬ*

*Территориальное перераспределение водных ресурсов по проектируемым трассам каналов ставит своей целью устойчивое развитие экономики, сохранение и рациональное использование ресурсов для социально безопасных условий жизнедеятельности населения и повышения его уровня жизни. Для достижения экономического роста регионов вовлеченных в ТПВР в рамках экономической политики будут решаться задачи, направленные на обеспечение экономической стабильности, на модернизацию и диверсификацию экономики, на повышение эффективности промышленного и сельскохозяйственного производства на региональном уровне.*

Нет более важной для Казахстана задачи, чем обеспечение устойчивого экономического роста. Формирование экономического суверенитета регионов РК, связано с совершенствованием управления социально-экономическим развитием. Управление социально-экономическим развитием регионов, вовлеченных в территориальное перераспределение водных ресурсов (ТПВР) по проектируемым трассам каналов Каратал-Иле, Катунь-Буктырма, Буктырма-Балкаш и Трансказахстанский (ТКК) канал, ведет к устойчивому развитию регионов. Социально-экономическое развитие регионов направлено на выпуск высококачественных товаров и услуг, способных удовлетворить растущие потребности населения, а также на эффективную реализацию производственного потенциала, перехода экономики к мировым стандартам качества, внедрению высокотехнологичных производств и повышение уровня жизни населения.

---

\* Институт географии, г. Алматы

Современное управление, осуществляемое на уровне регионов, имеет ограниченную сферу влияния, т.е. распространяется только на подведомственное хозяйство. Между тем, говоря об управлении региональным воспроизводственным процессом, предполагается наличие такого механизма, при помощи которого можно не только управлять местным хозяйством и оказывать влияние на предприятия и объединения регионального подчинения, но и учитывать, чтобы плановые решения не противоречили интересам комплексного экономического и социального развития регионов. Ориентация управления должна идти на усиление связей, основанных на экономических рычагах стратегического управления предприятиями, производствами и социально-культурно-бытовыми объектами. Когда идёт речь о саморегулирующемся экономическом механизме управления региональным воспроизводством, то предполагается, что отношения между территорией и отраслью строятся на принципах взаимной выгоды. На современном этапе необходимо объективно совершенствовать структуру промышленности региона с увеличением доли перерабатывающих отраслей. Реализация аграрной политики государства в целях содействия экономическому росту и достижению качественно нового уровня отраслей агропромышленного комплекса (АПК) регионов, вовлеченных в ТПВР по проектируемым трассам каналов должно способствовать насыщению продовольственного рынка исследуемых регионов доступными, безопасными и качественными продуктами питания.

Основные направления развития экономики регионов Казахстана, входящих в зону влияния каналов соответствуют целям и задачам, определенным в Послании Президента к народу Казахстана, а также в ряде правительственных документов: «Казахстан на пороге нового рывка вперед в своем развитии», «Стратегии территориального развития РК до 2015 г.», «Стратегии индустриально-инновационного развития РК на 2010...2015 гг.», «Программы по формированию и развитию национальной инновационной системы РК на 2005...2015 гг.», «Концепции устойчивого развития агропромышленного комплекса РК на 2006...2010 гг.», «Комплексом мер по устойчивому развитию агропромышленного комплекса РК на 2009...2011 гг.», «Новое десятилетие – Новый экономический взлет – Новые возможности Казахстана» и другими региональными документами [1-8].

Предвидение социально-экономической ситуации на проектной территории трасс и выработка на этой основе региональной политики, как ком-

плекса стратегических управленческих решений – это и есть назначение территориального планирования в новых условиях территориального перераспределения водных ресурсов по проектируемым трассам каналов. Региональное планирование должно определяться требованиями системного подхода к социально-экономическому развитию регионов исследования. Формы и методы стратегического управления региональной экономикой неоднозначны и многообразны, они меняются в зависимости от темпов и пропорций социально-экономического развития региона в результате ТПВР. Региональное развитие предполагает возникновение и преодоление ряда изменений в экономике, сложившихся вследствие разработки и строительства каналов Каратал-Иле, Катунь-Буктырма, Буктырма-Балкаш и Трансказахстанский канал.

Территориальное перераспределение водных ресурсов по проектируемым трассам каналов ставит своей целью устойчивое развитие экономики, сохранение и рациональное использование ресурсов для социально безопасных условий жизнедеятельности населения и повышения уровня жизни. Нарастание темпов сельскохозяйственного и промышленного производства, как правило, требует увеличения потребления воды. Для достижения экономического роста регионов вовлеченных в ТПВР в рамках экономической политики будут решаться задачи, направленные на обеспечение экономической стабильности, на модернизацию и диверсификацию экономики, на повышение эффективности промышленного и сельскохозяйственного производства на региональном уровне. При территориальном развитии отраслей экономики за основу должен браться ресурсный потенциал регионов, а также должна учитываться экономическая направленность регионов, находящихся в зоне влияния трасс каналов. Территориальное перераспределение водных ресурсов решит существенные социально-экономические задачи в регионах, по территории которых будут проходить трассы каналов.

Эффективность производственных процессов является необходимым условием комплексного развития региональной экономики в зоне ТПВР, которая зависит от структурной, инвестиционной, социальной, природоохранной, финансовой, внешнеэкономической деятельности. Перераспределения водных ресурсов следует осуществлять в новых условиях хозяйствования. Безусловно, что со строительством каналов, в регионах, вовлеченных в ТПВР, будут строиться новые предприятия, появятся новые рабочие места, следовательно, будет отмечаться приток населения в эти ре-

гионы, для этого необходимо будет строительство дополнительного жилья и объектов соцкультбыта.

Региональное управление осуществляется на целостных территориях, где проживает население, имеются различные хозяйствующие субъекты, коммуникационные сети, социальные объекты и др. Ниже показана Схема управления социально-экономическим развитием регионов в зонах территориального перераспределения водных ресурсов (рис. 1).



*Рис. 1. Схема управления социально-экономическим развитием регионов в зонах территориального перераспределения водных ресурсов.*

Хозяйственный комплекс региона образует множество различных по имущественной принадлежности, форме, содержанию, масштабу организаций. Их отраслевая ориентация и размеры определяют основной хозяйственно-отраслевой профиль соответствующего региона. При выявлении тенденций развития производства в регионах исследования при ТПВР, необходимо учитывать региональные кластерные приоритеты. Для исследуемых регионов выделен ряд приоритетных кластеров, среди которых пищевая промышленность, представлена во всех административных районах, вовлеченных в ТПВР, производство строительных материалов ведется в г. Капшагай и Ескельдинском административном районе Алматинской области, Буландынском и Сандыктауском административных районах Ақмолинской области, Улытауском

административном районе Карагандинской области РК. Обладая интегрирующим свойством, кластерный подход позволяет преодолеть фрагментарность экономического развития регионов, в зоне влияния проектируемых каналов и обеспечить их целенаправленность и результативность.

Целью кластерного развития должно быть повышение уровня и качества жизни населения, улучшение качества человеческого потенциала, что, в свою очередь, станет источником инновационного развития экономики, обеспечивающего рост конкурентоспособности исследуемых регионов. В то же время это способствует увеличению инвестиций не только в производство, но и в человеческий капитал. Данная взаимосвязь подчеркивает необходимость использования кластерного подхода, для решения социальных задач и инновационного экономического развития. Основой экономики регионов, находящихся в зоне проектируемых трасс, является развитие АПК, которое в полной мере зависит от водообеспеченности регионов. Для территории исследования приоритетным является создание и развитие кластера «Пищевая промышленность», связанного с развитием переработки сельхозпродукции.

На проектируемой территории трасс Каратал-Иле, Катунь-Буктырма, Буктырма-Балкаш и Трансказахстанский канал получили развитие приоритетные кластеры пищевой промышленности: сахарный, мукомольно-крупяной, хлебобулочный, мясной, молочный, маслодельческий, комбикормовый. Необходимо отметить, что комплексобразующей отраслью АПК является сельское хозяйство. В настоящее время интеграционные процессы затронули фактически все сферы сельского хозяйства РК (рис. 2).

Развитие сельского хозяйства достигается благодаря становлению новых форм хозяйствования, их адаптации к рыночным условиям, государственной финансовой поддержке и юридической защите сельских товаропроизводителей. Данная оценка и проведенный анализ состояния сельского хозяйства, исследуемых регионов показал, что крестьянские (фермерские) хозяйства, являются динамично развивающимся сектором сельского хозяйства в регионах, вовлеченных в ТПВР [1].

Производство сельскохозяйственной продукции, как было отмечено выше, непосредственно зависит от ТПВР и ставит своей целью устойчивое развитие отраслей сельского хозяйства, сохранение и воспроизводство используемых ресурсов и повышения социально-экономических условий для улучшения уровня жизнеспособности населения.



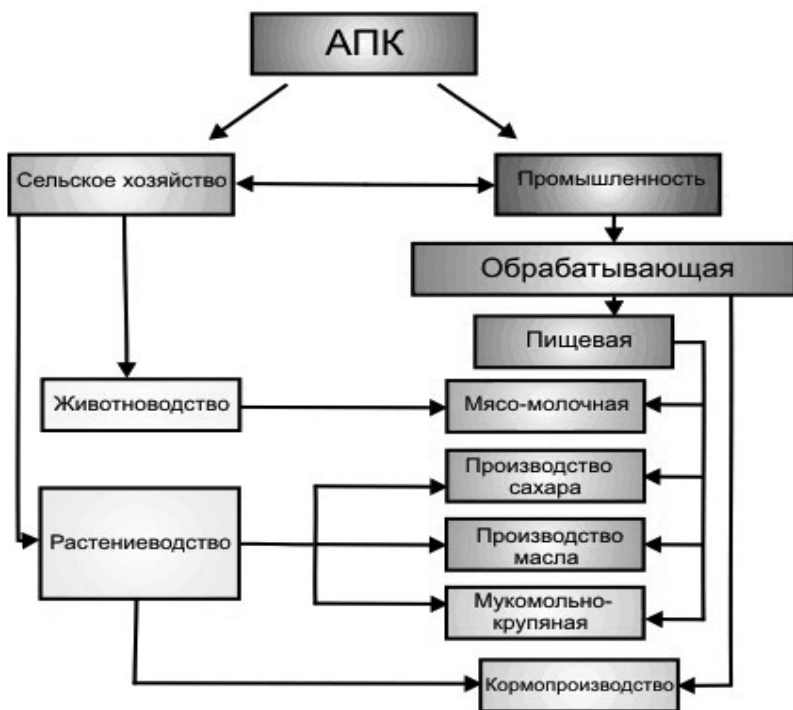
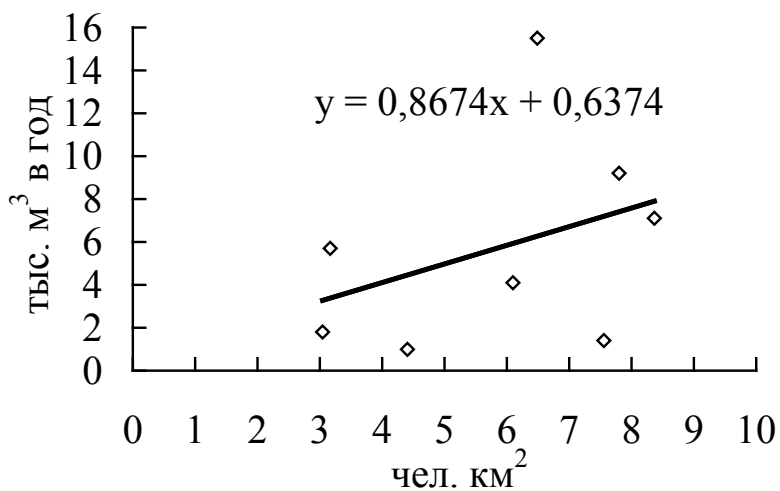


Рис. 2. Схема агропромышленного комплекса в зоне проектируемых трасс.

В результате ТПВР несомненно изменится демографическая ситуация в регионах, попадающих в зону проектируемых каналов. На проектируемой трассе, возможно, появятся новые населенные пункты, что повлечет за собой формирование новой системы расселения населения. В уже существующих населенных пунктах, увеличится численность населения, за счет естественного прироста и притока рабочей силы, что приведет к увеличению плотности населения. Для населения, проживающего в зоне проектируемых каналов, прогнозируется – повышение уровня жизни, создание комфортных и социально безопасных условий проживания, повышение материальных благ, увеличение занятости населения. Демографическая ситуация в регионах исследования непосредственно связана с эффективностью системы управления водными ресурсами с учетом ТПВР. Рассмотрена связь удельной водообеспеченности на 1 чел./год на 1 км<sup>2</sup> территории с плотностью населения, которая имеет прямую корреляционную зависимость (рис. 3) [5].

а) на одного чел/год



б) на один км<sup>2</sup>

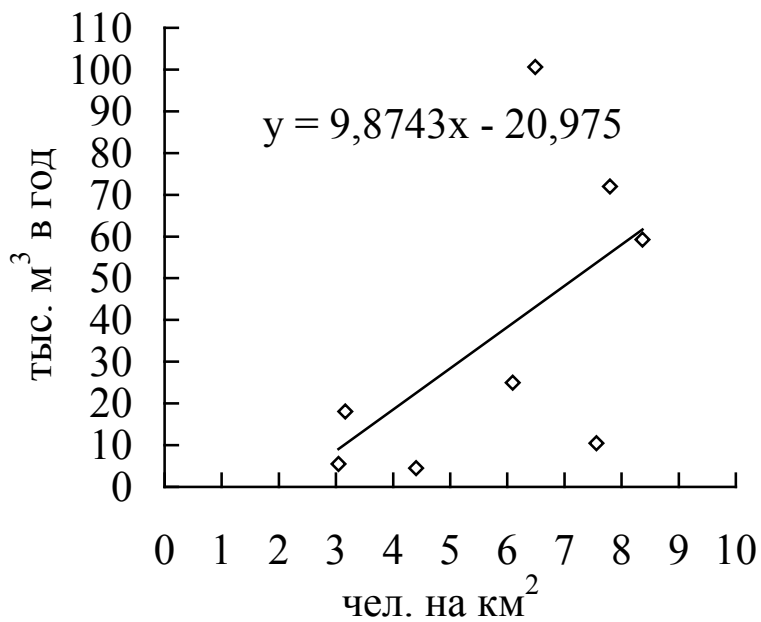


Рис. 3. Корреляционная связь плотности населения и удельной водообеспеченности для бассейновых водохозяйственных систем Республики Казахстан.

Полученный результат может стать основой для определения плотности населения в регионах, вовлеченных в ТПВР. С увеличением водообеспеченности регионов, возрастет численность, а, следовательно, и плотность населения. Линейно-очаговая концентрация населения в зонах переброски стока рек, достаточная водообеспеченность, высокий уровень освоенности сельскохозяйственных угодий позволит повысить жизнеобеспеченность населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа «Комплекс мер по устойчивому развитию агропромышленного комплекса РК на 2009 – 2011 гг.», «Новое десятилетие – Новый экономический взлет – Новые возможности Казахстана».
2. Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы, утверждена Указом Президента Республики Казахстан от «19» марта 2010 г. № 958.
3. Государственная программа развития здравоохранения Республики Казахстан «Саламатты Қазақстан» на 2011-2015 годы, утверждена Указом Президента Республики Казахстан от «29» ноября 2010 г. № 1113.
4. Государственная программа развития образования Республики Казахстан на 2011-2020 годы, утверждена Указом Президента Республики Казахстан от «7» декабря 2010 г. № 1118.
5. Мальковский И.М. Географические основы водообеспечения природно-хозяйственных систем Казахстана. – Алматы, 2008. – 204 с.
6. Программа «Дорожная карта бизнеса 2020» утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от «13» апреля 2010 г. №301.
7. Программа по обеспечению детей дошкольным воспитанием и обучением «Балапан» на 2010-2014, утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от «28» мая 2010 г. №488, 2010.
8. Стратегия территориального развития Республики Казахстан до 2015 года, утвержденная Указом Президента РК № 167 от 28 августа 2006 г.

Поступила 23.07.2012

Геогр. ғылымд. канд. А.У. Мақанова

Геогр. ғылымд. канд. Р.Ю. Тоқмағамбетова

#### **СУ РЕСУРСТАРЫН АЛАПАРАЛЫҚ ЖӘНЕ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ҚАЙТА БӨЛГЕНДЕ ҚАЗАҚСТАН АЙМАҚТАРЫНЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ДАМУЫН БАСҚАРУ**

*Су ресурстарын аймақтық қайта бөлу (СРАҚБ) әлеуметтік-экономикалық даму саласында экономиканың тұрақты дамуын, пайда-*

*ланатын табиғи ресурстарды сақтауды және ұдайы өндіруді, халықтың жайлы және әлеуметтік қауіпсіз өмір сүру жағдайлары аясында оның материалдық игілігі мен жұмыспен қамтылуын мақсат етеді. СРАҚБ-ге қамтылған аймақтың әлеуметтік-экономикалық дамуы көп жақты және көп қырлы үдеріс, ол әртүрлі әлеуметтік және экономикалық мақсаттар жиынтығы болғандықтан белгілі бір тұрғыдан қаралады. Қазақстан аймақтарының әлеуметтік-экономикалық дамуы негізінде аймақтардың өнеркәсіптік және ауылшаруашылық өндірісінің тиімділігінің көрсеткіштері анықталады.*

УДК 504.054 :574.3

Канд. биол. наук  
Доктор техн. наукШ.С. Бисариева\*  
Ж.К. Жубатов\*  
Е.А. Бекешев\*  
Е.Ю. Степанова\*  
О.А. Агапов\***ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ  
АВАРИЙНОГО ПАДЕНИЯ РКН РС-20 «ДНЕПР»  
В КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ***РАКЕТОНОСИТЕЛЬ, АВАРИЙНОЕ ПАДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
МОНИТОРИНГ, ПРИРОДНЫЙ КОМПЛЕКС*

*В статье представлены основные выводы, сделанные в результате полевых и камеральных исследований, проведенных в послеварийный период, на местах механического нарушения и химического загрязнения участков зоны падения РКН РС-20.*

На протяжении ряда лет, начиная с 27 июля 2006 г. – с даты аварийного пуска ракеты космического назначения (РКН) РС-20 с космодрома «Байконур», казахстанские и российские научно-производственные организации ведут мониторинг негативных экологических последствий на участке территории Кармакшинского района Кызылординской области. Неотъемлемой частью этих работ стала комплексная оценка экологического состояния зоны аварийного падения, выполненная в 2007...2009 гг. в рамках «Программы экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения ракеты космического назначения РС-20, 27 июля 2006 года», и в 2010...2011 гг. в рамках республиканской бюджетной программе «Прикладные научные исследования в области космической деятельности».

Рассмотрим какая обстановка сформировалась в районе аварийного падения РС-20 спустя пять лет.

Целью научного исследования явилось изучение природного комплекса на предмет выявления его способности к восстановлению равновесия, нарушенного во время аварии.

---

\* РГП «Научно-исследовательский центр «Гарыш-Экология», г. Алматы

Негативное воздействие аварийного падения РКН РС-20 распространилось на участки территории, расположенные южнее места старта. 27 июля 2006 г., при аварийном взрыве конструкции ракеты, отдельные фрагменты головного обтекателя были найдены в 45 км от места старта к югу. Часть головного обтекателя и группы космических аппаратов была обнаружена на удалении 90 км, в том же направлении. Место падения связки первой и второй ступеней находилось на расстоянии 150 км от места старта. Трасса аварийного полета РКН РС-20 прошла над южной частью поселка Комекбаева, занятого под выпас скота. Расстояние от места падения связки ступеней до поселка Комекбаев (Жанакала) составило 35,5 км, до поселка Куандария – 43 км, до поселка Тогай – 32 км.

Аварийный взрыв привел к нарушениям в почвенной структуре и вызвал негативные нарушения растительного покрова. На месте удара о землю части головного обтекателя и космических аппаратов обнаружена воронка глубиной до 1 м, диаметром до 4...5 м (малая воронка). Вследствие падения ступеней ракеты образовалась воронка глубиной до 15 м и диаметром около 50 м (большая воронка). В результате взрыва на большой воронке пострадало 300 га саксауловых лесов. Растения уничтожены полностью на удалении до 100 м от центра аварийного участка. Признаки теплового или химического воздействия на растительный покров отмечены на расстоянии до 1 км от эпицентра аварийного взрыва.

Дополнительным негативным последствием аварии стало химическое загрязнение поверхностной почвы высокотоксичными веществами – компонентом ракетного топлива (КРТ) – несимметричным диметилгидразином (НДМГ) и производным азотного тетраоксида – нитратом-иона. Концентрации НДМГ в центре большой воронки достигали 228 ПДК, в центре малой воронки – 61,1 ПДК. Максимум нитратного загрязнения, обнаруженного на месте падения космических аппаратов, соответствовало 27 ПДК (130 мг/кг). Фактическая площадь загрязнения компонентами ракетного топлива в районе большой воронки составила 12,56 км<sup>2</sup>, в районе малой воронки – 31,4 тыс. м<sup>2</sup>.

Почвенный покров в районе малой воронки, представлен такырами и такыровидными почвами, характеризующимися тяжелосуглинистым механическим составом, засоленностью средней части профиля (20...150 см), малым содержанием гумуса, сильнощелочной реакцией среды (рН 8...10). Перечисленные физико-химические свойства почвенного покрова обеспечивают благоприятные условия для аккумуляции НДМГ на глубинах. В пылевато-песчаных почвах на большой воронке (место падения связки первой и

второй ступеней) с ничтожно малым содержанием гумуса и нейтральной или слабощелочной средой, происходит миграция НДМГ, как по почвенным горизонтам, так и по воздуху.

Изучение состояния экосистем аварийной зоны и подтрассовых участков в послеварийный период 2007...2011 годы позволило прийти к выводу о постепенном восстановлении почвенно-растительного покрова от трансформаций и химического загрязнения продуктами распада КРТ, первые признаки которого были выявлены уже через год после аварии.

В результате геоботанических исследований отмечено распространение площадок, покрытых плотной солончаково-солонцевой коркой, разделенной трещинами на полигоны и свободных от высших сосудистых растений. На поле рекультивации в районе большой воронки, в зоне гибели саксауловых лесов, выявлены признаки второй стадии сукцессии растительного покрова – увеличение обилия эфемеров, эфемероидов, летне-осенних однолетников из семейства маревых и сорных растений в локальных пионерных группировках. По прогнозам ученых, период полного восстановления растительного покрова будет весьма продолжительным и займет несколько десятков лет [1].

**Химическое загрязнение почвы.** В период 2007...2011 гг. в почвенном покрове были обнаружены продукты распада НДМГ, такие как нитрозодиметилламин (НДМА), метилтриазол (МТ), диметилформамид (ДМФА). Выявлено нитратное загрязнение почвы.

*НДМА в почве.* Верхний уровень содержания НДМА, выявленного в 2007, 2008 и 2009 гг. постепенно уменьшается. Одновременно растёт глубина проникновения НДМА, вплоть до слоя 120...150 см (2009 г.). В последующие годы (2010, 2011 гг.) НДМА в пределах чувствительности метода обращено-фазовой хроматографии (0,05 мг/кг) обнаружен не был.

В 2007 году на месте большой воронки обнаружена обширная площадка с загрязнением НДМА, очерченная линиями 24 км на восток, 10 км на юг, 16 км на юго-восток, 38 км на северо-восток, 22 км на север. Содержание НДМА в 34 пробах почвы (16,2 % от общего количества проб) изменялось в пределах от 0,05 до 0,60 мг/кг (максимум НДМА в эпицентре места падения). В отдельных точках, расположенных возле малой воронки (удаление на 19 км к югу) и большой воронки (удаление на 6 км к северо-востоку, и на 10 км к востоку), на глубинах 20...40 см и 40...60 см, содержание НДМА изменялось в пределах 0,05...0,1 мг/кг, в отдельном случае доходило до 0,2 мг/кг.

В 2008 году присутствие НДМА было выявлено в 45 пробах (20,1 % от общего количества проб), отобранных в аварийной зоне, включая почвенные профи-

ли по трассе полета РС-20 и по направлению на восток и юго-восток от большой воронки. В толще почвы на глубине 120...150 см содержание НДМА составляло от 0,07 до 1,68 мг/кг.

В 2009 году присутствие НДМА было подтверждено во всех местах обнаружения его в предыдущие годы. Содержание НДМА в почве, на центральных участках большой и малой воронок и в трех почвенных скважинах на подтрассовой территории варьировало от 0,05 до 0,26 мг/кг.

*Другие токсичные производные НДМГ* обнаружены в 2007 и 2010 годах в отдельных точках, что существенно затруднило выявление каких-либо динамических тенденций.

В 2007 г. в эпицентре большой воронки найден ДМФА в концентрациях 0,012 и 0,032 мг/кг. На этом же участке обнаружен МТ, в количестве 0,002...0,620 мг/кг – в 40 пробах почвы (81 % от общего количества проанализированных проб). В поверхностном слое почвы (0...20 см) в эпицентре большой воронки концентрация МТ соответствовала 0,184 мг/кг, в отдельных точках, расположенных вокруг большой воронки – от 0,09 до 0,06 мг/кг. По мере удаления от воронки наблюдалось уменьшение содержания МТ в почвенном слое. Верхний предел выявления МТ в почве отнесен к слою 30...45 см (точка на удалении 1 км от большой воронки).

В 2010 г. в образце поверхностного слоя почвы, отобранного на расстоянии 150 м к югу от эпицентра большой воронки, установлено наличие НДМГ в количестве 0,02 мг/кг, МТ – 0,03 мг/кг, ДМФА – 0,01 мг/кг. В 2011 г. МТ и ДМФА в почве не обнаружены, в пределах чувствительности хромато-масс-спектрометрического метода (0,001 мг/кг).

*Нитраты в почве.* В послеаварийный период установлено снижение показателей загрязнения почвы нитрат-ионом.

Максимальный уровень обнаружения нитратов в 2007...2011 годы соответствуют верхнему слою (0...20 см) в эпицентрах воронок. Концентрация нитрат-иона убывает с глубиной: от 3,94 ПДК в поверхностном слое (0...25 см) до 3,3 ПДК в слое 25...50 см, 1,95 ПДК в слое 50...75 см и 1,38 ПДК в слое 75...100 см.

Общий объем загрязнения нитрат-ионами в большой воронке оценивается в 52 м<sup>3</sup>, в малой воронке – 26,2 м<sup>3</sup>.

На подтрассовой территории, максимальные показатели нитратного загрязнения определены в верхних слоях почвы, по трассе выведения РС-20, в 20...25 км к югу от большой воронки – 7,5 ПДК в слое 0...25 см; 16 ПДК в слое 0...25 см и 8,5 ПДК в слое 25...50 см.

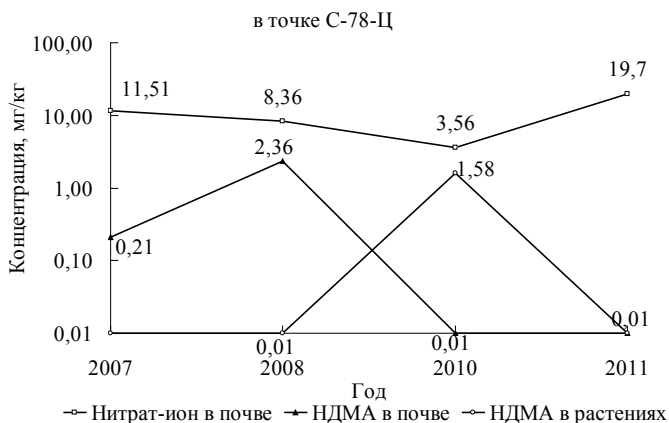


**Химическое загрязнение растительности.** Летом 2010 г. в растительном покрове аварийной зоны был выявлен основной продукт химической трансформации гептила – НДМА. В 95 пробах растений, отобранных на большой и малой воронках, а также в 72-х пробах, отобранных на подтрассовых участках и прилегающих территориях (всего в 75,8 % от общего количества проб) НДМА обнаружен в количестве от 0,1 до 3,18 мг/кг.

В точках, расположенных под трассой полета РН, расположенных в 20...25 км к югу от большой воронки, обнаруженные в растениях концентрации НДМА достигали 1,76...1,93 мг/кг; в 7...10 км к востоку от большой воронки – 0,91 мг/кг; на отрезке трассы между большой и малой воронкой – до 1,05...1,58 мг/кг. Учитывая отдаленность перечисленных точек от мест аварийного падения, следует предположить, что загрязнение растительности КРТ произошло по воздуху, во время выветривания верхнего слоя почвенного покрова на местах аварийного разлива КРТ.

Сравнительно высокие показатели содержания НДМА (до 3,18 мг/кг), выявленные в пределах земельных угодий крестьянских хозяйств, могут быть вызваны накоплениями навоза и стоков, образующихся при выпасе скота.

В точке (С-78-Ц) с высоким содержанием НДМА в растительности в 2010 г. (1,58 мг/кг НДМА, самый высокий пик на нижнем графике), выявлено сравнительно небольшое количество нитратов, которое уменьшилось от 11,51 мг/кг в 2007 г. до 3,56 мг/кг в 2010 г. Концентрации НДМА в почве в 2008 г. составляли 2,36 мг/кг – это второй по величине пик на среднем графике (рис.).



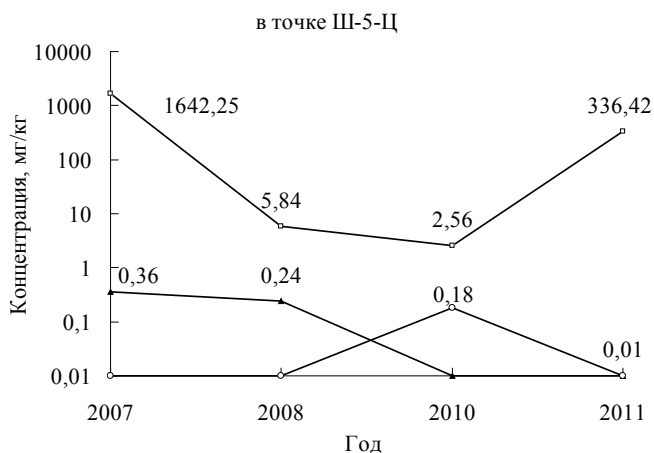
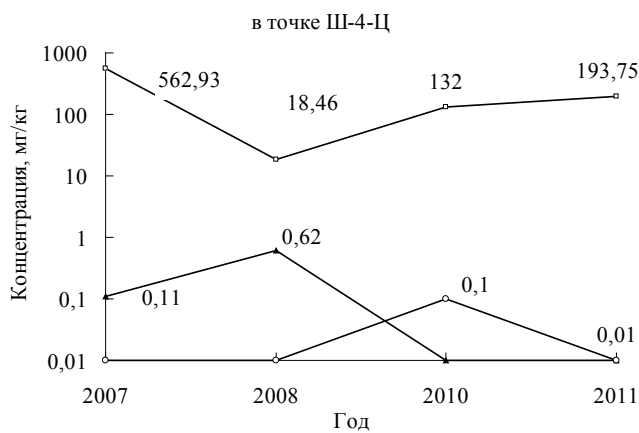
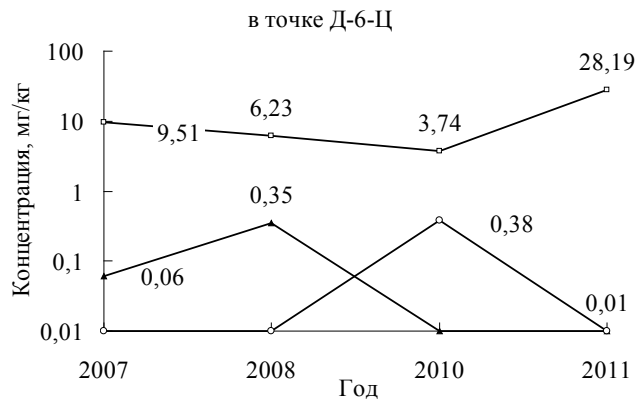


Рис. Изменение концентраций НДМГ, НДМА и нитрат-ионов в почве и растениях в зоне аварийного падения МБР РС-20 (2007...2011 гг.).

В южной части земель села Комекбаев загрязнение почвенного покрова (точка Д-6) нитрат-ионами не превышает ПДК, и НДМА в пробах почвы не обнаружен. Однако в растительности, на площадке радиусом 100 м, методом обращено-фазовой хроматографии выявлено содержание НДМА в пределах концентраций от 0,38 до 3,18 мг/кг. Следует отметить, что выявленная концентрация НДМА 3,18 мг/кг является максимальной для всех отобранных и исследованных в июне 2010 года растений в зоне аварийного падения РС-20, на подтрассовых участках и прилегающих территориях.

В 7...10 км от большой воронки (в точке Ш-5-Ц) подтрассового участка обнаружено содержание НДМА с концентрацией 0,18 мг/кг. В точках Д-3-С-100 и С-78-Ц, расположенных под трассой полета ракеты-носителя, между большой и малой воронкой летом 2010 г. в растениях было обнаружено 1,05 и 1,58 мг/кг НДМА, соответственно.

При обследовании тех же точек в 2011 г. НДМА не был обнаружен в пределах чувствительности метода ионной хроматографии (0,1 мг/кг).

Таким образом, сравнительный анализ динамики КРТ в почве за 2007...2011 гг. и распределения НДМА в растительности, показал, что в точках с максимумами НДМА в растительности, концентрации нитратов в почве в разные годы изменяются в самых различных пределах. В некоторых случаях повышенным показателям НДМА в растительности в 2010 г. предшествуют высокие концентрации НДМА в почве, обнаруженные в 2008 г.

Исследование загрязнения растительности показало, что летом 2010 г. НДМА в растениях был обнаружен, несмотря на сравнительно невысокий уровень нитратного загрязнения в почвенном покрове. Летом 2011 г., при повышении нитратов в почве по сравнению с предыдущим годом, НДМА ни в одной пробе растительности выявлен не был. Однако, поступление НДМА в растения остается до конца не изученным.

Как установлено в работе [2], накопление продуктов распада НДМГ растениями зависит от семейства растений, геохимических условий мест их произрастания, близости источников поступления НДМГ, количества поступившего на поверхность почв и растений топлива. Это, по-видимому, связано с токсичностью не только самого НДМГ, но и продуктов его распада, образующихся при взаимодействии с кислородом или окислителями. В результате появляются не менее токсичные нитратсодержащие соединения [3], которые, трансформируясь, включаются в циклы азота в почве.

Одной из причин накопления нитратсодержащих веществ в растительности является несоответствие размеров поглощения растительными организмами нитратсодержащих веществ из почвы и их ассимиляция. Среди представителей высших растений выделяется группа семейств, аккумулирующих значительное количество нитратсодержащих веществ. К ним относятся семейства амарантовых, маревых, зонтичных, сложноцветных, капустных, пасленовых.

Способность к образованию НДМА в растениях обусловлена не только биологическими особенностями растений, но и условиями минерального питания. Несбалансированное основными элементами питания растений также может дать толчок к образованию НДМА.

Антропогенными факторами воздействия на растительный покров, помимо РКД, является сельскохозяйственная деятельность. Внесение на посевные поля высоких и сверхвысоких доз азотных удобрений приводит к избытку азота в почве и способствует избыточному накоплению нитратов в растениях. Кроме того, азотные удобрения усиливают процессы минерализации органического вещества почвы, и как следствие происходит нитрификация в растениях.

Отходы и стоки от животноводства также оказывают воздействие на процессы накопления в почве нитратов и способствуют образованию токсичных нитратсодержащих продуктов, в том числе и НДМА [4].

В степных экосистемах в конце весны отмечается повышенное содержание нитратов в почвах. Это связано с отмиранием эфемеров и эфемероидов. При этом резко повышается активность гетеротрофных микроорганизмов в нитрификации [5]. То есть можно ожидать увеличение содержания гидроксиламинов. Не отмирающие на лето степные полыни обладают специфической особенностью питания – они быстро поглощают вещества из почвы и возвращают их в природный круговорот с окончанием жизненного цикла.

Пока не найден ответ на вопрос о причинах и динамике загрязнения почв и растений нитрозодиметиламином (НДМА), являющимся веществом первого класса опасности, а также других устойчивых продуктов трансформации гептила в объектах окружающей среды. В связи с этим, в дальнейшем необходимо провести детальные исследования по установлению химизма образования НДМА в растениях и почвах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байтулин И.О. Оценка техногенной нарушенности растительного покрова на территории аварийного падения РКН РС-20 27 июля 2006 года в Кызылординской области и динамика восстановления естественного состояния растительности / Матер. научно-практ. конф. «Итоги реализации Программы экологического мониторинга территорий, подвергшихся техногенному воздействию в результате аварийного падения ракеты космического назначения РС-20 27 июля 2006 года в Кызылординской области». – Алматы, 2009. – С. 131-136.
2. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв / Под ред. С.М. Малахова. – М.: 1984. – Часть II. – 39 с.
3. Касимов Н.С., Гребенюк В.Б., Королева Т.В., Проскуракова Ю.В. Поведение компонентов ракетного топлива в почвах, водах и растениях // Почвоведение. – 1994. – № 9. – С. 110-120.
4. Навродская Е.Б., Шарাপова А.В., Филаретова А.Н. Биогеохимическая трансформация растительности под воздействием компонентов ракетного топлива в районе аварийного падения РН «Протон-М» 6 сентября 2007 года // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности. МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: 2011. – С. 79-85.
5. Тулупов П.Е., Колесников С.В., Кирюхин В.П. Химические превращения НДМГ в атмосфере воздуха и идентификация их продуктов // Загрязнение атмосферы и почв: Тр. 4 Всесоюзн. совещания. – Обнинск, 1989. – С. 87-102.

Поступила 20.08.2012

Биол. ғылымд. канд.  
Техн. ғылымд. докторы

Ш.С. Бисариева  
Ж.Қ. Жұбатов  
Е.А. Бекешев  
Е.Ю. Степанова  
О.А. Агапов

### **ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНДА «ДНЕПР» РС-20 ҒМЗ-НЫҢ АПАТТЫ ҚҰЛАУЫНАН БОЛҒАН ЗАРДАПТАРҒА КОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ**

*Мақалада РС-20 ҒМЗ-ның апатты құлау аймақтарындағы апат болғаннан кейінгі кезеңдердегі механикалық әсері мен химиялық ластануына далалық және зертханалық зерттеулер нәтижесінде алынған маңызды қорытындылар берілген.*

УДК 614.8.084+504.061.2:69.05(075.8)

Доктор техн. наук  
Доктор геогр. наук  
Канд. техн. наук

М.Ж. Бурлибаев \*  
А.А. Волчек \*\*  
П.В. Шведовский \*\*  
Д.М. Бурлибаева \*\*\*

## ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК, УЩЕРБ, ЭКОСИСТЕМА, ДЕТЕРМИНИРОВАННОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СТРАНЫ, НАЦИОНАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА*

*Интенсификация хозяйственной деятельности достигла к настоящему времени такого уровня, что детерминированное описание схем ее функционирования, основанное на постулате о причинной обусловленности всех факторов и процессов, зачастую не соответствует действительности. Всегда может проявиться элемент случайности, который приводит к формированию критической экологической ситуации, что и характерно в настоящее время.*

*Это определяет насущную необходимость смены акцента государственной политики в сторону решения задач направленных на максимально возможное снижение экологических рисков, минимизацию ущерба природной среде, недопущение ухудшения качества жизни народонаселения, что, в конечном итоге, и обуславливает устойчивое экономическое развитие страны и ее национальную безопасность.*

Анализ существующих и постоянно проявляющихся экологических проблем четко показывает неопределенность и стохастичность исходной информации о прогнозируемых условиях функционирования практически всех экологических систем. При этом в области экологических проблем неопределенность порождается как недостаточностью и искажением информации, так

\* Казахстанское Агентство Прикладной Экологии, г. Алматы

\*\* Брестский государственный технический университет, Республика Беларусь

\*\*\* Институт географии, г. Алматы

и разнообразием природоохранных технологий, условиями существования и функционирования экологических систем [2, 3].

Концепция информационно-статистического подхода [6, 7] базирующаяся на вариационном принципе выбора экстремальных распределений экспериментальных случайных величин, моделях редких событий и неопредельных распределениях сумм случайного числа случайных величин, является достаточно конструктивной, так как позволяет использовать теории рандомизации параметров, вероятности и операторных рядов Ли и др. [4, 8, 9].

Однако очень ограниченный объем информации (малые выборки) не позволяет при выборе закона распределения генеральной совокупности эффективно использовать критерии Шапиро-Уилка, Колмогорова и др. [6, 9] и требует инвариантных преобразований выборочных данных.

Неизвестность статистических свойств исходного распределения также не позволяет определить соответствие выборочных данных условиям использования асимптотической теории и постулата устойчивости. Это и обуславливает необходимость, в условиях полной неопределенности, задачи по выбору альтернативных экологических решений базировать на теории упорядоченности в множество одномерных функций распределения (стохастического формирования) по нижеследующей схеме: из рассматриваемого (заданного) множество альтернатив выбрать наилучшую, для которой  $F_{on}(x) \leq F_i(x)$ , для всех  $x \in [a, b]$  и  $i = 1, 2, \dots, n$ , при этом соответственно  $F_i(x) = \{X < x\}$ , где  $X$  – случайная величина, характеризующая эффект реализации принятой альтернативы (выходной эффект),  $x$  – некоторая критическая величина.

Согласно имеющимся исследованиям [1, 5, 7, 10, 11, 12] в области оценки вероятности различного рода событий, при ограниченности или полном отсутствии информации о законах распределения и механизма формирования случайной величины, стохастическое доминирование можно осуществлять по дисперсиям, либо первому и второму порядку (степени).

Функция распределения  $F_1(x)$  доминирует функцию распределения  $F_2(x)$  первой степени для всех  $x$ , если  $F_1(x) < F_2(x)$ , при этом  $F_1(a) = F_2(x) = 0$ . Функция распределения  $F_1(x)$  доминирует по определению

функцию распределения  $F_2(x)$  второй степени, если  $\int_0^x F_1(x)dx \leq \int_0^x F_2(x)dx$

для всех  $x \in [a, b]$ .

Выявлено также, что если  $Y_a, Z_a$  являются соответствующими квантилями распределений  $F_1(x), F_2(x)$  и для любых  $a \in (0, 1)$  и  $c > 0$   $F_1(Y_a+c) \geq F_2(Z_a+c)$ , то функции распределений  $F_1(x)$  и  $F_2(x)$  будут упорядоченными по дисперсии, причем  $F_2(x)$  является более дисперсной, при этом  $F_1^{-1}(\beta) - F_1^{-1}(\alpha) \leq F_2^{-1}(\beta) - F_2^{-1}(\alpha)$  для любых  $\alpha, \beta, (0 < \alpha < \beta < 1)$ .

А это позволяет стохастическое доминирование строить на сравнении аналитических функций квантилей, используя метод инверсии функции распределения с помощью операторных рядов.

Используя в качестве меры экологического ущерба интегральный показатель

$$R_n = \int_0^x \Phi(z) dz, \quad (1)$$

с ограничениями верхнего предела интеграла ограниченными возможностями природоохранных мероприятий, в силу неопределенности условий (возможности изменения стратегии поведения экологической системы) предпочтительным из альтернативных вариантов будет вариант, для которого

$$\int_0^x \Phi_i(x) dx \leq \int_0^x \Phi_k(x) dx, \quad (2)$$

при любых  $x, i = 1, 2; k \neq i$ .

Рассматривая решение задачи применительно к распределениям с математическими ожиданиями  $m_1$  и  $m_2$ , дисперсиями  $\sigma_1^2$  и  $\sigma_2^2$  и соответственно с плотностями вероятности

$$f_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1}} \exp\left(-\frac{(x-m_1)^2}{2\sigma_1^2}\right), \quad f_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_2}} \exp\left(-\frac{(x-m_2)^2}{2\sigma_2^2}\right), \quad (3)$$

инверсионный оператор для стандартного нормального закона ( $m = 0, s^2 = 1$ ) будет иметь вид

$$D = \sqrt{2\pi} \cdot \exp\left(\frac{x^2}{2}\right) \frac{d}{dx}. \quad (4)$$

Тогда  $D_x^1|_{x=0} = \sqrt{2\pi}; D_x^2|_{x=0} = 0; D_x^3|_{x=0} = (2\pi)^{3/2}$  или в общем случае

$$D_x^v|_{x=0} = (2\pi)^{v/2} \psi_v(0), \quad (5)$$

где  $\psi_v(x)$  – полином степени  $v = 1$ , определяемый по рекуррентному соотношению при фиксированном уровне значимости  $0 < P < 1$ .



Отсюда соответственно для  $F(x) = P$  (для любого  $P$ ) разложение в ряд квантили  $X_p$  имеет вид

$$X_p = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(P-0,5)^v}{v!} (2\pi)^{v/2} \Psi_v(0), \quad (6)$$

где  $\Psi_{v+1}(x) = \Psi_0(x) + v_x \cdot \Psi_v(x)$ ;  $\Psi_1(x) = 1$ .

Тогда функции квантилей для распределений (3) можно представить следующим образом

$$\left. \begin{aligned} x &= m_1 + \sigma_1 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha-0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} (2\pi)^{n+0,5} \Psi_{2n+1}(0); \\ x &= m_2 + \sigma_2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha-0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} (2\pi)^{n+0,5} \Psi_{2n+1}(0) \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

а так как функция распределения  $F_1(x)$  доминирует функцию распределения  $F_2(x)$  первой степени, когда  $F_1^{-1}(\alpha) \geq F_2^{-1}(\alpha)$  для любого  $0 \leq \alpha \leq 1$ , или в развернутой форме

$$m_1 + \sigma_1 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha-0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} (2\pi)^{n+0,5} \Psi_{2n+1}(0) \geq m_2 + \sigma_2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha-0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} (2\pi)^{n+0,5} \Psi_{2n+1}(0), \quad (8)$$

что определяет следующее неравенство

$$(m_1 - m_2) + (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha-0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} (2\pi)^{n+0,5} \Psi_{2n+1}(0) \geq 0. \quad (9)$$

Отсюда следует, что функция нормального распределения  $N_1(m_1, s_1)$  доминирует функцию нормального распределения  $N_2(m_2, s_2)$  первой степени, когда их дисперсии равны  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , а для математических ожиданий выполняется неравенство  $m_1 > m_2$ .

При этом функция распределения  $F_1(x)$  доминирует функцию распределения  $F_2(x)$  второй степени, если выполняются условия

$$\alpha \cdot F_1^{-1}(\alpha) - \int_0^{\alpha} F_1^{-1}(\gamma) d\gamma \leq \beta \cdot F_2^{-1}(\beta) - \int_0^{\beta} F_2^{-1}(\gamma) d\gamma, \quad (10)$$

где  $a$  ( $0 \leq a \leq 1$ ) и  $b$  ( $0 \leq b \leq 1$ ) связаны между собой соотношением  $F_1^{-1}(\alpha) = F_2^{-1}(\beta)$ .

После соответствующих преобразований и интегрирования квантильных функций (7) условия стохастического доминирования принимают следующий вид:

$$m_1 + \sigma_1 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha-0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} (2\pi)^{n+0,5} \Psi_{2n+1}(0) = m_2 + \sigma_2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha-0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} (2\pi)^{n+0,5} \Psi_{2n+1}(0), \quad (11)$$

$$\sigma_1 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \left[ \frac{\alpha \cdot (\alpha - 0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} - \frac{(\alpha - 0,5)^{2n+2}}{(2n+2)!} - \frac{1}{2^{2n+2}(2n+2)!} \right] \cdot (2\pi)^{n+0,5} \psi_{2n+1}(0) \leq, \quad (12)$$

$$\leq \sigma_2 \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \left[ \frac{\beta \cdot (\beta - 0,5)^{2n+1}}{(2n+1)!} - \frac{(\beta - 0,5)^{2n+2}}{(2n+2)!} - \frac{1}{2^{2n+2}(2n+2)!} \right] \cdot (2\pi)^{n+0,5} \psi_{2n+1}(0).$$

Для выделения областей стохастического доминирования в плоскости параметров  $a$  и  $b$ , считая, что  $s_2 > s_1$  и, используя специфические свойства функции квантилей гауссовских распределений, проанализируем ряды характерных точек:

$$a = 0,5, \quad \beta = \Phi\left(\frac{m_1 - m_2}{\sigma_2}\right); \quad b = 0,5, \quad \alpha = \Phi\left(\frac{m_1 - m_2}{\sigma_1}\right); \quad a = 1, \quad b =$$

$$1; \quad a = 0, \quad b = 0; \quad a = b = a_0; \quad x_0 = \frac{m_1 - m_2}{\sigma_2 - \sigma_1}; \quad \Phi_1(x_0) = \Phi_2(x_0) = \Phi\left(\frac{m_2 - m_1}{\sigma_2 - \sigma_1}\right),$$

для второго условия (второй степени) стохастического доминирования

$$\sigma_1 \{ \sum \alpha \} \leq \sigma_2 \{ \sum \beta \}. \quad (13)$$

При малых значениях  $\alpha(\beta) \{ \sum \alpha \}$  – отрицательная величина, а при больших  $\alpha(\beta)$  – становится положительной. Следовательно, существует значение параметра  $g_0 = a = b$ , независящее от параметров рассматриваемых гауссовских распределений  $(m_1, m_2, s_1, s_2)$ , при которых сумма равна нулю. В результате расчетов значение этого параметра варьирует в интервале 0,705 – 0,725.

Все это позволяет условие доминирования второй степени гауссовых распределений  $N_1(m_1, s_1)$  и  $N_2(m_2, s_2)$  с параметрами  $m_1, m_2, s_1, s_2$  соответственно сформировать в виде  $m_1 > m_2; s_1 < s_2; \Phi\left(\frac{m_1 - m_2}{\sigma_2 - \sigma_1}\right) \geq 0,725$ , где  $F(\bullet)$  – функция Лапласа.

Рассмотрим реализацию полученного аналитического решения для конкретной задачи.

Среднее значение предельно допустимых концентраций (ПДК) фенола в водном источнике по данным лабораторных анализов в последние пять дней составило  $\bar{x} = 4,2$  условных единиц при среднеквадратическом отклонении  $S_x = 1,43$ . Из предложенных трех альтернативных вариантов было реализовано экологическое мероприятие, которое обусловило изменение ПДК фенола, при этом в течение трех дней среднее значение было  $\bar{x}_3 = 2,7$  условных единиц при  $S_{x_3} = 1,68$ .

Тогда соответственно  $\Phi\left(\frac{4,2-2,7}{1,68-1,43}\right) = \Phi(6) = 1 > 0,725$ , т.е. можно утверждать, что в результате проведения экологического мероприятия имеет место стохастическое доминирование нового распределения показателя над его первоначальным распределением.

Однако это утверждение достоверно только в случае отсутствия противоречий о равенстве средних. Исходя из этого, были рассмотрены основные аспекты сравнения средних экологических значений, получаемым по малым случайным выборкам с целью выяснения: различие в их оценках обусловлено случайными причинами или отличием математических ожиданий. В качестве критериев сравнения средних значений по двум выборкам малого объема после их нормализации, согласно [6], целесообразно использовать «приближенные» критерии Уэлча и Вальда, статистики которых распределены по законам, близким к закону распределения Стьюдента, а улучшение приближения достигается коррективкой степеней свободы  $t$ -распределения.

Статистики критериев для случая  $\sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$  имеют вид:

$$W_y = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{S_x^2}{m-1} + \frac{S_y^2}{n-1}}}; \quad W_B = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{S_x^2}{m} + \frac{S_y^2}{n}}}. \quad (14)$$

Числитель статистик имеет нормальное распределение, дисперсия которого  $\sigma^2 = \frac{\sigma_x^2}{m} + \frac{\sigma_y^2}{n}$ , случайные величины  $\bar{x} - \bar{y}$ ,  $S_x^2$ ,  $S_y^2$  взаимно независимы, причем  $S_x^2 = \frac{\sigma_x^2 \cdot \chi_m^2}{m}$ ,  $S_y^2 = \frac{\sigma_y^2 \cdot \chi_n^2}{n}$  и при  $m \rightarrow \infty$ ,  $n \rightarrow \infty$  распределение  $W_B$  стремится к стандартному нормальному распределению и асимптотически не зависит от неизвестных параметров.

В случае конечных  $m$  и  $n$  распределение статистики  $W_B$  зависит от отношения неизвестных дисперсий  $\sigma_x^2 / \sigma_y^2$  и критическая область определяется неравенством  $V \geq f(c)$ , где  $f(c)$  – некоторая функция, зависящая от неизвестного отношения дисперсий.

В качестве такой функции можно использовать интерполяционный полином третьей степени

$$f(c, m, n, \alpha) = \tau_2 \cdot \frac{(\theta - c)^2 \cdot (1 - c)}{\theta^2} + \tau \cdot \frac{[\theta(1 - \theta) + (2\theta - 1) \cdot (c - \theta)] \cdot c \cdot (1 - c)}{\theta^2 \cdot (1 - \theta)^2} + \tau_1 \cdot \frac{(\theta - c)^2 \cdot c}{(1 - \theta)^2}, \quad (15)$$

где  $t, t_1, t_2$  – квантили распределения Стьюдента с  $m+n, m, n$  степенями свободы;

$$c = \frac{\bar{m} \cdot S_x^2}{\frac{S_x^2}{m} + \frac{S_y^2}{n}}, \quad (16)$$

$$\Theta = \frac{n}{m+n}$$

При выборках неравных объемов  $W_B$  заменяется его оценкой, имеющей минимальное смещение

$$\bar{W}_B = c - 2c \cdot (1-c) \cdot \left( \frac{1-c}{n} - \frac{c}{m} \right). \quad (17)$$

Однако учитывая, что при выборе альтернативных экологических решений обычно одна из выборок (предыстория) достаточно представительная, допускающая идентификацию закона распределения, а вторая – малая (реализация), то более целесообразно использовать теорию Беренса – Фишера [7], которая позволяет проверить гипотезу для случая  $\sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$  с мешающими параметрами – дисперсия и одно из математических ожиданий, входящих в вероятностную плотность.

Отметим, что в общем случае двум нормальным выборкам и четырем параметрам  $(\tilde{x}, \sigma_x^2, \tilde{y}, \sigma_y^2)$  будет соответствовать четыре статистики  $(\bar{x}, S_x^2, \bar{y}, S_y^2)$  и плотность вероятности

$$f(x, y) = \frac{1}{(2\pi)^{(m+n)/2} \cdot \sigma_x^m \cdot \sigma_y^n} \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2 \cdot \sigma_x^2} \cdot \sum_{i=1}^m (x_i - \tilde{x})^2 - \frac{1}{2 \cdot \sigma_y^2} \cdot \sum_{j=1}^n (y_j - \tilde{y})^2 \right]. \quad (18)$$

А так как параметры  $\tilde{x}$  и  $\tilde{y}$  связаны условием  $\tilde{x} = \tilde{y}$ , оставшимся трем параметрам будут уже соответствовать четыре достаточные статистики, т.е. если  $X_1, \dots, X_m$  нормально распределены с параметром  $\Theta = (\tilde{x}, \sigma_x^2)$ , то достаточно для  $\Theta$  будут статистики

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m x_i \text{ и } S_x^2 = \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2. \quad (19)$$

Сводя множество достаточных статистик  $(\bar{x}, \bar{y}, S_x^2, S_y^2)$  к виду  $\frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{S_x^2 + S_y^2}}$  и  $\frac{S_y^2}{S_x^2}$ , критическую область для рассматриваемой задачи можно представить в виде

$$\frac{|\bar{y} - \bar{x}|}{\sqrt{S_x^2 + S_y^2}} \geq g\left(\frac{S_x^2}{S_y^2}, \alpha, m, n\right), \quad (20)$$

где  $\alpha$  – уровень значимости.

Исследованиями [6, 11, 13] доказано, что используя рекуррентную процедуру и последовательно применяя оператор преобразования в виде гипергеометрической функции Гаусса, постановку задачи о равенстве средних

нужно осуществлять при условии  $\frac{S_y^2}{S_x^2} < 1$ .

Отсюда при любом  $\alpha$ -уровне значимости для критической области справедливо условие

$$\frac{|\bar{y} - \bar{x}|}{\sqrt{S_x^2 + S_y^2}} \geq \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{(1-\alpha)^\nu}{2^\nu \cdot \nu!} D^\nu T|_{T_0=0}, \quad (21)$$

где  $D$  – оператор преобразования, при этом  $D^\nu \cdot T / T_0 = D(D^{\nu-1} \cdot T) / T_0$ ;  $T$  – расчетные значения статистики.

В соответствии с вышеизложенными выкладками проверим для конкретной задачи противоречивость гипотезы  $H_0 : \bar{x} = \bar{y}$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Расчетные значения статистики

$$T_p = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{S_x^2 + S_y^2}} = \frac{|4,2 - 2,7|}{\sqrt{1,43^2 + 1,68^2}} = 0,68. \quad (22)$$

Для  $\frac{m}{n} = \frac{5}{3}$  при  $\alpha = 0,05$  и  $\frac{S_x^2}{S_y^2} = 0,5$   $T_{кр} = 1,8585$ .

Так как  $T_p = 0,68 < T_{кр} = 1,8585$ , то противоречия в гипотезе не выявляются, а, следовательно, принятый альтернативный вариант экологического решения не является достаточно эффективным.

Бесспорно, что предложенная методика выбора альтернативных вариантов экологических решений требует соответствующей корректировки, но заложенные в ней принципы решают в целом проблему принятия решения в условиях неопределенности и экстремальности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
2. Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Калинин М.Ю., Скольский В.А., Шведовский П.В. Чрезвычайные ситуации в природной среде – Алматы: Каганат, 2011. – 352 с.
3. Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В. Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических моделях и методах – Алматы: Каганат, 2003. – 532 с.
4. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений – М.: Мир, 1965. – 419 с.
5. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии – М.: Мир, 1981. – 283 с.
6. Ивченко Б.П. Информационная экология, Ч.1. – СПб, 1998. – 201 с.
7. Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Монастырский М.Л. Теоретические основы информационно-статистического анализа сложных систем – СПб: Лане, 1997. – 209 с.
8. Мартыщенко Л.А. Экстремальные распределения экстремальных случайных величин – М: МО СССР, 1989. – 201 с.
9. Моделирование процессов в природно-экономических системах / Под ред. В.И. Гурмана – Новосибирск: Наука, 1982. – 176 с.
10. Прикладные нечеткие системы / пер. с япон. под ред. Т. Терно – М.: Мир, 1993. – 386 с.
11. Райфа Г. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности – М.: Наука, 1970. – 402 с.
12. Рапопорт И.А. Математические аспекты абстрактного анализа систем – М.: Прогресс, 1969. – 193 с.
13. Чернышев М.К. Математическое моделирование иерархических систем – М.: Наука, 1998. – 168 с.

Поступила 29.08.2012

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бүрлібаев
Техн. ғылымд. докторы	А.А. Волчек
Техн. ғылымд. канд.	П.В. Шведовский
	Д.М. Бүрлібаева

## **БЕЛГІСІЗДІК ЖАҒДАЙДАҒЫ АЛЬТЕРНАТИВТІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕРДІ ТАҢДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Шаруашылық жұмыстың интенсификациясы қазіргі кезеңде, барлық факторлар мен процесстер себептері келтірілген постулат негізімен оның жұмыс істеуінің детерминделген сипаттама кескіні сәйкес келмейді. Барлық уақытта келеңсіз экологиялық жағдайлар қалыптасуына себеп болатын қазіргі уақытқа тән кездейсоқ элемент анықталуы мүмкін.*

*Бұл мүмкіндік экологиялық қауіптердің болуын төмендету, табиғи ортаға залалды азайту, халықтың тұрмыс сапасының нашарлауына жол бермеу мүмкіншіліктерін шешуге бағытталған мемлекеттік саясаттың екпінді ауысымының керекті қажеттілігін анықтайды, сонымен қатар елдің экономикасының орнықты дамуын және ұлттық қауіпсіздікті ескертеді.*

УДК 551.506.2:551.509.51

Б.А. Сазанова \*

Т.В. Худякова \*

Г.А. Бабаханова \*

Т.И. Криворучко \*

Канд. техн. наук В.В. Жданов \*

Л.М. Соколова \*

## СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2010 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 на 1...2,5 °С выше нормы на западе, юге, местами на юго-востоке, северо-западе и в центре республики, около и ниже нормы на 1,8 °С – на остальной территории.

Осадков выпало на большей части территории республики около и больше нормы в 1,3...2,0 раза, лишь местами на западе, юго-западе, северо-западе, севере, юге и в центре республики – меньше нормы.

Гидрометеорологические условия в 2010 г. на территории Казахстана формировались в основном под влиянием меридиональных процессов: преобладала зональная циркуляция – Ш, в феврале, июле, сентябре и декабре – Е, в январе и октябре преобладающий индекс циркуляции – С по М.Х. Байдалу.

Зима в целом была холодной и преимущественно влажной. Начало весны было теплым и влажным, апрель был несколько прохладным и наиболее дождливым – на западе. В конце сезона в западных регионах потеплело, а на остальной территории было прохладно. Летом и в начале осени в запад-

\* Казгидромет, г. Алматы



ной половине Казахстана сохранялась жаркая и сухая погода, а на остальной территории было прохладно и дождливо. В октябре процесс перестроился: на западе было прохладно и дождливо, тепло и преимущественно сухо – на остальной территории. В ноябре положительные аномалии температуры наблюдались практически на всей территории республики, осадков было выше нормы преимущественно в северной половине Казахстана. Начало зимы было теплым и сухим – в западных регионах, холодным и снежным – в восточной половине республики.

**В январе** преобладание северо-западных и северных потоков, а также влияние Сибирского антициклона большую часть месяца обусловило холодную погоду (1...10 °С) – в северной половине Казахстана. А частые выходы южно-каспийского циклона – теплую (1...6 °С) – в южных областях и выпадение осадков почти на всей территории около и превышающую норму в 1,3...4,7 раза, лишь местами на западе, северо-западе, севере, северо-востоке и юге республики отмечался их дефицит.

**Февраль** был холодным (1...9 °С) почти на всей территории Казахстана, лишь на крайнем юге было тепло (1...2,5 °С).

Осадков выпало на большей части республики около и больше нормы в 1,3...5,1 раза, местами на западе, северо-западе, севере, северо-востоке, юге и в центре республики – меньше нормы.

В первой половине месяца стационарирование высотного гребня над западом республики привело к повышению температуры воздуха в западной половине и формированию положительных аномалии на юге Казахстана. Остальная территория Казахстана находилась под влиянием высотной ложбины. Усиление Сибирского антициклона и ультраполярного вторжения у земли привели к понижению температуры воздуха почти на всей территории Казахстана, а прохождение атмосферных фронтов обусловило выпадение осадков преимущественно на юге и юго-востоке республики.

Широтная фронтальная зона в конце второй декады обусловило кратковременное ослабление морозов. Затем перемещение слабовыраженной высотной ложбины, с запада на восток, а также северное и последовавшее за ним западное вторжение обусловили понижение температуры.

**Март** был преимущественно теплым и влажным. Средняя месячная температура воздуха на большей части республики была около и на 1...4 °С выше нормы, лишь на крайнем востоке на 1...2,7 °С ниже нормы.

Осадков на большей части республики выпало около и больше нормы в 1,3...4,5 раза, лишь местами на юге – меньше нормы.

Преобладание высотного гребня на большей части Казахстана в начале первой декады способствовало повышению температуры воздуха, лишь на крайнем северо-востоке, востоке и юго-востоке республики был северо-западный заток холодных воздушных масс. У земли прохождение западного вторжения способствовало сохранению низкого температурного фона на севере, востоке и местами в центре республики. Затем высотный гребень переместился на восток, формируя вынос теплых воздушных масс; а на западные регионы сместилась высотная ложбина, что привело к выходу Черноморского циклона. Большую часть второй декады на территорию Казахстана осуществлялся юго-западный вынос тепла, при этом интенсивное повышение температуры воздуха отмечалось на юго-востоке, где воздух прогрелся днем до 20...28 °С, местами на юге до 32 °С. Затем на территорию Казахстана сместилась высотная ложбина из района Урала, вызвав кратковременное понижение температуры и выпадение осадков. У земли в течение декады выходы южных циклонов сменялись западными вторжениями, что приводило к частым выпадениям осадков по всей территории Казахстана. В третьей декаде углубление ложбины над Европейской территорией России (ЕТР) и Западным Казахстаном обусловило вынос тепла на восточную половину Казахстана и заток холодных воздушных масс на северо-запад республики. В конце месяца высотный циклон заполняясь переместился на восток, а в тыл ему распространился высотный гребень.

**Апрель** на большей части Казахстана был теплым. Температура в пределах средних многолетних значений (1...2,1 °С), лишь в Восточно-Казахстанской, местами в Карагандинской и Алматинской областях ниже нормы (-5 °С).

Осадков выпало больше нормы в 1,3...3,8 раза на юго-западе, местами на западе, северо-западе, востоке, юго-востоке, юге и в центре, около и меньше нормы – на остальной территории.

В начале месяца над ЕТР сформировался высотный гребень, который охватывал большую часть территории Казахстана, над южными областями при этом наблюдались западные потоки, что на фоне выхода Верхне-Амударьинского циклона обусловило повсеместное повышение температуры. Лишь на востоке республики под влиянием северо-западных потоков и от-

рога Сибирского антициклона сохранялись низкие температуры воздуха. Во второй половине декады северное вторжение обусловило повсеместное понижение температуры воздуха и выпадение осадков. Во второй декаде над Казахстаном наблюдался широтный перенос. В начале периода выход Южно-Каспийского циклона обусловил выпадение осадков и повышение температуры воздуха по всей территории республики. Влажное западное вторжение во второй половине декады привело к выпадению значительного количества осадков, особенно на юго-востоке Казахстана, и понижению температуры воздуха. В начале третьей декады над Казахстаном установился высотный гребень, который постепенно смещался в восточном направлении, формируя ясную теплую погоду. Очередное западное вторжение в конце месяца обусловило выпадение осадков и понижение температуры воздуха в западной половине республики.

В **мае** средняя месячная температура воздуха была выше нормы на 1...3 °С на западе, северо-западе, на большей части севера, юга, местами на юго-западе и в центре республики, около и на 1...2 °С ниже нормы – на остальной территории Казахстана.

Осадков выпало около и на 1,3...3,4 раза больше нормы на большей части запада, юго-запада, центра и востока, местами на севере, северо-востоке, юго-востоке и юге республики, меньше нормы – на остальной территории.

Первые две декады **мая** западная половина Казахстана находилась под влиянием высотного гребня, а остальная территория под влиянием высотной ложбины. Это явилось причиной положительных аномалий температуры на западе и отрицательных – на остальной территории. В начале третьей декады вся территория республики была под влиянием высотной ложбины, что способствовало интенсивному затоку холодных воздушных масс и выпадению осадков почти повсеместно. Перестройка процессов привела к повышению температуры воздуха в середине декады. Западное вторжение в конце месяца вновь обусловило кратковременное понижение температуры, и выпадение осадков на большей части территории Казахстана.

**Июнь** на большей части территории Казахстана был преимущественно теплым (1...4 °С), лишь на северо-востоке, востоке, юго-востоке и местами на юге – около нормы.

Осадков выпало меньше нормы в большинстве областей; около и на 1,3...1,9 раза больше нормы – на крайнем севере, местами на северо-западе,

северо-востоке, востоке, преимущественно в горных и предгорных районах юга и юго-востока республики.

В начале первой декады западная половина Казахстана находилась под влиянием высотного гребня, а остальная территория – под влиянием северо-западных потоков. У земли наблюдалось западное вторжение, что способствовало понижению температуры воздуха в большинстве областей, а обострение волновой деятельности над горными районами юго-востока и востока вызвало ливневые дожди. Распространение высотного гребня на южные и восточные регионы, а также установление широтного переноса над севером республики привело к жаркой и сухой погоде. Большую часть второй декады территория Казахстана была под влиянием западного переноса, что привело к повышению температурного фона по всей республике: ночью до 14...20 °С, днем до 33...39 тепла, на западе и юге местами в Мангистауской и Кызылординской областях воздух прогрелся ночью до 22...28 °С, днем до 40...44 тепла. Лишь в конце декады углубление высотной ложбины обусловило кратковременный спад жары и ливневые дожди. Большую часть третьей декады западная половина находилась под влиянием высотного гребня, что сохранило высокий температурный фон. На остальную территорию оказывала влияние высотная ложбина, что привело к затоку холодных воздушных масс и выпадению осадков.

В июле средняя месячная температура воздуха была ниже нормы на 1...3 °С – на северо-востоке и местами на севере, востоке, юго-востоке, юге и в центре республики, выше нормы на 1...6 °С – на западе, юго-западе и на северо-западе, около нормы – на остальной территории Казахстана.

Осадков выпало около и больше нормы на 1,3...5,5 раза – на большей части востока, юго-востока, местами на западе, северо-западе, севере, юге и в центре республики, меньше нормы – на остальной территории.

В первой декаде синоптическая ситуация все еще сохранялась. Во второй декаде вся территория Казахстана была под влиянием высотной ложбины. Выход Южно-Каспийского циклона в начале периода обусловил кратковременное повышение температуры и выпадение дождя почти по всей территории республики. Северо-западное вторжение во второй половине декады привело к спаду жары и выпадению значительного количества дождя на востоке и юго-востоке Казахстана. В течение третьей декады усиление высотного гребня над западной половиной Казахстана способствовало повышению здесь температуры воздуха и дефициту осадков. Устойчивая высотная лож-

бина в восточной половине и северо-западное вторжение у земли обусловило понижение температуры и выпадение осадков в этих районах.

**Август** был теплым (1...5,6 °С) почти на всей территории республики, лишь в Восточно-Казахстанской, Алматинской, на крайнем востоке Карагандинской и местами в Жамбылской области температура была около нормы.

Осадков выпало около и на 1,3...3,1 раза больше нормы местами на западе, юго-западе, севере, северо-востоке, востоке, юго-востоке и юге республики, меньше нормы на остальной территории.

В первой декаде стационаривание высотного гребня над западной территорией республики способствовало сохранению жаркой и сухой погоды. Преобладание северо-западных потоков над северо-востоком, востоком и юго-востоком Казахстана явилось следствием затора прохладного и влажного воздуха в эти районы. В начале второй декады эта синоптическая ситуация все еще сохранялась. Северное, а затем северо-западное вторжение у земли привело к еще большему понижению температуры воздуха в восточной половине Казахстана и выпадению дождей в отдельных регионах. В первой половине третьей декады перемещение высотной ложбины с запада на восток, и западное вторжение у земли способствовало понижению температуры воздуха и выпадению осадков в большинстве районов республики. В конце третьей декады территория Казахстана была под влиянием выноса тепла со Средиземного моря и температура повысилась.

**Сентябрь** был теплым (1...3,4 °С) на западе, местами на севере, юге и в центре республики, на остальной территории около нормы.

Осадков выпало меньше нормы почти на всей территории Казахстана, около и на 1,3...3,2 раза больше нормы местами на северо-западе, северо-востоке, востоке, юго-востоке и юге республики.

В начале месяца территория Казахстана находилась под влиянием высотного гребня, который разрушился к концу первой декады, и на северную половину оказывала влияние высотная ложбина с осью, ориентированной на районы ЕТР. Обострение фронтальных разделов в предгорных районах востока и юго-востока, а также преобладание циклонической деятельности в северо-западной половине обусловило прохладную с дождями погоду. Затем углубление и перемещение высотной ложбины в восточном направлении вызвали осадки в большинстве областей, у земли при этом произошло 2 северо-западных вторжения, что привело к существенному перепаду температуры

воздуха, и формированию холодной погоды преимущественно в восточной половине республики: температура воздуха понижалась в ночные часы до +2...+9 °С, местами на юго-востоке до 0...2 мороза, в центре и на северо-востоке до 0...4 мороза, на севере и востоке до 0...8 мороза, днем в южной половине до +17...+23 °С, в северной до – +5...+16 °С. В третьей декаде над Казахстаном преобладали широтные потоки. Прохождение серии циклонов по югу ЕТР привело к выпадению осадков на территории западного, северного, восточного и центрального Казахстана.

В **октябре** средняя месячная температура воздуха была около и выше нормы на 1,0...4,1 °С, лишь на крайнем западе ниже нормы на 1...1,7°С.

Осадков выпало около и больше нормы в 1,3...3,8 раза на западе, юго-западе, на большей территории северо-запада, юго-востока и местами в центре; меньше нормы – на остальной территории.

В начале месяца над Казахстаном сохранился широтный перенос воздушных масс. Затем перемещение высотной ложбины в восточном направлении вызывало повсеместное выпадение осадков и кратковременное понижение температуры. В конце декады на западе республики с формированием высотного гребня температура повысилась. Во второй декаде в средней тропосфере происходило чередование высотных ложбин и гребней, что вызывало смену волн холода и тепла. Западное вторжение в начале и северо-западное в самом конце декады обусловили ухудшение погодных условий преимущественно в северной половине, а выход Южно-Каспийского циклона в середине периода – повсеместное выпадение осадков и кратковременное повышение температуры. Затем усиление Сибирского антициклона у земной поверхности привело к понижению температуры воздуха на северо-востоке, востоке, юго-востоке и юге республики, а западное вторжение – выпадению осадков преимущественно на юго-востоке Казахстана. К концу месяца территория Казахстана была под влиянием юго-западного выноса тепла и температура воздуха повысилась, за исключением крайних западных регионов, где было прохладно и дождливо, что было связано с полем пониженного давления.

**Ноябрь** был теплым (2...8°С). Это объясняется тем, что большую часть месяца над Казахстаном преобладали широтные потоки. Кратковременное понижение температуры и выпадение осадков было обусловлено западными вторжениями – в начале месяца и северо-западными – в начале третьей

декады. Осадков выпало около и больше нормы в 1,3...2,2 раза в северной половине Казахстана и в отдельных районах юга и юго-востока, на остальной территории – меньше нормы.

**Декабрь** был теплым (1...6°C) и преимущественно засушливым в западной половине республики, холодным (1...5,4 °C) и влажным в 1,3...2,9 раза – в восточной половине Казахстана.

В начале месяца западная половина была под влиянием выноса тепла, а на восточные регионы осуществлялся заток холода. У земли при этом наблюдалось западное, а затем северное вторжение, которые обусловили снегопады в большинстве областей и повсеместное понижение температуры воздуха. При холодном западном вторжении в ночные часы в южной половине республики температура понизилась от 6 тепла ... 9 мороза до -10...-24 °C, местами 30 мороза, в северной половине от 0...12 мороза до -13...-25 °C, в отдельных районах севера, центра и востока до 30...34 мороза. Таким образом перепады температуры воздуха за сутки составили в южной половине 10...18 °C (3-4 декабря), в северной – 10...20 °C (2-3 декабря).

Большую часть второй декады почти вся территория Казахстана находилась под влиянием высотного гребня, который способствовал формированию положительных аномалий температуры в большинстве областей республики. К концу декады выход Южно-Каспийского циклона в южной половине и северо-западное вторжение в северной вызывали выпадение осадков.

В начале третьей декады над западом Казахстана господствовал высотный гребень, что сохранило положительную аномалию температуры, а на остальную территорию осуществлялся заток холода с Баренцева и Карского морей, вызывая понижение температуры воздуха и выпадение осадков. Северо-западные вторжения, привели к понижению температуры воздуха ночью до 20...28 °C, местами на востоке до 34 °C.

### **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 2010 году наблюдались на 20 метеорологических станциях и постах. Всего было зарегистрировано 56 случаев такого усиления ветра.

Наиболее часто сильные ветры, достигающие штормовой и ураганной силы, связаны с влиянием орографии. Строго определённое направление ветра и скорость, были на озере Алаколь (на северо-востоке Алматинской области), в районе хребта Каратау (Тараз, Каратау) и Жангизтобе (Восточно-Казахстанская область). Возникновение сильных местных ветров в вышеуказанных районах, связано с определённым положением синоптических образований, при увеличении барических градиентов, в основном без прохождения фронтальных разделов.

Так в районе Жаланашколя в Алакольской впадине на северо-востоке Алматинской области в 2010 году наблюдалось 19 периодов юго-восточного ветра со средней скоростью 30...38 м/с, порывами до 40...41 м/с и продолжительностью от 1 до 44 часов. Усиление юго-восточного ветра до значений СГЯ наблюдалось в январе-апреле, октябре и декабре при характерной синоптической обстановке – наличие мощных антициклонов ( $P_g = 1049...1067$  гПа) над Монголией или югом Восточной Сибири. Они усиливались за счет орографического антициклогенеза и значительной адвекции холода. Отроги этих антициклонов были направлены на Восточный Казахстан. Одновременно из районов Средней Азии и Южного Казахстана под активной фронтальной зоной на северо-восток перемещались волновые возмущения, или формировались в ложбине на востоке Алматинской области, где падение давления составляло 1.5...3.5 гПа/3 часа. Также при этом наблюдалась значительная адвекция тепла на эти районы. Восточнее Алакольских озёр происходило увеличение барических градиентов до 6...8 гПа/100 км, и как следствие, усиление скорости ветра до критериев СГЯ.

В Жалгызтобе Восточно-Казахстанской области юго-восточные орографические ветры со скоростью 34 м/с и порывами до 40 м/с наблюдались 17...18 февраля, 8...9, 14...15, 17 марта и 15 декабря. Их продолжительностью была от 2 до 46 часов. Возникновение сильных ветров отмечалось при приближении барической ложбины к западу Восточно-Казахстанской области или её формирование и значительная адвекция тепла. Ось отрога антициклона преимущественно проходила через Восточный Казахстан и была ориентирована на Алматинскую область, что также приводило к значительному увеличению барических градиентов и усилению скорости ветра.

На М Жамбыл и М Каратау сильные юго-западные и западные ветры, достигшие критериев СГЯ, наблюдались 4, 6, 13 и 17 января, а также 11 мар-



та, скорость ветра достигала 30...34 м/с, продолжительность было 1...5 часов. Усиление ветра в Жамбылской области было связано с прохождением контрастных холодных фронтов, за которыми распространялись мощные антициклоны вторжения или отроги антициклона. Падение давления перед тёплым фронтом составило 2,6... 4,8 гПа/3 часа, рост давления за холодным фронтом во всех случаях был в интервале 3,0...4,9 гПа/3 часа. Температура за фронтом понижалась на 10...20 °С. При этом дополнительный вклад в усиление ветра вносила орография – хребты Каратау и Таласский. С прохождением холодных атмосферных фронтов, ориентированных почти меридионально, с наветренной стороны хребтов происходило накопление холодного воздуха и интенсивный рост давления, а с подветренной стороны гор в районе М Жамбыл отмечался отток воздуха, что приводило к падению давления. В результате тяжёлый холодный воздух «падал» с гор, и, не встречая сопротивления на своем пути, значительно ускорялся.

Сильные ветры западного и юго-западного направления, скоростью 15...20 м/с с порывами до 25...29 м/с, сопровождавшиеся снегопадами, метелями, местами сильными, охватившие почти всю северную половину республики, наблюдались в период 17...18 марта. На М Ерейментау Акмолинской области – 31 м/с, на М Карабутаг Актюбинской области и М Родниковское Карагандинской области – 34 м/с, М Кишкенеколь Северо-Казахстанской области – 35 м/с. Рассмотрим подробно синоптическую ситуацию, при которой скорость ветра на большей части территории достигала значений ОЯ, а на некоторых метеостанциях СГЯ.

Циклон, образовавшийся на востоке Средиземного моря в 00 ч СГВ 15 марта под активной фронтальной зоной (величина барического градиента 20 гПа/500 км) перемещался в северо-восточном направлении и уже 17 марта распространился над Центральным Казахстаном. Центр его находился над Карагандой ( $P_g = 992,5$  гПа) (рис. 1).

С этим циклоном было связано три системы фронтов: полярная, арктическая и свежearктическая. В теплом секторе циклона над югом и центром Казахстана температура воздуха 17 марта в 00ч СГВ была +10...+20 °С, за холодным арктическим фронтом на востоке Актюбинской области -1...-2 °С. В передней части циклона давление падало на 3,0...5,4 гПа/3 часа, за холодным полярным фронтом давление росло на 1,9...2,5 гПа/3 часа, за холодным арктическим фронтом на востоке Актюбинской области рост давления

составил 3,4...5,2 гПа/3 часа. Холодный свежееарктический фронт проходил через Оренбург – Актюбинск – Атырау. За счет обвала холода в тылу циклона и выноса значительного тепла из районов Средней Азии происходило обострение фронтальных разделов и увеличение скорости перемещения циклона и атмосферных фронтов. Под активной фронтальной зоной (средняя скорость в тропосфере была 120...140 км/ч) циклон перемещался на северо-восток и в 12 ч СГВ 17 марта его центр находился над Павлодаром (рис. 2).

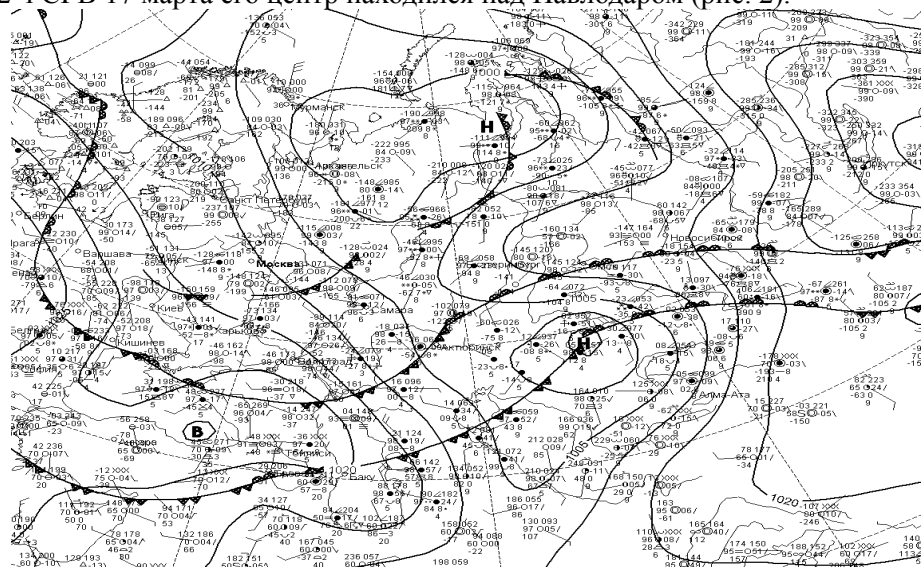


Рис. 1. Анализ приземный за 00 ч СГВ 17.03.2010 г.

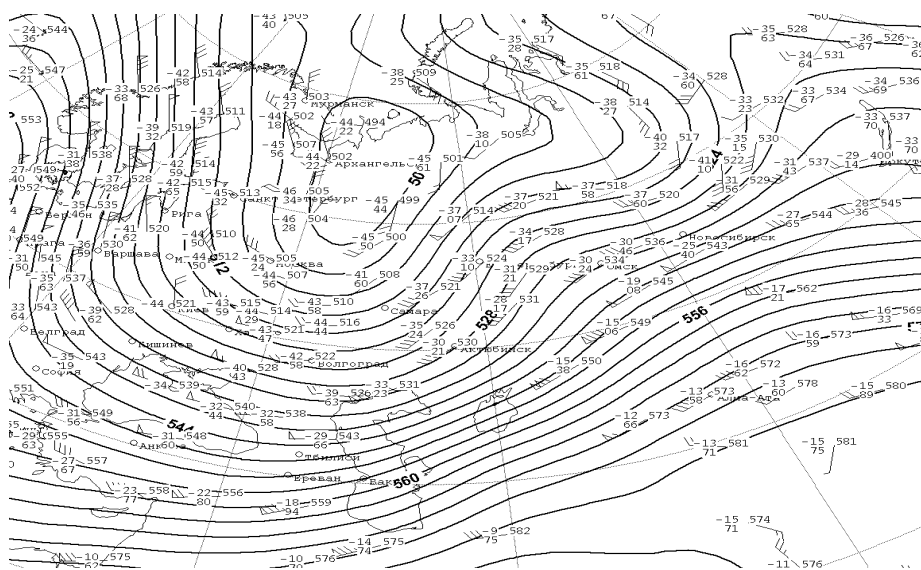


Рис. 2. Карта АТ-500 за 00 ч СГВ 17.03.210 г.

Восточные ветры над Акмолинской, Карагандинской, Актюбинской и Северо-Казахстанской областями поменялись на юго-западные и западные. В тыл циклона на запад и юг Казахстана, и Среднюю Азию сместился антициклон вторжения, центр которого расположился над Средним Каспием ( $P_{ц} = 1025,8$  гПа). Такая направленность в развитии атмосферных процессов привела к сближению разноименных барических центров и формированию над Северным Казахстаном штормовой зоны. Усиление ветра до значений ОЯ, а в отдельных местах и до критериев СГЯ, произошло в южной части циклона за счет увеличения барических градиентов до 15 гПа/500 км и продолжающегося затока холода. За сутки к 00 ч СГВ 18 марта циклон незначительно переместился из районов г. Павлодара на район г. Новосибирска, к 12 ч СГВ его центр переместился севернее г. Томска и заполнился ( $P_{ц} = 1005$  гПа). Значительному движению на северо-восток препятствовал отрог антициклона, располагавшийся над севером Восточной Сибири. В тоже время, в тыл циклона, усиливаясь, продолжал смещаться антициклон из районов Каспия. И уже 18 марта в 00 ч СГВ он занимал почти всю территорию Казахстана, за исключением крайних северных районов. Давление в центре антициклона за 12 часов выросло на 9 гПа и стало  $P_{ц} = 1034$  гПа, барический градиент над Северным Казахстаном увеличился до 20...25 гПа/500 км и сильный ветер на северо-востоке Казахстана сохранился. В дальнейшем, антициклон, усиливаясь ( $P_{ц} = 1038$  гПа) и перемещаясь на восток, распространился и на Северный Казахстан, а циклон медленно смещаясь на северо-восток, заполнился ( $P_{ц} = 1005$  гПа). Штормовая зона также переместилась на северо-восток на Новосибирскую область, и ураганный ветер над территорией Северного Казахстана прекратился.

Шквалистое усиление ветра 30...32 м/с в 2010 году наблюдалось на 5 метеостанциях, продолжительность была от 1 до 10 минут, и происходило при смещении холодных фронтов, развитии вертикальных движений и мощной кучево-дождевой облачности.

**Сильная метель.** Метели в Казахстане в зимнее время обычное явление. В 2010 году наблюдалось 10 периодов сильных метелей, продолжительностью более 12 часов, когда средняя скорость ветра достигала 15 м/с и более, видимость при этом уменьшалась до 50 м. Наибольшее количество сильных метелей было в марте – 4 периода.

Период 19...20 января низовые метели, местами сильные, наблюдались в Алматинской, Жамбылской, Карагандинской и Восточно-Казахстан-

ской областях. В Жамбылской области на М Кордай и М Шокпар метели продолжались 16...18 часов при средней скорости ветра 16 м/с, с порывами до 25 м/с. В Алматинской области на М Учарал и острове Алгазы сильная метель продолжалась 14...20 часов, скорость ветра 15...18 м/с, видимость 200...1000 м. В Карагандинской области на М Бектаута и Саяк продолжительность метели была 15...24 часа, средняя скорость ветра 18...20 м/с, порывы достигали 24...34 м/с, видимость понижалась до 5000...1000 м. В Восточно-Казахстанской области на М Актогай метель продолжалась 14 часов, скорость ветра 20 м/с, видимость 1000 м, на М Бакты сильная метель продолжалась 45 часов при средней скорости ветра 23 м/с и видимости 2000 м. Сильные метели были связаны с наличием волновой деятельности над югом Казахстана и Средней Азией и антициклоном над Северным Казахстаном и Алтаем.

Антициклон, который образовался 16 января над ЕТР, в течение последующих дней усиливался, и 18 января в 00 ч СГВ переместился на территорию Казахстана, юг Западной Сибири и юг Восточной Сибири. Его центр располагался над Алтаем, давление – 1058 гПа. В тропосфере над Западной Сибирью и Восточным Казахстаном сформировалась меридиональная ВФЗ с северными потоками. Ось высотного гребня с основанием над Кавказом была ориентирована на Баренцево море. Ось высотной ложбины была ориентирована от Восточной Сибири на юго-восток Казахстана (рис. 3).

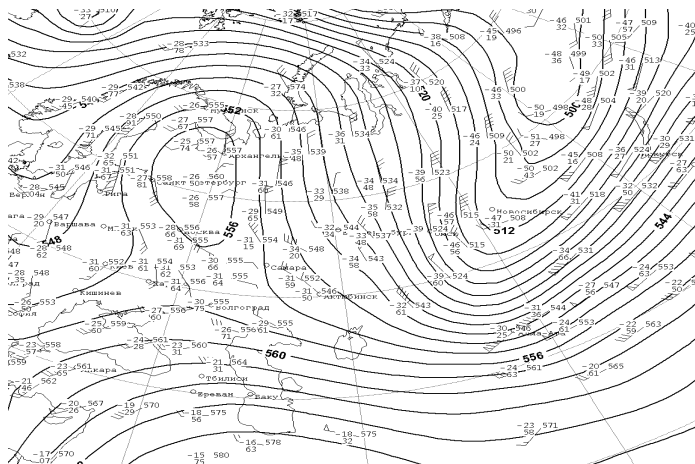


Рис. 3. Карта АТ-500 за 00 ч СГВ 18.01.2010 г.

С северными ветрами на южные, центральные и восточные области республики распространился холодный арктический воздух из районов Кар-

ского моря, что привело 19 января к дальнейшему усилению антициклона ( $P_{ц} = 1078$  гПа), и значительному понижению температуры воздуха. В Алматинской и Жамбылской областях температура понизилась до  $-20...-27$ , в северной половине областей до  $-28...-33$  °С, в Карагандинской – до  $-28...-34$ , местами  $-35...-43$  °С, в Восточно-Казахстанской – до  $-30...-35$ , местами  $-36...-45$  °С. Холодные массы воздуха накапливались с наветренной стороны хребта Каратау и Чу-Илийских гор. Одновременно над Средней Азией под южной фронтальной зоной, ориентированной широтно, располагались полярный и арктический фронтальные разделы с волнами. Над Узбекистаном наблюдалась адвекция тепла. Между антициклоном вторжения и циклоническими волнами над Средней Азией сформировалась зона больших термических и барических градиентов. На АТ-850 19 февраля в 00 ч СГВ температурные контрасты достигали  $10...14$  °С/500 км, на ОТ 500/1000 градиент потенциала составил  $15...18$  гПа/500 км. При такой синоптической ситуации 19 января в Жамбылской области произошло усиление восточного ветра, начались метели, которые на М Кордай и Шокпар достигли критериев СГЯ (рис. 4).

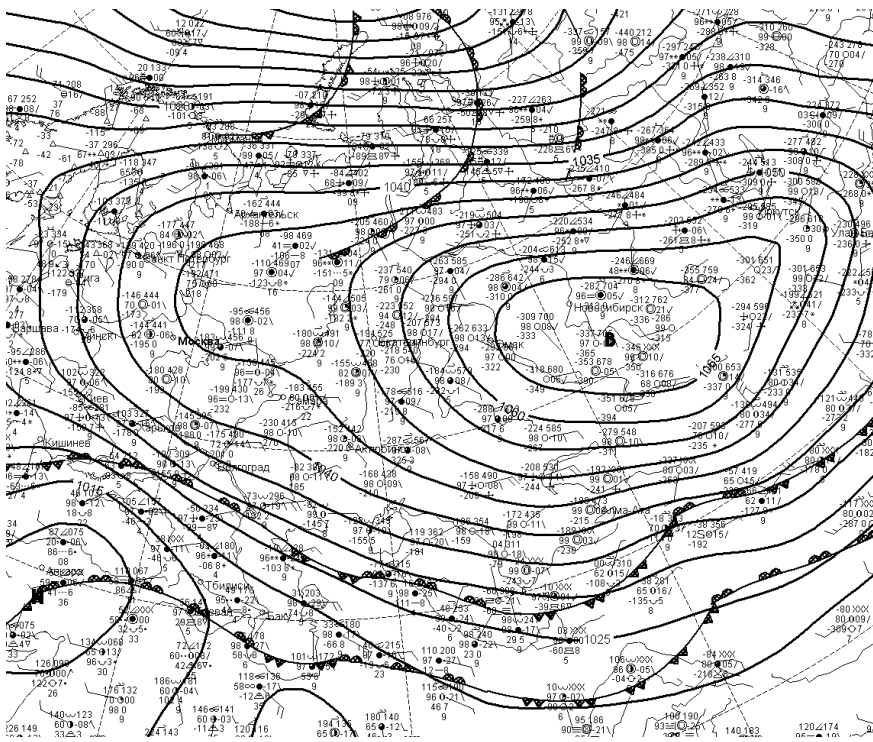


Рис. 4. Приземная карта погоды за 12 ч СГВ 19.01.2010 г.

19 января над севером ЕТР и северным Уралом в высотном гребне образовался антициклон, который, усиливаясь, к 20 января переместился через Западную Сибирь на Новосибирскую область (рис. 5).

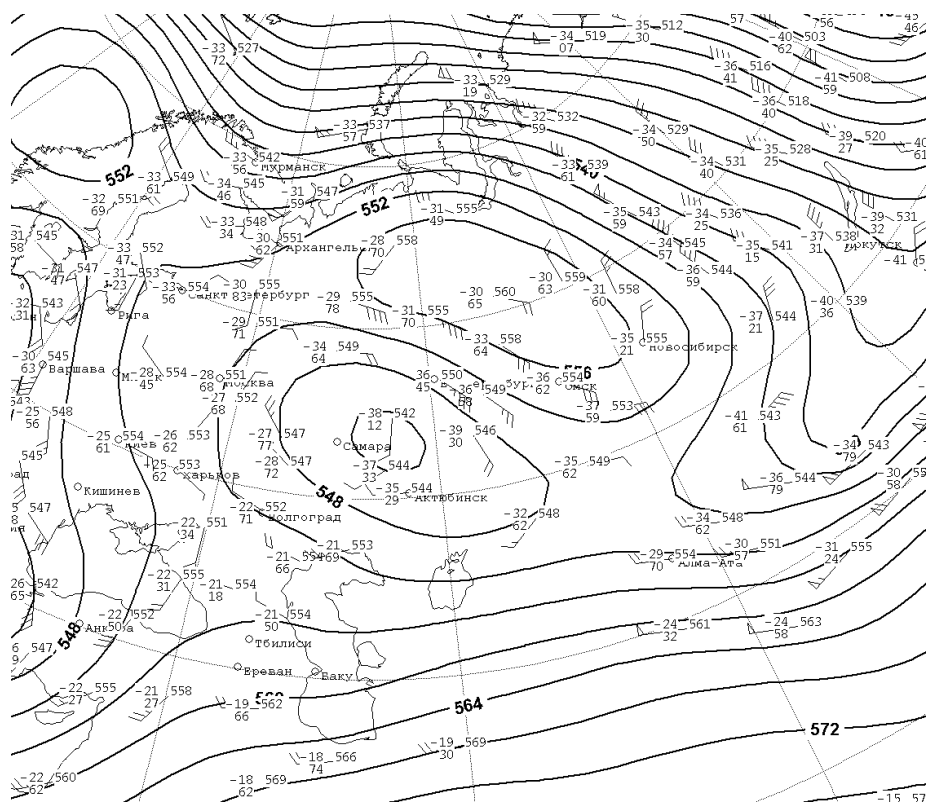


Рис. 5. Карта АТ-500 за 00 ч СГВ 20.01.2010 г.

Циклонические волны в результате значительной адвекции тепла из районов Средней Азии, 20 января переместились на южные области республики, а теплый фронт на Алматинскую область. В последующие дни (20...21 января) происходило сближение масс холодного воздуха из районов Карского моря с воздушными потоками южных широт. Барические градиенты по южной периферии антициклона над юго-восточными, восточными и центральными областями Казахстана составляли 15...20 гПа/500 км. У земли произошло усиление восточных и северо-восточных ветров. Средняя скорость ветра была 16...20 м/с, порывы достигали 24...34 м/с, начались низовые метели, которые местами достигли критериев СГЯ (рис. 6).

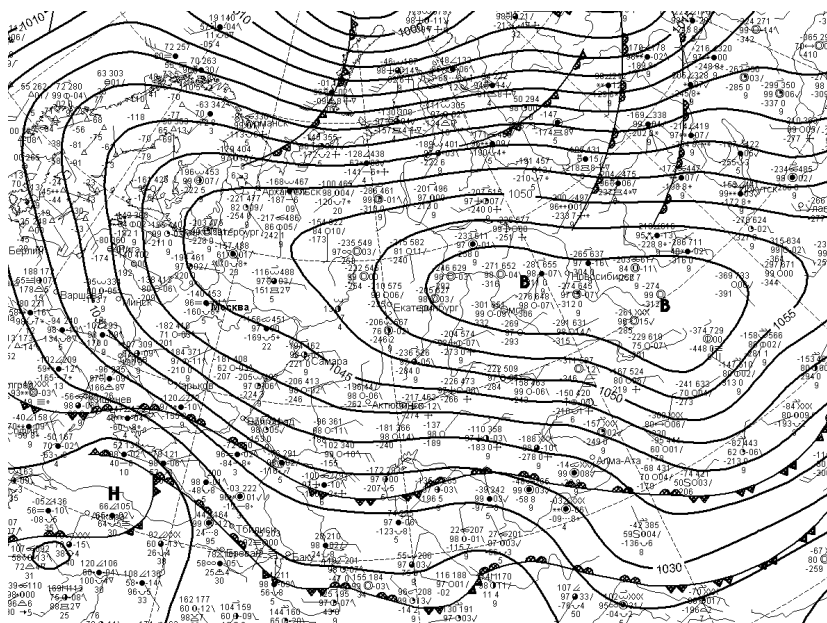


Рис. 6. Приземная карта погоды за 12 ч СГВ 20.01.2010 г.

С дальнейшим усилением адвекции тепла с юга и смещением высотной ложбины с ЕТР, антициклон из районов Алтая 22 января переместился на Монголию, ветры ослабели и метели прекратились.

Рассмотрим ещё один период с сильными метелями 23...25 декабря, когда в Карагандинской и Восточно-Казахстанской областях в большинстве районов наблюдались метели с видимостью 50...1000 м, продолжительностью от 2 до 24 часов, со средней скоростью 10...14 м/с и порывами до 15...27 м/с. В Восточно-Казахстанской области на М Шемонаиха метель продолжалась 38 часов при средней скорости ветра 15...17 м/с, порывы достигали 20...26 м/с, видимость в метели понижалась до 50...500 м. На М Жалгызтобе продолжительность метели была 28 ч, видимость 50...200 м, средняя скорость ветра 16...18 м/с, порывы – 24...28 м/с. Продолжительные метели и штормовой ветер были вызваны прохождением атмосферных фронтов, связанных с ложбиной циклона, центр которого находился над Севером Западной Сибири, и наличием области высокого давления над Югом и Востоком Казахстана.

Циклон с центром восточнее Салехарда ( $P_{ц} = 1002$  гПа) в 00 ч СГВ 23.12.2010 г. занимал территорию Урала, Центральной части Западной Сибири и Северо-запад Казахстана. С циклоном была связана арктическая фронт-

тальная система, теплый фронт которой проходил через центральные и северные области республики, холодный – через Тобольск – Екатеринбург – Казань. Фронты были хорошо выражены в поле температуры, влажности и ветра, как у земли, так и на уровне 1,5 км, что обусловило обширную зону снегопадов и метелей в Северном Казахстане. Падение давления перед тёплым фронтом достигало 2,5...4,3 гПа/3 час. Рост за холодным фронтом был незначительным. Вторичный холодный фронт проходил через Северный Урал – Сыктывкар. Контрасты температуры в зоне фронтальных разделов на АТ-850 гПа составляли 6...10 °С, у земли контрасты в зоне тёплого фронта 10...20 °С. Дефициты точки росы были от 0,6 до 5 °С. Мощный антициклон располагался над югом Восточной Сибири, Монголией ( $P_{ц} = 1076$  гПа), его отрог распространялся на восточные, центральные и южные области Казахстана.

Слабовыраженная высотная ложбина проходила через Урал и Северный Казахстан. Ось высотного гребня на АТ-500 и АТ-300 проходила через Павлодар – Новосибирск – Норильск. Высотная фронтальная зона, скорость ведущего потока в которой достигала 100...160 км/ч, располагалась над центральными районами ЕТР, Южным Уралом и югом Западной Сибири. Интенсивность ПВФЗ на АТ-300 составлял 28 гПа/500 км, на АТ-500 – 25 гПа/500 км.

За сутки циклон и связанные с ним активная фронтальная зона и теплый фронт переместились на восточные районы Казахстана и на юг Западной Сибири. Холодный арктический фронт переместился на юг Костанайской и Акмолинской областей, за ним произошло проникновение холода с севера ЕТР. Температура воздуха понизилась в Северном Казахстане на 10...12 °С. Одновременно, на центральные и восточные районы республики произошёл вынос теплого воздуха с юга Казахстана. Активная адвекция тепла способствовала интенсивному понижению давления у земли. Падение давления в Центральном и Восточном Казахстане в 00 ч СГВ достигало 2,0...3,5 гПа/3 часа. В Восточно-Казахстанской и Карагандинской областях начался снегопад. В то же время, антициклон над Монголией сохранился, хотя за сутки давление в его центре понизилось до 1050 гПа. Над восточными и центральными областями Казахстана в результате сближения двух разнонаправленных барических образований возникли большие градиенты давления, что и привело к возникновению зоны штормовых ветров, и как следствие, метелям. Градиент давления у земли над севером Восточно-Казахстанской области 24 декабря в 00 ч СГВ составлял 20 гПа/500 км.



Днём 25 декабря отрог Монгольского антициклона переместился на западные районы Китая, ложбина циклона – на юг Западной Сибири, а на территорию Казахстана с ЕТР переместился антициклон, отрог которого распространился на восточные области республики. В результате этого сильный ветер ослабел и метели прекратились.

**Сильные осадки (дождь, снег).** К очень сильным дождям отнесены дожди с количеством 30 мм и более за 12 часов и менее в селеопасных районах, 50 мм и более за 12 часов и менее на равнинной части территории. К сильным снегопадам отнесены случаи выпадения сильного снега с количеством 20 мм и более за 12 часов и менее.

В 2010 году наибольшее количество метеорологических станций и постов, отметивших очень сильные осадки, были расположены в предгорных и горных районах Южного, Юго-восточного и Восточного Казахстана.

Выпадению очень сильных осадков, кроме определенных синоптических условий, способствует рельеф местности. Так, например, 10...11 марта, 22 мая, а также 21...22 июня, 18...21 июля, 10 августа в горных и предгорных районах Алматинской области прошли очень сильные дожди, выпало от 32 до 50 мм осадков, продолжительность дождей была от 3 до 12 часов. Такие обильные осадки наблюдались преимущественно с северо-западными вторжениями.

Сильные и очень сильные дожди, выпавшие в летний период в горных и предгорных районах, вызывали селевые выбросы на горных реках, склоновый сток, оползни и высокие дождевые паводки. Выпадение снега в горах нередко приводило к самопроизвольному сходу лавин, а на равнинной территории – к заносам на дорогах.

Гораздо реже сильный дождь и снег наблюдались на равнинной территории республики.

Выпадение сильных осадков было вызвано прохождением циклонов и связанных с ними холодных атмосферных фронтов при западных, северо-западных и северных вторжениях, а также с волновой деятельностью на холодных фронтах. Во всех случаях атмосферные фронты были хорошо выражены по всем метеоэлементам, как в контрастах температуры (6...12 °С/500 км), так и в поле влажности (дефициты точки росы в зоне фронтов были менее 3 °С).

Рассмотрим подробней синоптическую ситуацию 15...16 июля, когда на севере и северо-западе республики прошли дожди, местами сильные, а в

Костанайской области на АМП Неженка выпало 56 мм осадков. Дожди, преимущественно ливневого характера, были связаны с высоким малоподвижным холодным циклоном, имевшим вертикальную ось.

За сутки до выпадения сильных дождей 14 июля в высотной барической ложбине, занимавшей территорию Западной Сибири и Казахстана, над северо-западом республики образовался высотный циклон, прослеживавшийся до высоты АГ 200. У земли на волнах холодных арктических и полярных фронтов образовался циклон с центром северо-восточнее Аральского моря ( $P_{ц} = 990$  гПа).

Хорошо выраженный барический гребень располагался над ЕТР, Восточной Европой и Средиземным морем. В северной его части образовалось ядро. В передней части циклона над Южным и Центральным Казахстаном осуществлялся широкой вынос тепла, температуры воздуха на АГ-850 была +19...+26 °С. В тыл циклону поступал холодный воздух из северных районов Западной Сибири. Температура воздуха за холодным арктическим фронтом на АГ-850 была +6...+10 °С. Воздух в циклоне был хорошо увлажнён, дефицит точки росы в слое 850...500 гПа составлял 0,6...5,6 °С. На карте ОТ 500/1000 циклону соответствовала ложбина холода.

У земли и на высотах отмечалась значительная циклоническая кривизна изогипс, что способствовало возникновению упорядоченных восходящих токов. Наличие всех вышеперечисленных условий привело к выпадению значительных дождей в Костанайской области 14 июля. В последующие двое суток 15...16 июля синоптическая ситуация не менялась. Поступление влажного и теплого воздуха из районов Средней Азии и непрерывный подток холодного и влажного воздуха из районов западной Сибири и наличие на ОТ 500/1000 замкнутого очага холода, способствовало формированию вторичных холодных фронтов над севером Костанайской области. В дальнейшем это привело к обострению и сохранению над этими районами холодного арктического фронта и высотного циклона. 15...16 июля дожди, местами сильные сохранились в большинстве районов Костанайской области, а на АМП Неженка 16 июля прошел очень сильный дождь, там выпало 56 мм осадков. 17 июля над северными районами Скандинавии, ЕТР, Западной Сибирью образовалась широтная ветвь ПВФЗ, тем самым перекрыв поступление свежих арктических масс воздуха на территорию Казахстана, циклон начал заполняться и смещаться на восток, и 18 июля дожди прекратились.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 19...20 марта, когда с выходом Мургабского циклона и с последующим западным вторжением в Алматинской и Восточно-Казахстанской областях прошел снег, местами сильный. Мощное холодное вторжение с севера Западной Европы произошло 17 марта, термобарическое поле было ориентировано меридионально (рис. 7).

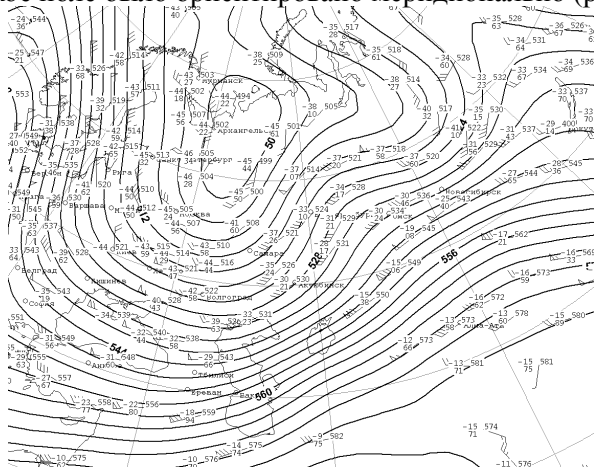


Рис. 7. Карта АТ-500 за 00 ч СГВ 17.03.2010 г.

Высотный гребень располагался над Западной Европой, высотная барическая ложбина над ЕТР и Черным морем. Очаг холода находился над центральными районами ЕТР, гребень тепла над Узбекистаном. Такое положение барических систем привело к глубокому проникновению холодных воздушных масс на территорию Ирана, значительному выносу тепла на районы Средней Азии. Произошло обострение ПВФЗ над Средней Азией, ориентированной с юго-запада на северо-восток. Её интенсивность в средней тропосфере 18 марта в 00 ч СГВ достигла 20...25 гПа/500 км, а скорость потока на АТ-500 – 140...200 км/ч. Данное термобарическое поле является типичным для выхода на территорию Казахстана Мургабского циклона с последующим западным вторжением.

В течение двух последующих суток циклон развивался в циклогенетической ветви ПВФЗ, в правой части ложбины и днём 18 марта образовался над Узбекистаном с тремя системами фронтов: полярной, арктической и свежearктической. Под активной ПВФЗ в 09 ч СГВ 19 марта циклон переместился на Жамбылскую область, падение давления в передней его части над Алматинской областью составило 3,5...6,4 гПа/3 часа, рост над Узбекистаном и Туркменией 1,5...2,3 гПа/3 часа. Центр циклона в 18 ч СГВ 19 марта пере-

местился на юг Восточно-Казахстанской области. В тёплом секторе циклона над востоком Алматинской области температура воздуха было плюс 10...15 °С, за холодным свежearктическим фронтом над Жамбылской и Южно-Казахстанской областями температура понизилась до -2...+3 °С. Рост давления за холодным свежearктическим фронтом составил 5,2... 7,7 гПа/3 часа, падение давления в передней части циклона над северо-востоком Восточно-Казахстанской области – 4,1...5,6 гПа/3 часа. Отрог антициклона распространился на Кызылординскую и Южно-Казахстанскую области. Над югом республики начались осадки, которые ночью 20 марта перешли в снег. Циклон, перемещаясь в северо-восточном направлении под активной фронтальной зоной, продолжал углубляться. И уже в 00 ч СГВ 20 марта его центр находился над Усть-Каменогорском ( $P_{ц} = 1001$  гПа). За холодным арктическим фронтом на юго-востоке Казахстана рост давления составил 4,6...6,0 гПа/3 часа, и начались дожди. Над Восточным Казахстаном с прохождением холодных фронтов усилился ветер, начались снегопады и метели.

С дальнейшим прохождением свежearктического фронта через юго-восток республики дожди перешли в снег. На востоке и юго-востоке Казахстана прошли осадки, местами сильные, в горных районах Алматинской и Восточно-Казахстанской области местами прошёл очень сильный снег. В тыл циклона из районов Чёрного моря начал распространяться антициклон и уже в 12 ч СГВ 20 марта он занимал почти всю территорию Казахстана.

Выход Мургабского циклона завершился западным вторжением антициклона, с которым прекратились снегопады над юго-востоком и востоком республики

### **Обзор стихийных гидрологических явлений**

Первая половина февраля на территории Казахстана была морозной: в первой декаде температура воздуха на севере республики была на 6...12 °С ниже нормы, на юге – на 4...8 °С. В третьей декаде произошло резкое потепление, на юге Казахстана в период с 20 по 25 февраля шли дожди, местами сильные. Затяжной характер дождей и повышенный температурный фон способствовали ослаблению ледообразования и интенсивному снеготаянию на юге и юго-востоке республики.

В течение третьей декады февраля на низкогорных реках Южно-Казахстанской, Жамбылской областей прошли тало-дождевые паводки. Наиболее высокие подъемы уровней воды (на 0,5...2 м) наблюдались на реках Арысь,

Бугунь, Шаян, Терс, Карабалта. На гидрологическом посту р. Карабалта были повреждены сваи, временно уровень воды не измерялся.

Снегозапасы в предгорной зоне Алматинской области к 20 февраля в 1,5...2 раза, местами в 3 раза превышали норму.

В период 21...23 февраля в Уйгурском районе Алматинской области сформировался склоновый сток, в результате чего пострадали жилые дома, мосты, хозпостройки.

С 22 февраля сложилась чрезвычайная ситуация в бассейне р. Курты (Алматинская обл.): интенсивное снеготаяние и сильные дожди обусловили быстрое заполнение водохранилищ, предназначенных для местного орошения. Сбросы воды из них в русло р. Курты привело к резкому увеличению притока воды в Куртинское водохранилище. Величина притока с 22 февраля возросла с 5 до 170 м<sup>3</sup>/с (ориентировочно). Началось интенсивное наполнение Куртинского водохранилища, его объем 26 февраля превысил проектные величины (120 млн. м<sup>3</sup>) и был равен 132 млн. м<sup>3</sup>. Для ликвидации угрозы переполнения водохранилища с 23 февраля были начаты аварийные сбросы воды из него (около 170 м<sup>3</sup>/с), население из нижерасположенных поселков Курты и Акчи было эвакуировано. В первых числах марта ситуация стабилизировалась.

В первой половине марта на юге, юго-востоке и востоке Казахстана почти ежедневно выпадали осадки. Дожди и повышенный температурный фон способствовали разрушению ледостава на реках и интенсивному снеготаянию на юге, юго-востоке и востоке республики. При вскрытии р. Сырдарья в районе ГП Казалинск уровни воды превысили опасные значения, в результате чего 22 марта начался размыв двух дамб выше ГП Казалинск; через пять часов силами ЧС дамбы восстановили.

В 2010 году на реках Алматинской и Восточно-Казахстанской областей сложилась чрезвычайная гидрологическая обстановка.

Снегозапасы в горах и предгорьях во второй декаде марта были в 2...3 раза больше обычного, а по М Зайсан (ВКО) – в 5 раз больше нормы. Большие снегозапасы, резкое потепление и ливневые дожди в период, когда большинство рек еще покрыто льдом – все это привело к формированию высоких тало-дождевых паводков, интенсивному склоновому стоку, быстрому заполнению водохранилищ, размыву дамб и плотин. В конце первой и в течение второй декады марта на реках южных областей республики наблюдалось

прохождение тало-дождевых паводков; наиболее высокие подъемы уровней воды (на 0,5...1,3 м) отмечались на реках Шокпак (Жамбылская обл.), Дос, Коктал, Каратал (Алматинская обл.). На р. Коктал – ГП пдх. Плодоконсервный уровень воды 10 марта превысил опасные значения и только к концу месяца уровень стал ниже критических величин. На р. Каратал – ГП Наймансуек уровень воды 18 марта превысил опасные значения на 1,5 м, пост разрушен. В Аксуском районе Алматинской области 12 марта произошел прорыв плотины Кызылагашского водохранилища (р. Кызылагаш), объемом 42 млн. м<sup>3</sup>, расположенного в 25 км южнее пос. Кызылагаш. Под воздействие водного потока попал пос. Кызылагаш численностью около 3 тыс. человек и 3 отделения конезавода, автодорога республиканского значения Алматы – Семипалатинск, мостовые переезды. Почти все строения в поселке разрушены, имеются человеческие жертвы. 19 марта на р. Аксу – ГП Матай (Аксуйский район, Алматинская обл.) уровень воды приближался к опасным значениям, подтапливались населенные пункты Кураксу, Акжар, Алматы.

В Восточно-Казахстанской области в период 17...21 марта в Тарбагатайском, Зайсанском, Абайском, Курчумском, Уланском, Катон-Карагайском, Аягозском районах в связи с резким повышением температурного фона и осадками, местами сильными, наблюдался интенсивный склоновый сток. Подтоплению подверглось около 20 населенных пунктов, эвакуировано свыше 5 тыс. человек. 18 марта прошел тало-дождевой паводок на реках Аягоз, Кендырлик; на р. Аягоз в районе ГП Тарбагатай отмечался подъем уровня воды на 2,5 м, вода текла поверх льда. При вскрытии р. Карабуга (Тарбагатайский район ВКО) прорвало плотину местного значения. Из-за обильного снеготаяния и большого скопления воды в 500 м южнее с. Караул (Абайский район) произошел перелив воды через искусственную дамбу; вода вдоль дорожного полотна Караул – Аягоз пошла на село Караул, под угрозой подтопления находилось 150 жилых дома и хозяйственные постройки. Производились мероприятия по откачке воды.

В апреле развитие половодья наблюдалось на реках Атырауской, Костанайской, Акмолинской, Северо-Казахстанской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской областей. Вскрытие рек сопровождалось резкими подъемами уровней воды и образованием заторов льда. На отдельных реках Актюбинской, Западно-Казахстанской, Костанайской и Карагандинской областей из-за возникновения заторов льда подъем уровня воды составил 1,5...3 м (Орь, Илек,

Куперанкаты, Жаман-Кон, Тогызак и др.). 2 апреля на р. Жаман-Кон (Карагандинская обл.) в районе автомоста Астана – Баршино образовался затор льда, при этом уровень воды превысил опасное значение, создавалась угроза подтопления поселка Баршино и разрушение автомоста. На р. Тогызак (Костанайская обл.) 6 апреля уровень воды превысил опасные значения и держался до 15 апреля, существовала угроза подтопления жилых домов ст. Тогузак. На р. Оба 19 апреля при разрушении ледостава отмечалось образование затора льда в районе села Красный Яр, в результате чего произошел резкий подъем уровня воды; под угрозой подтопления оказалось 42 дома, было эвакуировано 300 человек.

15...16 апреля из-за сильного дождя поднялась вода в реках Карбыга, Базар, Богас возникла опасная ситуация в населенных пунктах Кокжыра, Коктубек, Кызыл-Кесек. В период 23...30 апреля паводковыми водами рек Кокпектинка, Шар, Бухтарма, Ульба, Оба и др. подтапливались населенные пункты: Кентерлау, Малеевка (завод ДСП), Зубовка, Снегирева, Парыгино, г. Усть-Каменогорск (частный сектор района Согры и Гавани), Комсомол, Мариногорка, Соловьевский. В результате паводка наблюдался размыв участков железной дороги Усть-Каменогорск – Зыряновск, автодороги Преображенка – Воздвиженка. 29 апреля на р. Лайлы произошел прорыв Лайлинской плотины, были подтоплены 7 улиц с. Самарское в Кокпектинском районе, население было эвакуировано.

Во второй декаде июня в горных районах Алматинской области отмечался повышенный температурный фон, в горах началось интенсивное снеготаяние и прибыль воды в реках области. В период 18...22 июня прошли сильные дожди (количество выпавших осадков составило 60...80 % месячной нормы, а в Сарканде и Талдыкоргане осадки превысили месячную норму). Высокий температурный фон, интенсивное снеготаяние и сильные дожди спровоцировали формирование высоких тало-дождевых паводков на большинстве рек Илейского и Жетысуского Алатау.

21 июня на р. Кумбель и в логу Акжар (р. Аксай) сформировались селевые выбросы, 22 июня вновь в логу Акжар отмечался селевой выброс, расход составил 10...15 м<sup>3</sup>/с. На р. Кумбель гидротрический мостик снесен, русло в районе поста заилено, частично разрушен автодорожный мост.

В период 20...22 июня на р. Хоргос в районе моста было смыто 3 берегоукрепительные плиты, подтапливалось здание таможни; водами р. Осек ниже г. Жаркент подтапливался поселок Жидели. Из п. Лесновка (р. Осек)

было эвакуировано 2187 человек. Водами р. Борохудзир в детском санатории Коктал-Арасан снесло габионы.

7 августа в бассейне р. Левый Талгар сформировался небольшой локальный селевой выброс (прорывного характера) в районе пика Комсомола, в результате чего отмечалось увеличение стока и усиление мутности воды в р. Талгар в районе ГП Талгар, выхода воды из русла реки не было.

В логу Акжар (бассейн р. Аксай) 10 августа в результате сильных дождей сформировался небольшой селевой выброс с максимальным расходом 3 м<sup>3</sup>/с, была перекрыта дорога в поселок Акжар.

Водность большинства рек Алматинской области в апреле – августе была значительно выше нормы, а в отдельные месяцы по таким рекам, как Дос, Текес, Текели, Чарын, Баскан, Караой, Тентек превышали максимальные расходы воды за многолетний период.

В течение года отмечался повышенный сток р. Или выше Капчагайского водохранилища, в апреле, мае, октябре среднемесячные расходы воды были самыми высокими за весь период наблюдений.

### Лавины

**В январе** наблюдался массовый сход лавин в большинстве горных районов Казахстана, объемом от 300 до 300 тыс. м<sup>3</sup>. Было отмечено два лавиноопасных периода: 1...2 и 17...27 января. Самые крупные лавины отмечались предположительно 23...25 января в бассейне реки Кора (Жетысуский Алатау, Алматинская область) – 300 тыс. м<sup>3</sup> и 26...27 января в бассейне реки Жаблаглы (Таласский Алатау, ЮКО) – 170 тыс. м<sup>3</sup>. В бассейне реки Кора лавинами полностью перекрыто течение, и несколько дней в реке не было воды.

17 января 2010 г. в 14.00 в районе селезащитной плотины Медео (бассейн р. Малая Алматинка, Илейский Алатау) в лавине погиб 1 человек. Еще 1 человек пострадал. Несчастный случай произошёл потому что, группа туристов, игнорируя предупреждения о лавинной опасности, вышли на лавиноопасный склон. Сверху на них сошла лавина, объемом 5000 м<sup>3</sup>.

**В феврале** наблюдался сход лавин в Илейском, Жетысуском и Таласском Алатау (Алматинская область и ЮКО), а так же на Западном Алтае (ВКО). Объем лавин достигал 60 тыс. м<sup>3</sup>. Отмечались так же два лавиноопасных периода: 6...13 и 17...28 февраля.



**Март** был самым лавиноопасным месяцем. Сход лавин зарегистрирован в течении всего месяца. Увеличению лавинной опасности способствовали значительные снегозапасы в горах и обильные осадки, выпадающие на фоне оттепели. В этом месяце наблюдался массовый сход лавин в большинстве горных районов Казахстана. Объем сошедших лавин достигал 100 тыс. м<sup>3</sup>. В период 9...12 марта в бассейнах рек Каратал и Коксу (Жетысуский Алатау, Алматинская область) наблюдался сход лавин, объемом 50...100 тыс. м<sup>3</sup>. Приблизительно 25 марта в бассейнах рек Балдыбек и Сильбили (Таласский Алатау, ЮКО) наблюдался сход лавин, объемом 50...70 тыс. м<sup>3</sup>. Так же в марте зарегистрирован сход лавины, объемом 15000 м<sup>3</sup>, в бассейне реки Сарымсақты (Западный Алтай, ВКО).

20 марта в районе турбазы Алма-Тау (Илейский Алатау, Алматинская область) лавиной, объемом 20 тыс. м<sup>3</sup> были повреждены опоры канатной дороги и линии электропередач. А во время проведения профилактического спуска лавины на горнолыжном курорте «Шымбулак» в районе Талгарского перевала были повреждены 2 опоры канатной дороги. Объем лавины составил 65 тыс. м<sup>3</sup>, жертв и пострадавших нет.

**В целом** зимний период январь-март 2010 г. отличался значительной лавинной опасностью. Сход лавин наблюдался в течение всей зимы. Самым лавиноактивным месяцем оказался март. Основной причиной схода лавин зимой являлись снегопады, а в марте оттепель и осадки. Снеголавинными подразделениями зарегистрировано более 200 лавин. Максимальный объем достигал 300 тыс. м<sup>3</sup>. В лавинах погибли 2 человека, пострадали 4. Повреждены канатные дороги на турбазе «Алма-Тау» и горнолыжном курорте «Шымбулак».

Обильные осадки и оттепель привели к массовому сходу лавин в марте. Все это способствовало очищению склонов от снега. В большинстве лавиносборов к началу апреля лавины уже сошли.

**В апреле** наблюдался сход лавин в среднегорной и высокогорной зонах Заилийского и Джунгарского Алатау. По сведениям снеголавинных станций лавины, объемом от 100 до 5 000 м<sup>3</sup>, наблюдались в верховьях рек Малая и Большая Алматинки и Проходная. Время схода лавин в периоды 11...16 и 22...29 апреля. Самая крупная лавина (5 000 м<sup>3</sup>), сошла в районе пика Советов, выше Большого Алматинского озера. По сведениям Каратальского снегомерного маршрута в апреле отмечен сход лавин в бассейнах рек Каратал и Коксу (Джунгарский Алатау). Предположительный объем от 20 000 до 100 000 м<sup>3</sup>. Перекрыты русла рек, заторов нет.

В мае наблюдался сход отдельных лавин в высокогорной зоне Джунгарского Алатау – до 100 000 м<sup>3</sup>, и бассейне реки Большая Алматинка (Илейский Алатау) – до 11 000 м<sup>3</sup>.

В сентябре-октябре лавин не зарегистрировано. В летние месяцы наблюдения в гляциальной зоне не проводились. Информации о лавинах нет.

Зимний период ноябрь – декабрь 2010 г. характеризовался крайне неравномерным распределением снежного покрова. В большинстве горных районов Алматинской и Южно-Казахстанской областей высота снега была значительно ниже средних многолетних значений. В начале зимнего периода высота снега в Илейском и Таласском Алатау составила 20...60 % от нормы. В Жетысуском Алатау высота снега была 100...130 % от нормы. Резко отличалось распределение снега и осадков в горах Восточно-Казахстанской области. На севере ВКО (особенно район г. Риддер) высота снега была 190...220 % от средних многолетних значений. При этом на юге ВКО высота снега была в пределах 70...80 % от нормы.

Подобное распределение снега способствовало незначительной лавинной активности в горах. В горных районах ЮКО и Жамбылской областей лавиноопасных ситуаций не было из-за экстремально низкой высоты снега.

Однако в горах Восточно-Казахстанской области в ноябре-декабре сохранялась напряженная снеголавинная обстановка. Она возникала из-за значительной высоты снега, количества осадков и сильных ветров с метелями. В ВКО было 2 лавиноопасных периода – 1...6 декабря, 24 декабря – 5 января. Сход лавин наблюдался в районе автомобильных дорог Усть-Каменогорск – Самарское и бассейнах рек Белая Берель и Ульба. Объем лавин изменялся от 300 до 800 м<sup>3</sup>. Из-за лавин и метелей было перекрыто автомобильное сообщение между населенными пунктами. Подобная ситуация здесь складывается каждую зиму.

### **Гидрометеорологические явления на Каспийском море**

**Состояние водной поверхности.** По данным береговых и островных морских станций и постов в 2010 г. уровень Каспийского моря в его северо-восточной мелководной части колебался около отметки минус 27,19 м в пределах значений минус 26,38 м и минус 28,86 м.

В глубоководной казахстанской части Каспийского моря по данным МГ Форт-Шевченко, МГ Актау и МГП Фетисово среднее значение уровня моря соответствовало отметке минус 27,24 м с максимальным значением при подъёме – минус 26,72 м и минимальным при спаде – минус 27,73 м.

Зима 2009...2010 гг. на Каспийском море в его северной части по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полугодие и степени распространения границы льда была умеренно холодной. Во второй декаде ноября 2009 г. в районе северного побережья Каспийского моря появились первые формы льда, устойчивый припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился с середины второй декады декабря. Максимальная толщина льда была зафиксирована у северо-восточного побережья Северного Каспия в феврале в районе морского гидрометеорологического поста Каламкас – 41 см. В центральной глубоководной части Северного Каспия, по данным МГ Кулалы, остров, ледообразование на море началось в середине третьей декады января. При этом наблюдалось неоднократное установление припая с последующим полным очищением моря ото льда. Максимальная толщина льда припайной зоны в районе станции в конце февраля достигала 11 см. Согласно данным МГ Форт-Шевченко, начиная с середины третьей декады января в бухте наблюдался устойчивый припай с максимальной толщиной льда – 29 см. Морская станция Актау в течение второй декады февраля фиксировала на акватории моря постоянный дрейф льда начальных форм сплочённостью от 3-х до 9 баллов. Согласно космическим снимкам, к середине третьей декады февраля ледовый покров распространился по всей акватории Северного Каспия. Весеннее разрушение ледового покрова на море началось с глубоководной части Северного Каспия в конце февраля – начале марта. Полное очищение моря ото льда произошло в первых числах апреля.

***Сгонно-нагонные колебания уровня Каспийского моря.*** Казахстанскими морскими станциями и постами в 2010 г. у побережья Северного Каспия было зафиксировано 15 случаев сгонно-нагонных явлений, вызвавших изменение уровня моря более чем на 30 см. На МГП Каламкас было зафиксировано три случая с понижением уровня моря ниже опасной для данного района отметки – минус 27,80 м, произошедшие в результате устойчивого воздействия сильного, более 15 м/с, ветра восточного направления (табл.).

На восточном побережье Среднего Каспия в рассматриваемый период в районе МГП Фетисово было зафиксировано 4 сгонно-нагонных явления с изменением значения уровня моря в пределах от 20 до 40 см. Опасные для данного района сгонно-нагонные колебания уровня моря не наблюдались.

Опасные сгонно-нагонные явления, зафиксированные  
на МГП Каламкас в 2010 г.

Период	Уровень моря, предшествующий явлению, м	Нагон		Сгон	
		наибольший уровень моря, м	подъём, см	наименьший уровень моря, м	спад, см
24.05...29.05	-26,76	-26,38	38		
15.06...22.06	-26,80			-27,79	101
18.07...22.07	-26,85			-27,62	77
03.10...07.10	-27,37			-27,83	46
21.10...21.10	-27,60			-28,86	124

**Обзор стихийных агрометеорологических условий**

Зима 2010 г. была холодной и снежной. Температурный фон на территории Казахстана почти повсеместно был ниже нормы на 2...11 °С, только в Южно-Казахстанской области – около и выше нормы.

За зимний период 2010 г. осадков выпало:

- выше среднемноголетних значений (нормы) в Западно-Казахстанской, Восточно-Казахстанской (в Уржарском, Кокпектинском, Катон-карагайском, Зыряновском и Глубоковском районах в 1,5...2 раза больше нормы), Алматинской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях;

- около нормы в Карагандинской области;

- около и ниже нормы в Костанайской, Акмолинской и Павлодарской областях;

- ниже нормы в Актюбинской и Северо-Казахстанской областях.

Однако, в марте почти на всей территории Казахстана выпадали обильные осадки, превышающие нормы в несколько раз.

Малоснежная обстановка наблюдалась в Атырауской, Кызылординской и Южно-Казахстанской областях. Высота снега была около и ниже нормы в Актюбинской, Карагандинской и Жамбылской областях. На остальной территории республики – около и выше нормы. Наиболее высокий снежный покров наблюдался в горных и предгорных районах юга и востока республики (80...165 см).

Глубина промерзания почвы колебалась в пределах 100...150 см в западных областях, в центре и северных областях – 140...180 см, на востоке – 40...110 см, на юго-востоке – 20...60 см. В Южно-Казахстанской области почва промерзала до 10 см и в начале февраля в основном была талая. Лишь в горных и предгорных районах юга и юго-востока республики промерзание почвы наблюдалось на глубину до 60 см.

В районах возделывания озимых культур юга и юго-востока страны температура воздуха понижалась до минус 20 °С, что при неравномерном распределении снежного покрова, было опасно для зимующих культур.

Минимальная температура на глубине узла кущения озимой пшеницы колебалась в пределах 0 °С – минус 5 °С, за исключением Меркенского района Жамбылской области (минус 8 °С). В целом такие условия были удовлетворительны для перезимовки озимых культур. Результаты определения жизнеспособности озимых культур на наблюдаемых участках показали, что в результате вымерзания погибли до 20 % посевов озимой пшеницы в Рыскуловском районе и 21...50 % в Байзакском и Жуалинском районах Жамбылской области (в остальных районах области 0...10 %).

В Каратальском районе Алматинской области погибли в результате вымерзания 2 % посевов озимой пшеницы, в Панфиловском районе – 5 % клевера.

В Саркандском районе и в окрестностях г. Талдыкурмана, растения не были повреждены. В Арыском районе Южно-Казахстанской области погибли до 10 % озимой пшеницы.

Неблагоприятно складывался температурный режим в Западно-Казахстанской области, где средняя температура воздуха составляла минус 20...25 °С.

Маршрутное обследование по определению почвенной влаги перед посевами было проведено во всех областях республики.

В Западно-Казахстанской области низкие запасы продуктивной влаги (ЗПВ) в почве наблюдались в Зеленовском по стерне и Таскалинском районах (ниже 50 % от значений НПВ), удовлетворительные в Сырымском и Чингирлауском районах, а также в окрестностях г. Уральска (50...80 % от НПВ). Оптимальные запасы влаги отмечались в Жанибекском районе свыше 80 % от НПВ.

Хорошие и удовлетворительные условия увлажнения почвы сложились в Акмолинской области. Недостаточные запасы влаги наблюдались в Жаксынском районе (82 мм в метровом слое почвы), местами в Егиндыкольском районе.

В Актыобинской области ЗПВ в основном были недостаточными в Шалкарском, Айтекебийском и Алгинском районах (28...91 мм), удовлетворительные в Хромтауском и Мартукском районах (144...170 мм) и оптимальными в Каргалинском районе (172 мм).

В Восточно-Казахстанской области низкие влагозапасы составили в Катон-Карагайском районе 66 мм по стерне и Уржарском районе 58 мм по чистому пару, удовлетворительные в Шемонаихинском и хорошие ЗПВ в Бородолихинском районе 122 мм по стерне и Зырянском районе 188 мм по яровой пшенице.

В Костанайской области ЗПВ были в основном удовлетворительные. Дефицит ЗПВ наблюдался в Федоровском (31...90 мм), Карасуском (20...103 мм), Узынкольском (18...59 мм) и местами в Денисовском и Карабалыкском районах. В остальных районах ЗПВ были удовлетворительные и оптимальные.

В Карагандинской области низкие ЗПВ отмечались в Нуринском (23...100 мм) районе, местами в Осакаровском (по стерне 55 мм) и Бухаржырауском (по стерне 80 мм), в остальных районах удовлетворительные и оптимальные.

В Павлодарской области недостаточные ЗПВ наблюдались в Ертисском районе до 50 % от НПВ, местами в Актогайском (41 мм по житняку), Успенском (62 мм по житняку) и Железинском (по стерне 76 мм). В остальных – удовлетворительные и оптимальные.

В Северо-Казахстанской области ЗПВ в основном были оптимальные и удовлетворительные, местами недостаточные наблюдались в Есильском, Жамбылском и Жумабаевском районах.

За весенне-летний период 2010 года на преобладающей территории республики наблюдался дефицит осадков, в том числе в зерносеющих районах западных, северных и центральных областей республики. Высокая температура воздуха установилась в западной половине страны. Соответственно влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в этих регионах была низкой. Сильная атмосферная засушливость в течение 40 и более суток была в Западно-Казахстанской, Актыобинской и Костанайской областях, засушливость сильной и средней интенсивности наблюдалась на территории Карагандинской, Акмолинской и Северо-Казахстанской областей. На территории Павлодарской области выделяется зона слабого увлажнения, средне и сильно засушливые зоны. На территории Восточно-Казахстанской области также

установилось 3 типа увлажнения: хорошее, недостаточное и засушливость средней интенсивности. В Алматинской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях, в предгорных земледельческих районах условия для влагообеспеченности сложились хорошие и удовлетворительные. В результате были получены высокие урожаи озимых и яровых культур.

Агрометеорологические условия на юге и юго-востоке республики для проведения уборочных работ складывались в основном благоприятные в течение всего периода уборочных работ. Сухая погода с температурным фоном около и выше нормы способствовала организованному проведению уборочных работ в течение 3...4 декад. В большинстве районов уборочная кампания проводилась интенсивно и была завершена уже во второй половине августа, лишь в предгорных районах Алматинской области продолжалось созревание зерновых. Так, в Райымбекском и Кербулакском районах Алматинской области, где сев яровых зерновых культур проводился с опозданием (в середине – конце мая), на посевах в конце августа наблюдалась фаза: восковая спелость зерна.

На западе республики уборку зерновых культур также начали в сроки близкие к среднеголетним, в целом при благоприятных агрометеорологических условиях. На наблюдаемых участках к уборке зерновых культур приступили в конце июля – начале августа. Однако, из-за почвенной и атмосферной засушливости, посевы яровых зерновых культур сформировались изреженные и низкорослые. Значительная часть зерновых колосовых не подлежала уборке из-за крайней низкорослости и выгорания посевов. В третьей декаде августа завершили уборку урожая в Западно-Казахстанской и Актюбинской области.

В основных зерносеющей областях Казахстана развитие яровых зерновых культур проходило по-разному, из-за разных сроков сева и агрометеорологических условий. В северной половине Акмолинской области на полях с поздними сроками сева в первой декаде июня, особенно в Сандыктауском районе отмечалась, почти повсеместно молочная спелость зерна. Такие условия могли привести к большим потерям зерна, так как в сентябре ожидалась заморозки в воздухе. На посевах в августе в основном наблюдалась восковая спелость, на отдельных полях отмечалась полная спелость зерна. В Северо-Казахстанской области приступили к уборке урожая раздельным способом. В первой половине августа к уборочным работам приступили также, на полях

Узункольского и Федоровского районах Костанайской области, Нурина района Карагандинской области.

В третьей декаде августа приступили к уборке зерновых культур повсеместно по республике. Жаркая, без осадков погода во второй половине декады благоприятствовало полному созреванию зерна и уборке урожая.

Осень 2010 г. на территории северного региона республики, характеризовалась в целом умеренно-теплой погодой с небольшим количеством осадков. В первой половине преобладала прохладная с кратковременными осадками погода, во второй – теплая с небольшим количеством осадков в виде дождя и снега. Такие погодные условия способствовали накоплению влаги в почве под будущий урожай.

Поступила 25.06.2012

Б.А. Сазанова  
Т.В. Худякова  
Г.А. Бабаханова  
Т.И. Криворучко  
В.В. Жданов  
Л.М. Соколова

Техн. ғылымд. канд.

## **2010 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.*



УДК 551.524.34(574)

А.В. Галаева \*

**О НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕСЕНИЯ ОЗЕРА БАЛХАШ В СПИСОК  
ВСЕМИРНОГО НАСЛЕДИЯ ЮНЕСКО***ОЗЕРО БАЛХАШ, ВСЕМИРНОЕ ПРИРОДНОЕ НАСЛЕДИЕ ЮНЕСКО, ДЕЛЬТА РЕКИ ИЛИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ПРИРОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ*

*Рассматривается вопрос о включении озера Балхаш в список природных объектов Всемирного Наследия ЮНЕСКО. Это необходимо для сохранения его экологической системы на ближайшую и более отдаленную перспективу.*

Озеро Балхаш – одно из уникальнейших озер мира! Оно находится в юго-восточной части Казахстана и является 13-м в списке крупнейших озёр мира. Уникальность озера в том, что оно состоит из двух частей, разделенных узким проливом Узынарал, в западной части вода практически пресная, а в восточной – соленая. Также восточная и западная части озера Балхаш различаются по глубине и объему водных масс. Восточная часть озера более глубокая, чем западная [8].

Площадь озера Балхаш составляет примерно 18,2 тыс. км<sup>2</sup> (при уровне воды 342 м), что делает его самым крупным из озёр, расположенных на территории Казахстана. Балхаш лежит на высоте примерно 340 м над уровнем моря. Его длина составляет примерно 600 км, ширина изменяется от 9 до 74 км [8].

Природа Балхаша удивительна, разнообразна и полна контрастов. Или-Балхашский бассейн – это один из крупнейших озерных экосистем планеты. Водоемы Или-Балхашского бассейна являются одними из наиболее значимых с точки зрения биоразнообразия и воспроизводства ценных видов рыб. Сохранение экосистемы является основным условием сохранения и поддержания жизнедеятельности в бассейне.

Сохранением мирового природного и культурного наследия занимается ЮНЕСКО [4]. Всемирное природное наследие – это природные объекты, которые необходимо сохранять в силу их экологической значимости.

---

\* Казгидромет, г. Алматы

На март 2012 года в список Всемирного наследия значится 188 природных объектов нашей планеты [4].

ЮНЕСКО приняла Конвенцию об охране всемирного культурного и природного наследия в 1972 г. В 1976 году был создан Комитет Всемирного наследия. СССР ратифицировал эту Конвенцию 9 марта 1988 года Республика Казахстан ратифицировала Конвенцию об охране всемирного культурного и природного наследия 29 апреля 1994 года [4].

Каждый год Комитет всемирного наследия проводит сессии, где при-суждается «статус объекта всемирного наследия».

Статус природного объекта всемирного наследия даёт ряд преимуществ:

- «является дополнительной гарантией сохранности и целостности уникальных природных комплексов,
- повышает престиж территорий и учреждений, управляющих ими, способствует популяризации включённых в Список объектов и развитию альтернативных видов природопользования (в первую очередь, экологического туризма),
- обеспечивает возможность привлечения финансовых средств для поддержки природных объектов, в первую очередь, из Фонда всемирного наследия,
- способствует организации контроля за состоянием сохранности природных объектов» [4].

Государства, на территории которых расположены объекты Всемирного наследия, должны брать на себя определенные обязательства по их сохранению.

Также в рамках основного списка существует подсписок объектов Всемирного наследия, находящихся под угрозой уничтожения. В него временно включаются объекты, которые подвержены различным опасностям, которые вызваны следующими причинами: вооружёнными конфликтами и войнами, землетрясениями и иными природными катастрофами, загрязнением, браконьерством, беспорядочным строительством и др. Внесение объектов в этот особый список говорит о необходимости повышенного внимания к ним для их сохранения.

Главная цель списка Всемирного наследия – это сделать известными и защитить объекты, которые являются уникальными. Для этого в целях

объективности были составлены оценочные критерии. Всего насчитывается 10 критериев, из них выделено 4 критерия для оценки уникальности именно природных объектов [5]:

(vii). Объект представляет собой природный феномен или пространство исключительной природной красоты и эстетической важности;

(viii) Объект является выдающимся образцом главных этапов истории земли, в том числе памятником прошлого, символом происходящих геологических процессов в развитии рельефа или символом геоморфических или физиографических особенностей;

(ix) Объект является выдающимся образцом происходящих экологических или биологических процессов в эволюции и развитии земных, пресноводных, береговых и морских экосистем и растительных и животных сообществ;

(x) Объект включает в себя наиболее важную или значительную естественную среду обитания для сохранения в ней биологического многообразия, в том числе исчезающих видов исключительной мировой ценности с точки зрения науки и охраны.

Первый природный объект на территории Казахстана был занесен в список всемирного наследия в 2008 году. Этим объектом является Сарыарка – степи и озера Северного Казахстана.

Насколько известно, существует также предварительный список, где указаны объекты, предложенные правительством Казахстана в качестве кандидатов на занесение в список Всемирного наследия. В этот список занесены – Северный Тянь-Шань (Иле-Алатауский национальный парк), Палеолитические объекты и геоморфология хребта Каратау, Государственный национальный парк «Алтын-Эмель», Аксу-Жабаглинский заповедник, Западный Тянь-Шань, Каратауский заповедник, Сайрам-Угамский национальный парк. К сожалению, в предварительном списке нет озера Балхаш.

Для примера мы рассмотрели объекты природного наследия, находящиеся на территории сопредельных с Казахстаном государств (рис.). В пределах Российской Федерации, 10 объектов занесены в список всемирного природного наследия, одним из них является озеро Байкал (занесен в список в 1996 г.).

Китай ратифицировал «Конвенцию об охране Всемирного культурного и природного наследия» 12 декабря 1985 года. Первые объекты на территории Китая были занесены в список ЮНЕСКО в 1987 году на 11-ой сессии

Комитета Всемирного наследия. К июню 2011 года в стране насчитывался 41 объект Всемирного наследия. 29 из объектов включены в список по культурному критерию, 8 – по природному, 4 – по смешанному.



● Объекты всемирного природного наследия

◆ Объекты всемирного культурного наследия

*Рис. Объекты природного и культурного наследия ЮНЕСКО, данные карты MapLink 2012, Tele Atlas, NASA [6].*

По сообщению Всемирного фонда дикой природы (WWF) России, дельта реки Или и южная часть озера Балхаш в Казахстане признаны водно-болотными угодьями международного значения [9]. По словам руководителя программы WWF в Центральной Азии, Ольги Переладовой: «Придание этой территории статуса Рамсарского угодья крайне важно, так как позволяет привлечь к этим экосистемам большее международное внимание и предотвратить снижение притока воды, которое может быть вызвано планами развития оросительных систем в китайской части долины реки Или».

Как уточняет WWF России, дельта реки Или – крупнейшая естественная внутренняя дельта Центральной Азии, является местом обитания для богатой пустынной флоры (427 видов) и фауны (345 видов), а также таких краснокнижных видов, как краснозобая казарка, савка (семейство утиных) и кудрявый пеликан [9].

Это еще раз доказывает важность и обоснованность внесения озера Балхаш в список всемирного природного наследия.

В последние десятилетия ученых Казахстана все больше волнует ситуация, складывающаяся в бассейне озера Балхаш. Ведь уровень озера зависит от многих факторов:

- от стока рек, впадающих в озеро;

- от режима работы Капчагайской ГЭС;
- от безвозвратного водопотребления в верхней части бассейна на территории КНР, а также в средней части бассейна (территория РК) [3].

Увеличение водопотребления в верховьях реки Или на территории КНР может привести к уменьшению притока воды в озеро, что негативно отразится на его существовании, как экологической системы. Также имеется информация, что на территории Китая реализуется проект переброски стока из бассейна р. Или в р. Тарим [7]. Действующий договор между РК и КНР по управлению водными ресурсами реки Или, не ограничивает их использования в верховьях данной реки на территории Китая. По существу данный договор защищает лишь интересы КНР [2].

Сейчас многие не ощущают всю полноту проблемы, так как в связи с деградацией горного оледенения сток в р. Или увеличился. Но что будет в дальнейшем, если при сохранении тенденции увеличения температуры воздуха, ледники в горах Заилийского и Джунгарского Алатау прекратят существовать? Сток по р. Или резко уменьшится, хотя для сохранения озера Балхаш необходимо минимальное поступление стока в гидрометрическом створе у города Капчагай – не менее 11 км<sup>3</sup> в год. В противном случае уровень озера начнет уменьшаться, нарушится солевой баланс озера и постепенно в данном регионе может повториться «Аральская катастрофа». Ученые Казгидромета уже сейчас бьют тревогу. Они прорабатывают различные пути, если не решения проблемы, то, по крайней мере, смягчения последствий. Они предложили и обосновали строительство водосливной плотины в проливе Узынарал. [1]. В случае значительного сокращения стока р. Или, это даст возможность сохранить западную часть озера путем стабилизации его уровня на отметке 342...343 м [1].

Однако, следует сделать все возможное, чтобы не допустить значительного сокращения стока реки Или и гибели Балхашской экологической системы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В.В., Ли В.И. О необходимости проектирования и строительства водосливной плотины на озере Балхаш в проливе Узын-Арал // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №4. – С. 37-40.
2. «Для сохранения водного ресурса озера Балхаш Казахстану необходимо заново заключить договор с Китаем». Республиканская общественная

- экологическая газета «Экологический Курьер INT» от 16-30 сентября 2010 г. С. 3.
3. Кудеков Т.К., Голубцов В.В., Ли В.И. Современные изменения природной среды и гидрологический режим озера Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 3. – С. 64-72.
  4. Официальный сайт ЮНЕСКО: <http://whc.unesco.org/> (дата обращения 15.08.2012).
  5. Официальный сайт ЮНЕСКО, критерии оценки уникальности природных объектов: <http://whc.unesco.org/en/criteria> (дата обращения 15.08.2012).
  6. Официальный сайт ЮНЕСКО, интерактивная карта объектов культурного и природного наследия - <http://whc.unesco.org/en/254/> (дата обращения 15.08.2012).
  7. Пилипюк О. Кто утолит наши печали? // Газета «Gazeta KZ». – 2002. – 18 февр. – 1 с. — URL: <http://articles.gazeta.kz/art.asp?aid=12621> (дата обращения 10.08.2012).
  8. Ресурсы поверхностных вод СССР, Т. 13, Вып. 2, Бассейн озера Балхаш. / Под ред. В.А. Семенова, Р.Д. Курдина. – Л.: Гидрометеоздат. – 1970. – 637 с.
  9. Сайт экопортала в интернете - <http://ecoportal.su/news.php?id=59347> (дата обращения 15.08.2012).

Поступила 28.08.2012

А.В. Галаева

### **БАЛХАШ КӨЛІН ЮНЕСКО-НЫҢ МҰРАСЫНА ЕҢГІЗУ ҚАЖЕТТІЛІГІ ЖАЙЛЫ**

*Балхашкөлін ЮНЕСКО-ның Дүниежүзілік табиғи объектілерінің мұрасына еңгізу қажеттілігі жайлы мәселе қарастырылды. Аталған мәселе көлдің экологиялық жүйесін келешекке сақтау үшін маңызды.*

УДК 556.18.004.14

Канд. техн. наук С.П. Шиварева\*

**О ПРОГРАММЕ УЛУЧШЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ***ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ, ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИ-  
ВАНИЕ, ВСЕМИРНЫЙ БАНК**Приведены сведения о программе модернизации гидрометслужб  
Центральной Азии, финансируемой в рамках гранта Всемирного банка.*

Улучшение гидрометеорологического обслуживания в регионе Центральной Азии (ЦА) крайне важно для устойчивого социально-экономического развития. В странах ЦА постоянно растет потребность в гидрометеорологической информации более высокого качества, в особенности для целей раннего оповещения, поддержки стратегий противодействия стихийным бедствиям и оптимизации хозяйственной деятельности в таких секторах, как сельское хозяйство, транспорт, водное хозяйство и гидроэнергетика. Снижение потенциала и возможностей Национальных гидрометеорологических служб (НГМС) Центральной Азии в отношении удовлетворения растущего спроса на гидрометеорологическую информацию и услуги отражает общее сокращение общественных услуг с начала 1990-х годов. Устаревшее и неработающее оборудование, плохо налаженная связь, недостаточное внимание к обучению и сложности с привлечением квалифицированных специалистов усугубляют эту проблему. Отсутствие точной и своевременно предоставляемой гидрометеорологической информации отрицательно сказывается на социально-экономическом развитии. Оценка ключевых секторов экономики показывает, что даже небольшие инвестиции в наращивание потенциала НГМС помогут заметно повысить эффективность экономики.

Совместно с международными партнерами, а также партнерами регионального и национального уровня, Всемирный банк в сентябре 2008 г. начал реализацию региональной Программы укрепления гидрометслужб в рамках более масштабной Программы управления рисками стихийных бедствий в регионе Центральной Азии и Кавказа. Региональная Программа укрепления

---

\* Казгидромет, г. Алматы

гидрометеорологических служб получила дальнейшее развитие в 2009 г. в Кыргызской Республике, Республике Таджикистан и Туркменистане при финансовой поддержке Глобального фонда снижения риска стихийных бедствий и ликвидации их последствий. Была проведена подготовка к региональному семинару, посвященному обсуждению и согласованию масштаба и основных направлений деятельности, методов сотрудничества, государственного и донорского финансирования для региональной Программы укрепления национальных гидрометслужб и наращивания потенциала в поддержку региональных инициатив, в частности, Третьей Программы по оказанию помощи бассейну Аральского моря. Семинар состоялся в Ташкенте с 10 по 12 ноября 2009 г. В нем приняли участие около 100 специалистов, в том числе представители руководства национальных служб по предоставлению гидрометеорологических услуг из пяти стран Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) и соседних регионов (Армения, Азербайджан, Грузия, Афганистан, Китай и Россия). На семинаре принимали активное участие представители пользователей гидрометеорологической информации, в том числе министерств и ведомств, занимающихся вопросами раннего оповещения, сельского хозяйства, водного хозяйства, энергетики, транспорта, охраны природы, средств массовой информации и т.п. Донорские и международные финансовые организации сделали презентации. Семинар успешно завершился подписанием протокола представителями всех НГМС Центральной Азии. Был также согласован и в 2010 году подписан Меморандум о взаимопонимании НГМС для целей регионального сотрудничества и проект Программы региональной деятельности. Этот семинар стал важным шагом к подготовке запуска Региональной инициативы по улучшению гидрометеорологического обслуживания в Центральной Азии. Самым важным его результатом на данный момент является весомая поддержка Международного фонда спасения Арала (МФСА).

Позже на заседаниях рабочей группы региональная Программа укрепления гидрометслужб была доработана и обсуждена с представителями руководства Казгидромета, Кыргызгидромета, Таджикгидромета и Узгидромета, включая содержание, масштабность и оценочную стоимость инвестиционных и операционных затрат по приоритетным мероприятиям региональной деятельности.

Основной целью Программы является снижение риска, связанного с неблагоприятными погодными и климатическими явлениями, для жизни лю-



дей и экономики посредством улучшения гидрометеорологического обслуживания, что окажет поддержку экономическому развитию и укрепит региональное сотрудничество. Ожидаемые результаты включают:

- 1) более надежные гидрометеорологические прогнозы, непосредственно содействующие экономическому развитию ЦА;
- 2) повышение качества и расширение спектра информационных продуктов, представляемых в удовлетворяющей потребителя форме;
- 3) повышение уровня соответствия потребностям пользователей (на основе обследования до начала работ будет разработана специальная матрица результатов/продуктов);
- 4) скоординированные национальные программы модернизации НГМС участвующих стран;
- 5) улучшение системы обмена данными и информацией на региональном уровне, в особенности о стихийных бедствиях.

В результате будет создана возможность одновременного гидрометеобеспечения большого количества потребителей с детальной дифференциацией их запросов.

Предполагается, что Региональная Программа будет осуществляться в качестве рамочной Программы, оказываемой в различных формах поддержки национальным и региональным проектам и мероприятиям, финансируемым правительствами стран, международными финансовыми организациями и донорами. К примеру, предполагается, что основная часть модернизации Таджикгидромета и Кыргызгидромета будет финансироваться из средств, выделяемых Пилотной программой по созданию потенциала повышения устойчивости противостояния последствиям изменения климата (PPCR) и Глобальным фондом снижения риска стихийных бедствий и ликвидации их последствий (GFDRR). Возможно, удастся привлечь дополнительные средства в виде грантов и/или кредитов Международной ассоциации развития (МАР). Одновременно с этим, в ходе дальнейших обсуждений можно определить источники финансирования для модернизации национальных гидрометеорологических служб в Республике Казахстан, Туркменистане и Республике Узбекистан. Предполагается, что на этапе разработки можно будет согласовать мероприятия на национальном уровне, принимая во внимание как национальные, так и региональные приоритеты, чтобы обеспечить взаимное дополнение деятельности и избежать дублирования. Предполагается, что ос-

новые направления деятельности будут финансироваться при участии доноров, а также за счет стран участников. Для принятия решений о выделении финансирования необходимо определить приоритеты и последовательность реализации мероприятий. Это также будет способствовать разработке многоэтапной Программы мероприятий, которая поможет распределить затраты на больший период времени. Подобный подход сделает решение вопросов о выделении финансирования менее проблемным, но требует всестороннего дополнительного обсуждения.

Всеми НГМС определена следующая приоритетность мероприятий.

Высокоприоритетные мероприятия:

1. усовершенствование системы оперативного мониторинга состояния снежного и ледового покрова в горах ЦА;
2. улучшение технических и организационных возможностей обмена информацией между НГМС;
3. модернизация базовой сети гидрометеорологических наблюдений, информация которых участвует в региональном и международном обмене;
4. улучшение региональной системы обучения, подготовки и повышения квалификации кадров в области гидрометеорологии и климата;
5. создание национальных центров метеорологической и технической поддержки в странах региона;
6. разработка регионального подхода к «каскадному» способу доступа к результатам численного глобального прогноза с целью улучшения качества прогностических услуг и улучшению оповещения о ЧС.

Приоритетные мероприятия:

7. спасение национальных фондов данных, создание условий для улучшения оценки климатических изменений и обеспечения потребностей экономического развития региона;
8. организация обучения для руководящего состава НГМС ЦА по улучшению гидрометобслуживания (ГМО) и проведению оценки социально-экономических выгод от предоставления ГМО;
9. развитие государственно-частного партнерства;
10. возобновление температурно-ветрового зондирования атмосферы в интересах повышения точности региональных и мезомасштабных прогнозов;
11. улучшение системы мониторинга для снижения негативных последствий засухи в ЦА;

12. оценка ресурсов поверхностного стока бассейна Аральского моря, с учётом изменения климата и хозяйственной деятельности в современных условиях и на перспективу.

Стоимость Программы оценена в 27 млн. долларов США. Представленные мероприятия по достижению основных целей Программы основываются на стремлении НГМС ЦА объединить свои усилия по реализации действий для улучшения гидрометеорологического обслуживания в регионе на национальном и международном уровне.

Механизмы координации и реализации Программы должны быть «встроены» в работу действующей региональной организации. В связи с этим планируется включение небольшой координационной группы в одну из существующих организаций, имеющих мандат на деятельность в данном регионе. Такую координационную группу предложено создать в Региональном центре гидрологии при МФСА. Вместе с тем при создании соответствующего механизма нужно принимать во внимание требования к должному контролю над процессом закупок и расходования средств. Национальные компоненты будут осуществляться Национальными гидрометслужбами при условии обеспечения соответствующих национальных механизмов институционального развития и поддержки реализации. Во всех НГМС рекомендуется установить многофункциональный метеорологический комплекс (ММК) «МИТРА» (рис.).

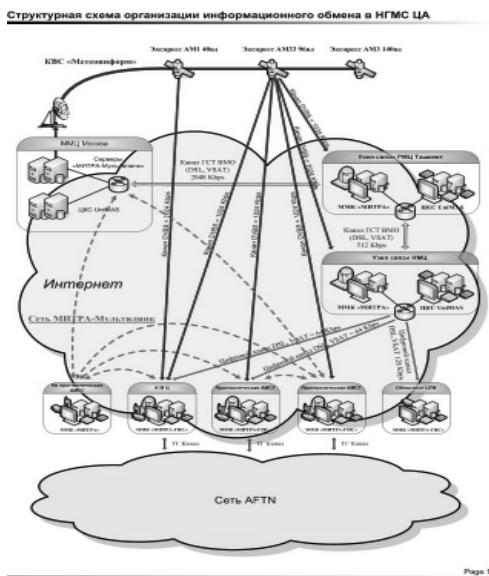


Рис. Многофункциональный метеорологический комплекс.

Он должен быть установлен в варианте для работы в сетях АСПД/ GTS-WMO, AFTN, Метеоинформ с дополнительными возможностями работы через Интернет. ММК «МИТРА» обеспечит: прием спутникового сигнала и выделение необходимого транспортного потока, повышение достоверности принятой информации, фильтрацию полученной информации в сети Метеоинформ, выделение потока данных в указанные папки с предоставлением доступа к ним, установление соединений (постоянных и сеансовых) с ведомственными сетями или Интернетом.

**Программа стартовала 1 сентября 2011 г. и будет реализована до 30 августа 2016 г.** Региональный Центр по Гидрологии (РЦГ), входящий в структуру Исполнительного Комитета Международного Фонда Спасения Арала (ИК МФСА) координирует мероприятия в рамках регионального сотрудничества. В своей деятельности по реализации регионального компонента Проекта, ИК МФСА/КС РЦГ опирается на **Группу Управления проектом ГУП (РЦГ)**, сотрудников филиалов РЦГ и консультантов.

Исполком МФСА определил круг обязанностей ГУП в отношении таких аспектов реализации Программы, как закупки, финансовое управление, расходование средств и отчетность.

В соответствии с решением КС РЦГ от 3 декабря 2010 года, ГУП находится в Республике Казахстан в городе Алматы, на протяжении всего периода реализации Проекта.

НГМС Казахстана в качестве национального вклада в проект предоставила для ГУП офисные помещения в здании филиала РГП «Казгидромет» по г. Алматы.

Программа включает три компонента:

**КОМПОНЕНТ А:** *Укрепление регионального сотрудничества и обмен информацией.*

Целью данного компонента является обеспечение для каждой из участвующих в проекте НГМС возможности использования, предоставления, обмена и архивации стандартных гидрометеорологических данных, а также сравнимый уровень квалификации в получении и составлении информации и предоставлении гидрометеорологических услуг (таб.).

**КОМПОНЕНТ В:** *Совершенствование гидрометеорологического обслуживания в Кыргызской Республике.*

Данный компонент будет способствовать укреплению Кыргызгидромета и обеспечению того, чтобы Кыргызгидромет располагал инфраструкту-

рой и возможностями для устойчивого предоставления услуг по наблюдению, прогнозу погоды, водных ресурсов и климата, которые соответствуют экономическим и социальным потребностям страны.

**КОМПОНЕНТ С:** *Совершенствование гидрометеорологического обслуживания в Республике Таджикистан.*

Данный компонент будет способствовать укреплению Таджикгидромета и обеспечению инфраструктурой и возможностями для устойчивого предоставления услуг по наблюдению, прогнозу погоды, водных ресурсов и климата, которые соответствуют экономическим и социальным потребностям страны.

Таблица

**Компонент А. Объем мероприятий**

№	Подкомпоненты / Мероприятия	Срок выполнения
<b>А.1. Укрепление технических и организационных возможностей НГМС ЦА по получению, хранению и обмену информацией, включая информационную продукцию, созданную на базе спутниковых информации высокого разрешения</b>		
1.1.	Модернизация Регионального метеорологического центра ВМО для улучшения возможностей обмена информацией между коммуникационными центрами НГМС ЦА (Республика Узбекистан, г. Ташкент)	2012...2014 гг.
1.2.	Поставка и установка в Региональном метеорологическом центре ВМО в г. Ташкенте оборудования и программного обеспечения для внедрения системы обработки информации на уровне служб прогнозирования НГМС	2013...2014 гг.
1.3.	Создание операционного модуля, работающего в режиме онлайн, для системы дистанционного зондирования, включая систему сбора и первичной обработки спутниковых данных с высоким разрешением, и его интеграция с первым базовым модулем системы для установки в Таджикгидромете	2013...2014 гг.
1.4.	Создание системы доступа в режиме онлайн к информационной продукции, созданной на базе спутниковой информации высокого разрешения; обучение	2013...2014 гг.
<b>А.2. Улучшение региональной системы обучения, подготовки и повышения квалификации кадров в области метеорологии, гидрологии и климата</b>		
2.1.	Разработка проекта Стратегии региональной системы повышения квалификации и переподготовки кадров и проекта регламента взаимодействия между НГМС (4 НГМС)	2012 г.

№	Подкомпоненты / Мероприятия	Срок выполнения
2.2.	Создание системы дистанционного обучения для 4 НГМС с ядром системы в Региональном учебном центре ВМО, включая разработку электронных учебных курсов	2014...2015 гг.
2.3.	Переподготовка и повышение квалификации сотрудников наблюдательных подразделений	2013...2015 гг.
2.4.	Разработка учебных пособий для изучения технических характеристик и вопросов эксплуатации и обслуживания современных технических средств для 4 НГМС, в том числе студии по разработке дистанционных обучающих курсов (Региональный учебный центр ВМО, г. Ташкент)	2014...2015 гг.
2.5.	Повышение квалификации преподавателей в ведущих профильных вузах стран СНГ	2013...2015 гг.
<b>А.3. Улучшение качества обслуживания за счет улучшения прогнозов погоды, штормовых предупреждений, оценки изменения климата</b>		
3.1.	Разработка регионального подхода к «каскадному» способу доступа к результатам численных прогнозов	2012 г.
3.2.	Обучение национальных специалистов применению в оперативной работе результатов расчетов ведущих прогностических центров, в том числе центров ВМО	2012...2014 гг.
3.3.	Внедрение методов численного прогнозирования в практику работы НГМС на национальном и региональном уровне	2013...2015 гг.
3.4.	Разработка и согласование процедур оповещения о ЧС на региональном и национальном уровне, основанного на анализе соответствующего международного опыта	2013...2014 гг.
3.5.	Перевод в цифровой формат архива метеорологических, гидрологических и климатических данных (2 НГМС)	2012...2015 гг.
3.6.	Оценка долгосрочных характеристик ресурсов поверхностных вод в бассейне Аральского моря	2012...2015 гг.

Важным элементом реализации Программы является интеграция систем. Системная интеграция НГМС является сложной задачей, поэтому для реализации мероприятий, поддерживаемых ПМГМО ЦА, потребуются содействие специалистов по системной интеграции. НГМС договорились объединить разработку детального технического дизайна и функцию интегрирования в единую консультационную услугу для помощи участвующим НГМС на протяжении всей работы Проекта.

Системный интегратор окажет содействие в наращивании регионального / национального потенциала для НГМС и поможет укрепить сотрудничество между НГМС, которое сформировалось между национальными специалистами в рамках ПМГМО ЦА.

Основной целью деятельности системного интегратора является:  
разработка детальной технической документации для реализации каждого из компонентов ПМГМО ЦА,  
оказание эффективной технической поддержки реализации проекта ПМГМО ЦА для достижения целей проекта,  
подготовка проекта к реализации,  
технический мониторинг,  
контроль реализации проекта,  
обеспечение функциональной совместимости модернизированной гидрометеорологической системы проекта,  
поддержка в предоставлении национальных гидрометеорологических услуг по региону Центральной Азии и при эффективной реализации мероприятий ИК МФСА.

Результаты Проекта будут иметь широкое распространение. Мероприятия принесут выгоды всем гидрометеорологическим службам в Центральной Азии и, особенно, в Кыргызской Республике и Республике Таджикистан за счет повышения надежности и заблаговременности гидрометеорологических прогнозов.

Положительное воздействие заключается в снижении уязвимости населения к стихийным бедствиям, сокращении риска материальных ущербов, и потенциального уменьшения общеэкономических потерь в результате стихийных бедствий.

Совершенствование координации и обмена данными между НМГС и улучшение регионального сотрудничества в поддержку адаптации к изменениям климата могут привести к многочисленным дополнительным выгодам для государственного и частного сектора в результате предоставления более надежной информации для обеспечения экономической деятельности в таких секторах как сельское хозяйство, энергетика и транспорт. В течение первого года реализации проекта (2012 г.), Группой Управления Проектом (ГУП) совместно с представителями проекта в Кыргызстане и Таджикистане, проведены следующие мероприятия:

#### **I. ОБУЧАЮЩИЙ СЕМИНАР СИНОПТИКОВ:**

Тема семинара: «Приобретение знаний и навыков использования достижений в области численных прогнозов погоды и представления метеорологической информации ведущих мировых центров прогнозирования, при-

менения различных методов прогнозирования, включая вероятностные, и использование полученных знаний и навыков для создания прогнозов погоды, в том числе – опасных явлений».

Семинар проводился в период со 2 по 6 июля 2012 года в Алматы, Республика Казахстан. В семинаре приняли участие синоптики из стран ЦА: Казахстан – 2 человека, Кыргызстан – 1 человек и Узбекистан – 1 человек.

Во время семинара приглашёнными консультантами из ММЦ ВМО были проведены теоретические и практические занятия по трем направлениям:

Первое направление: Интерпретация результатов численного моделирования ведущих мировых центров.

Второе направление: Анализ информации ИСЗ.

Третье направление: Основы регионального прогнозирования резких изменений погоды.

Основная цель семинара – повышение квалификации специалистов по прогнозированию Гидрометцентров НГМС ЦА до уровня, обеспечивающего освоение и эффективное использование достижений в области информационного обеспечения и численных прогнозов погоды ведущих мировых центров прогнозирования. Использование достижений в области численных прогнозов погоды и представления метеорологической информации ведущих мировых центров прогнозирования, применение различных методов прогнозирования, включая вероятностные, и использования полученных знаний и навыков для создания прогнозов погоды, в том числе – опасных явлений.

В рамках проведения семинара были предоставлены следующие образовательные услуги:

Выполнено предварительное тестирование и контроль начальных знаний слушателей по электронной почте.

Разработана учебная программа и задания для тестирования специалистов по итогам обучения. Программа обучения была составлена с учетом профессионального опыта слушателей, ориентирована на практическую направленность, необходимость внедрения новых методов работы и получения технических навыков для практической работы специалистов, а также понимания основ и ограничений используемых современных численных методов прогнозирования погоды.

Разработаны учебно-методические материалы в электронном виде.

Проведен итоговый экзамен слушателей в форме тестирования и проверки приобретенных практических приёмов.



Разработаны предложения в программу обучения специалистов НГМС стран ЦА для повышения квалификации специалистов по прогнозированию.

По окончании семинара было проведено итоговое тестирование, после которого участникам были выданы Сертификаты о прохождении обучения.

С 11 по 20 июля 2012 года для представителей руководящего состава Министерства экономики, Министерства финансов, Министерства по ЧС, Министерства иностранных дел и НГМС государств ЦА был организован обучающий тур на тему: «Опыт Национальной метеорологической службы Китая по организации системы предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях, построению системы обслуживания различных потребителей, институциональному укреплению службы».

В обучающем туре приняли участие 16 человек из министерств и ведомств Казахстана (5 человек), Кыргызстана (4 человека), Таджикистана (5 человек) и Узбекистана (2 человека).

Принимая во внимание, что одним из направлений ПМГМО ЦА является анализ и обновление нормативной базы в области метеорологии и смежных с ней областях, укрепление организационно-управленческой структуры и автоматизация управленческих процессов, было важным провести изучение передового опыта работы Национальной метеорологической службы Китая по следующим направлениям:

- организация системы предупреждения об опасных метеорологических явлениях,
- построение системы обслуживания различных потребителей и национальных систем наблюдений,
- укрепление институциональной основы службы.

Во время обучающего тура участники ознакомились с работой подразделений Китайского Метеорологического Агентства (КМА), расположенных в гг. Урумчи, Шанхай и Пекин. В каждом городе были организованы поездки в местные метеорологические службы, а также проведены семинары для изучения китайского опыта работы с пользователями метеорологической продукции, включая Департаменты водного хозяйства, земельных и природных ресурсов, сельскохозяйственного департамента, землетрясений и других. Большое значение имело знакомство участников тура с Концепцией раннего предупреждения опасностей и Концепцией устойчивого функционирования Метеорологической Службы, представленной подразделением КМА в Шан-

хае. Со своей стороны, участники тура имели возможность представить национальные сообщения, касающиеся организации работ и гидрометеорологического обслуживания в странах Центральной Азии.

С руководством КМА было проведено обсуждение на высоком уровне, касающееся развития потенциального сотрудничества с Китайским Метеорологическим Агентством стран ЦА.

По итогам обучающего тура в КНР получены следующие результаты:

1. Руководящие работники НГМС стран ЦА, МЧС, МИД, Минэкономики и Минфина стран-участниц ПМГМО ЦА детально ознакомились с опытом Национальной метеорологической службы Китая по:

- организации системы предупреждения об опасных метеорологических явлениях,
- организации деятельности НМС КНР,
- построению системы обслуживания различных потребителей,
- выпуску приборов,
- организации национальной системы метеорологических наблюдений,
- проведению мероприятий по институциональному укреплению службы.

2. Полученный опыт и знания будут применяться в странах ЦА при создании систем предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях, организации гидрометеорологического обслуживания, улучшения взаимодействия внутри страны между различными ведомствами с целью развития НГМС и повышения качества предоставляемых услуг.

До конца 2012 года в рамках ПМГМО ЦА планируется проведение других мероприятий, связанных с обучением, закупкой оборудования, разработкой проектов стратегии развития НГМС ЦА.

Основные мероприятия текущего года:

Проведение обучающего тура в Российскую Федерацию.

Название тура: «Опыт Национальной гидрометеорологической службы России по организации системы предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях, построению системы обслуживания различных потребителей, институциональном укреплению службы». Тур будет организован в два этапа.

Первый этап – посещение Приморского управления Росгидромета (г. Владивосток) специалистами НГМС Кыргызстана и Таджикистана.

Второй этап – посещение Росгидромета и его подразделений в Москве, Санкт-Петербурге и Обнинске специалистами НГМС Кыргызстана, Таджикистана, Казахстана и Узбекистана.

Обучающий тур предназначен для руководящего состава НГМС стран ЦА, начальников департаментов и ведущих специалистов НГМС стран ЦА. Сроки проведения: октябрь-ноябрь 2012 года.

Подготовка технических спецификаций для тендерных документов в рамках проекта «Поставка и установка многофункционального метеорологического комплекса и телекоммуникационного оборудования в Региональном метеорологическом центре ВМО (г. Ташкент) – декабрь 2012 г.

Подготовка тендерных документов и начало закупок по проекту «Формирование гидрометеорологической базы данных на электронных устройствах в целях долгосрочного хранения» – декабрь 2012 г.

Разработка проекта стратегии для проведения регионального обучения персонала и систему переподготовки, а также процедур по взаимодействию НГМС – октябрь 2012 г.

Разработка регионального подхода к «каскадному» методу ВМО при оценке численного прогнозированию суровых погодных условий – октябрь 2012 г.

Все мероприятия по ПМГМО ЦА проводятся в соответствии с планами, утвержденными и согласованными с Национальными Гидрометеорологическими Службами стран ЦА, а также при постоянном одобрении Всемирного Банка.

Поступила 24.08.2012

Техн. ғылымд. канд.      С.П. Шиварева

## **ОРТА АЗИЯҒА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІҢ ЖАҚСARTУ БАҒДАРЛАМАСЫ ЖӨНІНДЕ**

*Дүниежүзілік банк гранты шегімен қаржыланатын Орта Азия гидромет қызметін модернизациялау бағдарламасы туралы мәліметтер келтірілген.*

**У ИСТОКОВ СЕЛЕВОЙ НАУКИ В КАЗАХСТАНЕ.****С.П. КАВЕЦКИЙ, И.П. СМИРНОВ****к 100-летию со дня рождения С.П. Кавецкого**

**СЕМЕН ПАРФЕНОВИЧ КАВЕЦКИЙ**  
**(1912 – 1974)**

Как известно, время расставляет все и всех по своим местам. И теперь пришло время осознать и признать, используя известный афоризм благодарных учеников и последователей, что Семен Парфенович Кавецкий – ученый, у ног которого мы, селевики последнего пятидесятилетия, сидим, на плечах которого мы стоим.

В ранней юности жажда знаний увела его, крестьянского сына из далекого белорусского села, в город Константиновку на Донбассе, где он поступил рабочим на завод и на вечерний рабфак Харьковского университета. В 1934 году после окончания рабфака он поступает в Харьковский университет на геолого-географический факультет, который оканчивает в 1939 году по специальности «Гидрология». Затем сразу Главное Управление Гидрометслужбы

СССР посылает его на 4-хмесячные курсы гидрологов высшей квалификации в Государственный Гидрологический Институт (ГГИ), а в ноябре 1939 года направляет на работу в Алма-Атинское (позднее Казахское) Управление Гидрометслужбы.

Здесь Кавецкий С.П. работает сначала инженером-гидрологом, а с апреля 1941 года его переводят в Алма-Атинскую гидрологическую обсерваторию, базирующуюся в Медео, где он руководит научно-исследовательской группой по изучению селевых потоков. Его увлекают горы и селевые потоки, которым он в дальнейшем посвятил всего себя. Отсюда начинается взлет его научной карьеры, а скорее подвижнический путь ученого и руководителя.

А пока он становится свидетелем селевого паводка, сформировавшегося в бассейне р. Малая Алматинка 25 мая 1941 года. Произведено его обследование и анализ, по результатам которого написан отчет. И затем ежегодно проводятся обследования селевых бассейнов Заилийского Алатау, составляются научно-технические отчеты по теме «Исследование селевых паводков» за 1941 – 1945 гг. Тогда же ведутся работы по изучению селевой деятельности оврага Малютинский в бассейне реки Большая Алматинка, где формируются грязевые сели (почти ежегодно). Результаты этих работ позднее были переданы для использования комплексной изыскательской партии Ленгидроэнергопроекта и в ГГИ. Из характеристики Семена Парфеновича этого времени: «Под его руководством и личном участии за прошедшие 4 года собран ценный материал по селевой деятельности Малой Алматинки и ряда других бассейнов Заилийского Алатау. Собраны и частично обобщены интересные в научном отношении данные о зависимостях скорости течения и влекущей силы горного потока, о связях ливневых паводков с осадками и ряд других материалов» [1]. Его настойчивость, любознательность и трудолюбие приносят плоды. Как сказано в другой характеристике (1944 г.), «Кавецкий, как молодой специалист, целиком отдался делу науки .... Научно-технические отчеты по его группе с каждым годом приобретают все более глубокое содержание, несмотря на серьезные трудности военного времени в выполнении отдельных разделов». «К работе относится серьезно и вдумчиво».

В декабре 1946 года его назначают на должность директора обсерватории. Одновременно он ведет активную научную и практическую работу. В это время были сформулированы основные задачи селеведения и определены пути их разрешения: выявление условий образования селей и факторов их об-

условливающих (геология, рельеф, почвы, растительность, климат); изучение элементов (параметров) селей; предсказание селей; разработка методов изучения селей; разработка рациональных мер борьбы с селями.

Впервые четко обозначены основные условия, необходимые для селеобразования: «1) Наличие рыхлого и обломочного материала. 2) Возможность образования повышенного, против обычного, поверхностного стока и причины его вызывающие. 3) Наличие значительных уклонов, способных придать потоку размывающие скорости для данного рода грунта».

Необходимость, много раз подтвержденная и ранее, и в дальнейшем, что придает этой триаде статус постулата.

Впервые в практику обследования селей введены рекогносцировочные авиаобследования и специализированные полевые обследования, разработаны их программы. При авиаобследованиях селевых районов рекомендовалось основное внимание обращать на осмотр конусов выноса как участков, носящих отпечаток селевой деятельности всего бассейна, выявление наличия рыхлого материала выше зоны растительности, рельеф русла и т.д.

Не в согласии с главенствующей в то время паводочной концепцией представления о селевых потоках, в приверженности которой несправедливо обвиняли потом Кавецкого некоторые ретивые ученые, Семен Парфенович впервые объяснил специфическое для селей качество – валообразность движения с позиций динамики развития селевого процесса. В основополагающей работе «Сели в Заилийском Алатау», опубликованной в специальном выпуске Трудов КазНИГМИ [2] в 1953 году, он пишет: «Бурный горный поток, достигнув определенной степени насыщения наносами, переходит в селевой и приобретает новое, *специфическое для селя качество* – заторный (*валообразный*) характер движения».

Надо отметить, что многие исследователи объясняли заторность движения селевых потоков лишь чисто внешними причинами: завалами на пути следования, морфометрией русел и т.д. Не исключая влияния этих факторов, Кавецкий рассматривает валообразный характер селевых потоков изначально как результат динамики селевой массы в процессе формирования и движения селей. Там же он пишет: «Заторность происходит вследствие того, что наносы различной крупности движутся с различными скоростями, создавая массовое беспорядочное движение. Последнее способно наложить свой отпечаток на движение всей массы и придать потоку заторный характер .... Заторы и

последующие их прорывы приводят к резкому увеличению скоростей и расходов потока на отдельных участках. Масса, движущаяся со скоростями часто превышающими 6...7 м/с, при большой насыщенности потока наносами, способна разрушить самые прочные сооружения и производить интенсивную деформацию русла».

К сожалению, это важнейшее положение для понимания механизма формирования грязекаменных потоков осталось без внимания последующих исследователей вплоть до 1980 года, когда автор данной статьи высказала подобную идею в работе «О принципе пульсации в селевом процессе» [3]. И доказала ее по результатам крупномасштабных экспериментов по воспроизведению селевых потоков, проведенных отделом селевых потоков КазНИГМИ в 1972 – 1978 гг. в природном селевом очаге р. Чемолган под руководством премника С.П. Кавецкого Ю.Б. Виноградова.

Тогда же к Семену Парфеновичу приходит понимание необходимости комплексного изучения селей. Он пишет: «Следует признать, что изучение селевых потоков – задача весьма трудная. Трудная потому, что сели – явление чрезвычайно сложное; условия их возникновения слабо изучены; методика изучения не разработана; нет соответствующих приборов и аппаратуры для наблюдений. Однако как бы ни было сложно явление нельзя его разрывать на части и изучать изолировано, оторвано друг от друга. Изучение должно быть комплексным, всесторонним. Такая задача не под силу одному какому-либо научно-исследовательскому институту. В разрешении ее должны участвовать ряд научно-исследовательских организаций и вести работу по единому согласованному плану, единой программе» [4]. Но в послевоенные годы перед государством стояли совсем иные задачи – надо было восстанавливать самое необходимое для жизни людей и в первую очередь накормить их. И только спустя 20 лет эта задача была реализована Ю.Б. Виноградовым, когда Советом Министров КазССР были выделены деньги на борьбу с селями после прохождения череды катастрофических селей и в первую очередь Жарсайских селей 1958 и 1963 годов, в результате которых было уничтожено красивейшее озеро Заилийского Алатау – Иссык, и которые принесли многочисленные жертвы и многомиллионные убытки.

В апреле 1951 года Семен Парфенович успешно защищает кандидатскую диссертацию в ГТИ. А в июле 1951 года, когда на базе двух Алма-Атинских обсерваторий (гидрологической и геофизической) был создан

Казахский Научно-Исследовательский Гидрометеорологический институт (КазНИГМИ), его назначают начальником отдела Гидрологических исследований и прогнозов. Здесь под руководством С.П. Кавецкого была проведена огромная работа по гидрологии и селевым потокам рек Казахстана. Рассматриваются вопросы изучения стока рек Заилийского Алатау и р. Или, расчета его максимальных характеристик; вопросы формирования ливневых паводков и осадков их вызывающих. Выявляются зависимости весенних запасов влаги от метеорологических условий осенне-зимнего периода в Казахстане; изучается подрусловой сток засушливых районов. Изучаются вопросы стока взвешенных наносов рек Заилийского Алатау, характеристики снежного покрова Заилийского Алатау. Разрабатываются методы рекогносцировочных и специализированных обследований селевых объектов. В этот период собраны и проанализированы данные о селевых потоках Казахстана, исследованы гидрометеорологические и геоморфологические условия их возникновения. Большое внимание уделяется также анализу причин возникновения селей неливневого происхождения. Решаются вопросы противоселевых мероприятий в Казахстане; готовится обоснование проекта организации службы предупреждения города Алма-Аты об угрозе селей.

Проект информационно-предупредительной службы содержал план размещения наблюдательных пунктов в соответствии с выявленными селеопасными участками; программу работ этих пунктов, обеспечивающих своевременную регистрацию возникновения селя; схему связи между постами наблюдений и прогностическими органами. Этот проект был передан в КазУГКС и явился первым шагом на пути решения проблемы оповещения о селях.

Большое значение Кавецкий придает экспериментальному изучению селевых потоков путем их искусственного воспроизведения в натуральных условиях. В 1949 году под руководством Смирнова был составлен схематический проект полигона для таких экспериментов, по которому предусматривалось водохранилище емкостью около 35 тыс. м<sup>3</sup>, расход водного попуска около 40 м<sup>3</sup>/с в течение 8 минут. Стоимость плотины и установок предполагалась в размере 250 тыс. руб. Проект докладывался Кавецким и Смирновым на Второй Всесоюзной селевой конференции в октябре 1950 года, а затем в ГУГМС и ГГИ. При обсуждении были высказаны разноречивые мнения, сомнения в отношении технического проекта и возможности его осуществления, разрешить ко-



торые можно было лишь путем проведения предварительных опытов, что и было предпринято в 1951 году. Небольшими силами была проведена гигантская работа. И в первую очередь – это технический проект и постройка плотины, обеспечивающей объем водохранилища и расходы воды, необходимые для формирования селя. При наименьших затратах разработка программы экспериментов, их организация и проведение. С целью выбора экспериментального полигона было произведено рекогносцировочное обследование ряда притоков р. Малой Алматинки. При обследовании выяснилось, что выбрать участок для пуска селей полностью соответствующий предъявляемым требованиям, не представляется возможным. Серьезным ограничением в выборе экспериментального участка селевого бассейна были: подвоз строительных материалов, используемых при строительстве плотины, недостаточность кадровых и финансовых ресурсов. Наиболее удовлетворительным для предварительных опытов посчитали участок в районе устья р. Чимбулак. Здесь была построена плотина, определившая объем водохранилища в 300 м<sup>3</sup> и обеспечивающая расход водного попуска около 7 м<sup>3</sup>/с.

И в 1951 году, за 20 лет до Чемолганских экспериментов, организованных Ю.Б. Виноградовым, впервые в мировой практике была проведена серия экспериментов по воспроизведению селей в естественном селевом русле.

Опыты, произведенные с искусственными селями, позволили поставить вопрос об организации селевых станций и начать работы в области селевой гидрометрии. «Одновременно с разрешением общих вопросов о возможности и целесообразности воспроизведения искусственных селевых потоков, в результате проведенных опытов получен фактический материал наблюдений за основными элементами селевого потока (скоростями, расходами, движением наносов, коэффициентами шероховатости и проч.)» [5]. И хотя в результате экспериментов были получены потоки низкой плотности, этот опыт, его ошибки и недочеты внесли неоценимый вклад для последующих исследователей.

Исследования в отношении разработки эффективных мер борьбы с селями предполагалось проводить в следующих направлениях:

- 1) разработка противоселевых сооружений с учетом динамики селевого потока;
- 2) разработка мер борьбы с селеформирующими факторами на основе изучения условий образования селей;

3) разработка методов прогноза селевых явлений.

И в каждом из этих направлений были предприняты определенные шаги для решения указанных задач.

Глубокий аналитический ум позволил С.П. Кавецкому трезво оценить задачу прогноза селей и правильно расставить акценты при ее разработке. Он писал: «Вследствие недостаточной изученности селеобразующих факторов предсказание селей является весьма сложной проблемой. Для ее разрешения в первую очередь важно знать количественные характеристики ожидаемого дождя и условия поверхностного стока в бассейне. В наших целях наибольшее значение имеют интенсивность, продолжительность и площадь распространения дождя. Однако существующая методика синоптического прогноза не позволяет предсказывать даже возможную величину осадков за дождь. Поэтому здесь требуются дальнейшие глубокие исследования по разработке методики предсказания осадков». Что касается стока, то здесь «наибольший интерес представляют потери стока на фильтрацию и скорость стекания по склону». Большая роль в решении вопроса изучения стока отводилась искусственному дождеванию.

Надо признать, что и до сих пор нет сколько-нибудь надежных прогностических моделей количества и продолжительности ливневых осадков, необходимых для построения прогноза ливневых селей.

Тем не менее, в 1954 году, когда в КазНИГМИ был организован самостоятельный отдел селевых потоков, под руководством С.П. Кавецкого проводились исследования по разработке метода прогноза селеопасности. Прогноз селеопасности включал, с одной стороны, оценку ситуации, при которой вероятность возникновения селей резко возрастает, с другой, – оценку обстановки, исключающей их возникновение. Для решения этих задач им был предложен метод комплексного рассмотрения основных признаков, позволяющих судить о возможности или невозможности возникновения селей [6]. Причем из условий образования селей наибольшее внимание уделяется определению возможности выпадения больших осадков в зоне формирования селевых потоков и возможности возникновения расходов, превышающих критические значения. «Оказалось, что одновременное сочетание этих трех показателей случается очень редко, что отражает существо селеобразования и редкость их прохождения в каждом отдельном бассейне».

В результате проведенных исследований было выявлено влияние по-

ложения снеговой линии на высотное распределение выпадающих осадков, зависимости их максимальных значений от предшествующих осадков и температуры воздуха, а также ряд других региональных признаков, предлагаемых в качестве прогностических. По результатам этих исследований С.П. Кавецким в соавторстве с В.Р. Гулиной было разработано «Пособие по прогнозированию селеопасности» [7]. Для прогноза гляциальных селей авторы Пособия предлагали производить наблюдения за высотой снеговой линии на ледниках и стоком с них с целью выявления нарушения его режима, свидетельствовавшего о селеопасном накоплении воды в морено-ледниковом комплексе и возможности прорыва водоемов. Эти разработки носили пионерский характер.

С целью оценки метода авторы провели опытные прогнозы селеопасности для г. Алма-Аты в 1958 г., для ледников Туяк-су в 1959 г. и для бассейна р. Текели в 1960 году. Предварительные результаты показали, как писали они в Заключении Пособия, что «после примерно двухгодичного испытания и выявления новых признаков с учетом особенностей в различных районах ... представится возможность положить начало в организации и постановке оперативных прогнозов селеопасности и селей. Постановка такой грандиозной задачи в этом сложном вопросе потребует самого тщательного выполнения рекомендаций, изложенных в настоящей работе, и творческого подхода при опытной постановке прогноза».

3 апреля 1954 года С.П. Кавецкому Высшей Аттестационной Комиссией СССР присвоено Ученое Звание «Старшего научного сотрудника» по специальности «гидрология» (протокол №7).

*Из характеристики Семена Парфеновича, данной по этому поводу:*

«За период после защиты диссертации им написано 16 значительных работ, посвященных изучению селевых потоков, исследованию дождей, снеготаянию, гидрографическим исследованиям, лиманному орошению лугов и пастбищ и другим вопросам, имеющим большое народно-хозяйственное и научное значение.

В настоящее время руководит сложной темой по разработке методики прогноза селевых явлений и снижению селеопасности на основании комплексного анализа необходимых гидро- метео- аэросиноптических факторов.

Тов. Кавецкий, являясь членом Ученого совета КазНИГМИ, принимает активное участие в его работе. Активно участвует в популяризации научных гидрометеорологических и географических знаний, выступая с докладами и в печати.

Политически развит, в 1948 году окончил вечерний Университет Марксизма-Ленинизма. Принимает активное участие в общественной жизни института.

За хорошую работу имеет две награды: медаль за доблестный труд в Великой Отечественной Войне и грамоту Верховного Совета Казахской ССР».

Директор КазНИГМИ /А.Т. Бергун/

Секретарь парторганизации /М.И. Прохоров/

Председатель МК /Безверхний/

К достижениям С.П. Кавецкого в значительной степени следует также отнести и результаты второй, разрабатываемой в отделе селевых потоков исследовательской темы. Эти результаты состоят в том, что старшим научным сотрудником Смирновым при участии С.П. Кавецкого была создана в 1955 г. автоматически действующая установка для измерения уровней, скоростей и наносов в селевом потоке. Таких установок до сих пор еще никто не соорудил.

Важным достижением отдела селей и Кавецкого, как его руководителя, следует считать выполненную по договору содружества с Ленгидэпом работу по оценке возможных объемов селевых выносов в Большое Алматинское озеро для проектирования ГЭС Большеалматинского каскада. Работа эта дала государству экономический эффект в несколько миллионов рублей и помогла отделу селевых потоков глубже и всестороннее изучить процессы селеобразования в бассейне рек Озерной и Б. Алматинки.

В 1956 году было произведено обследование следов гляциального селя, прошедшего в бассейне реки Малой Алматинки, в 1959 году и в последующих годах – обследование и анализ селевых проявлений в Джунгарском Алатау (бассейн реки Текели) и Таласском Алатау, а в 1958 и 1963 годах – катастрофических селевых потоков в бассейне р. Иссык.

Одновременно в отделе велась большая работа по подготовке методических материалов. Были изданы: «Пособие по прогнозированию селеопасности», «Метод предотвращения катастрофических паводков и селей в районе ледников», «Методические указания по составлению ежегодных обзоров селевой деятельности», «Методические указания по составлению каталога селеопасных рек СССР», «Методические указания по организации и производству наблюдений за селевыми потоками», «Инструкция для наблюдателей временных постов по производству наблюдений и передаче информации в селеопас-

ный период», «Методические рекомендации по сбору, систематизации и обобщению сведений о селях в гидрометбюро».

Большое внимание было уделено изучению пространственного распространения селей и систематизации данных о них. Под руководством С.П. Кавецкого подготовлены материалы в общесоюзное академическое издание «Сели в СССР и меры борьбы с ними» по разделу «Казахстан». В разделе рассмотрены условия формирования селевых потоков, выделены наиболее селеопасные районы и бассейны, приведены случаи катастрофических селей, описания их последствий. Даны рекомендации по мерам борьбы с селевой опасностью.

В начале 60-ых годов была выполнена большая работа по написанию разделов о селевых явлениях в справочнике «Ресурсы поверхностных вод СССР» по бассейну Сырдарьи (В.Р. Рындина, С.П. Кавецкий) и Амударьи (И.О. Раушенбах), а также составлению и подготовке к печати «Карты-схемы селеопасных районов СССР» и «Каталога селеопасных рек Казахстана, Средней Азии и Восточной Сибири (исполнитель И.О. Раушенбах). В Каталоге дана характеристика селеносных рек и приведен перечень селей, имевших место на этих реках (водотоках), а также непосредственные сведения о прошедших селях, полученные из анкет по учету селей, ежегодных обзоров селевой деятельности, из отчетов о специализированных обследованиях селей по следам. Карта-схема содержит сведения о селеносных реках, генезисе и типах селей, имевших место на этих реках.

В 1950, 1956 и 1959 годах в Алма-Ате проводились Всесоюзные конференции по изучению селей, на которых большое внимание было уделено селевым явлениям в Казахстане и, в частности, проблеме защиты города Алма-Аты от селевых потоков, в которых Семен Парфенович принимал самое активное участие.

По сценарию С.П. Кавецкого и при его научном руководстве был снят первый в истории селевой науки научно-документальный фильм «Грязекаменный поток».

Результаты научных разработок, проведенных под руководством Семёна Парфеновича Кавецкого в течении этих двадцати лет, позволили КазНИГМИ занять одно из ведущих мест в исследовании селевых потоков. В 1958 году на КазНИГМИ было возложено методическое руководство и координация работ по изучению селевых явлений в системе Гидрометслужбы СССР. Сотрудники

отдела принимали участие в работе всех крупнейших селевых форумов: были сделаны доклады на III Всесоюзном гидрологическом съезде, селевых конференциях в 1950 – 1962 годах.

Семен Парфенович проводил большую редакторскую работу. Он был редактором многих выпусков Трудов института, Материалов наблюдений селестоковой станции и др.

Дальнейший послужной список Семена Парфеновича детально отражен в партийно-производственной характеристике, поданной в конкурсную комиссию 5 августа 1964 г. на предмет замещения вакантной должности старшего научного сотрудника отдела селевых потоков, когда начальником отдела селей был уже назначен Ю.Б. Виноградов:

... работал «с декабря 1956 г. и по июнь 1963 г. заместителем директора института. С июня 1963 г. по январь 1964 г. временно исполнял обязанности директора КазНИГМИ. С января 1964 г. ему был предоставлен творческий отпуск для завершения докторской диссертации, а с июня 1964 г. был переведен на научную работу в институте. Им проводились исследования условий возникновения селей различного происхождения, разработка способов снижения и прогнозирования селеопасности.

В настоящее время т. Кавецкий работает над докторской диссертацией по теме: «Сели и гидрометеорологические основы противоселевых мероприятий». Им написано и опубликовано 47 научных статей, методических пособий и инструкций, освещающих отдельные стороны селевой проблемы .... Свою научную деятельность т. Кавецкий сочетал с руководящей и преподавательской работой. В течение 5 лет преподавал гидрологию и некоторые другие дисциплины в Казахском Государственном Университете и являлся руководителем производственной практики студентов ВУЗов при институте. Принимает участие в партийной и общественной жизни коллектива. В 1963 – 1964 гг. являлся членом партбюро.

Награжден...»

Опубликовано 47 научных трудов. А сколько осталось неопубликованных рукописей, включая его докторскую диссертацию!

Наследие Семена Парфеновича Кавецкого велико – оно составляет целую эпоху селевой науки. К сожалению, до сих пор не издано ни одного сборника его научных работ. Но для последующих поколений селевиков он навсегда останется примером преданного и плодотворного служения науке.

**Ведущий специалист отдела селевых потоков,  
«правая рука» С.П. Кавецкого.**



***ИВАН ПАВЛОВИЧ СМІРНОВ***  
***(1899 - ?)***

Иван Павлович Смирнов окончил Институт инженеров водного хозяйства в Москве по специальности – гидротехника в 1929 году. Затем два года учился в аспирантуре, но не окончил ее. Послужной список его впечатляет [8]. Начиная трудовую деятельность рабочим Ленинградского завода, откуда он в 1917 году вступил в рабочую Красную Гвардию и участвовал вместе с другими восставшими рабочими в штурме Зимнего дворца и аресте Временного правительства. Во время войны служил преподавателем физики и черчения в Средней школе в своем родном Антроповском районе в 1942...1945 годах. А в промежутке между этими годами, после аспирантуры в 1931...1932 годах он работал инженером-гидротехником в НИИ Гидротехники и мелиорации в Москве, в Загипрводхозе в 1933 году, на строительстве канала Москва – Волга в 1936...1937 годах, в ГУГМС в 1939...1940 годах. Но нам интересен факт его участия в Чирчикской научно-исследовательской экспедиции ВНИАМИ по обследованию селевых бассейнов р. Чирчик в 1938...1939 годах.

В 1946 году по направлению ГУГМС он прибыл в КазУГМС и был зачислен в Гидрологическую обсерваторию. Здесь он окунулся, наконец, в свою стихию – научную работу по селевой проблеме под руководством С.П. Кавецкого.

И.П. Смирнов был участником всех экспедиций и обследований селевых объектов и селевых потоков. Но главное его детище – это экспериментальный полигон по воспроизведению селевых потоков. Он сам спроектировал плотинный узел [5] и руководил строительством. При этом особое внимание обращалось на конструкцию затвора водоспуска, который по условиям опыта должен открываться мгновенно. Был разработан проект стационарной, периодически действующей плотины (в отличие от используемых в то время временных, разрушающихся во время эксперимента).

И.П. Смирнова нужно считать основателем селеметрии. Он разработал оригинальную установку для регистрации уровней и скоростей селевых потоков, которая испытывалась в Чимбулакских экспериментах; он первый применил кино съемку для определения уровня и скорости потока и нивелировку русла до и после эксперимента для определения объемов твердого материала, участвующего в селевом процессе. Кроме того, одной из задач экспериментов было сопоставление наблюдаемых расходов и скоростей потока с рассчитанными их значениями по известным в то время формулам для выбора наиболее надежных. Эта работа позволила ему расширить и углубить метод изучения селей по оставленным ими следам, дать детальные рекомендации и разработать подробную методику. Разработанная Смирновым программа экспериментов по искусственному воспроизведению селевых потоков оптимально соответствовала поставленным целям. Оценивая полученный опыт в результате Чимбулакских экспериментов, Иван Павлович писал [5]:

«Проведенные исследования показали, что изучение селевых паводков путем искусственного их воспроизведения возможно и эффективно». «Воспроизводить сели возможно периодически на одном объекте (водотоке) при наличии постоянной, специально построенной для этой цели, плотины и условия искусственного пополнения русла рыхлообломочным материалом» (в случае его ограниченности).

«На основе опыта и полученных материалов можно наметить основные вопросы методики для дальнейших исследований, а также вопросы проектирования сооружений и установок для воспроизведения искусственных



паводков в более совершенном виде», что и было предпринято 20 лет спустя при подготовке Чемолганских экспериментов [9].

Талантливый исследователь, Смирнов первый попытался проникнуть в физику селевого явления. В работе «О формировании и динамике селевых потоков» [10] он писал: «Количественное нарастание в потоке наносов ведет к проявлению в нем нового качества: поток приобретает волнообразный характер движения. Другой отличительной особенностью селевых потоков является бурное проявление русловых процессов, непрерывное и ярко выраженное взаимодействие потока и русла, их крайняя неустойчивость». Он приходит к выводу, что в формировании селевых потоков основную роль играют русловые процессы, что «подтверждается образованием селей от прорыва водоемов». И в качестве доказательства приводит описание и характеристики селея, сформировавшегося при обрушении современной морены, в верховьях р. Малой Алматинки 7 августа 1956 года.

Иван Павлович первый указал на необходимость учета предшествующего увлажнения рыхлообломочных пород на процесс формирования селей и расчет их характеристик.

И.П. Смирнов много внимания уделял разработке методик наблюдения за селевыми паводками и разработке методов противоселевых мероприятий.

Его список опубликованных научных работ включает более 20 статей, докладов, методических пособий.

К сожалению, состояние здоровья не позволило ему закончить диссертационную работу и многие интересные начинания.

Работы, выполненные Семеном Парфеновичем Кавецким и Иваном Павловичем Смирновым заложили фундамент селевой науки, именуемой теперь Селеведением.

Им досталось тяжелое военное и послевоенное время. Плохо одетые и плохо обутые, часто полуголодные, они отдавали делу изучения селей всю свою душу. Как говорится в одном из юбилейных обзоров деятельности отдела селей [11]: «Первые исследователи селей КазНИГМИ (Кавецкий, Смирнов, Рыбкина, Раушенбах, Рындина, Хонин и ряд других) внесли большой вклад в изучение селевых явлений в Казахстане. Работавшие в труднодоступных горных районах при отсутствии техники, они заслуживают уважения как люди большого энтузиазма и преданности науке».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архив КазНИГМИ. Опись 1. Личное дело №32.
2. Кавецкий С.П. Сели в Заилийском Алатау // Труды КазНИГМИ. – 1953. – Вып. 04. – С. 15-86.
3. Степанова Т.С. О принципе пульсации в селевом процессе // Селевые потоки. – 1980. – Сб. 4. – С. 24-27.
4. Кавецкий С.П., Смирнов И.П. О проблемах селей в Казахстане и путях их разрешения // Труды КазНИГМИ. – 1953. – Вып.04. – С. 4-14.
5. Смирнов И.П. Опыт изучения селей путем искусственного их воспроизведения // Труды КазНИГМИ. – 1953. – Вып. 04. – С. 87-115.
6. Кавецкий С.П. Прогноз селевых паводков // Сб. Материалов IV Всесоюзной конференции по селевым потокам. – Алма-Ата, 1959. – С. 59-65.
7. Кавецкий С.П., Гулина В.Р. Пособие по прогнозированию селеопасности. – Алма-Ата: 1960. – 59 с.
8. Архив КазНИГМИ. Опись 1. Личное дело №280.
9. Виноградов Ю.Б. Искусственное воспроизведение селевых потоков на экспериментальном полигоне в бассейне р. Чемолган // Селевые потоки. – 1976. – Сб. 1. – С. 3 – 7.
10. Смирнов И.П. О формировании и динамике селевых потоков // Труды КазНИГМИ. – 1959. – Вып. 11. – С. 52-61.
11. Киренская Т.Л., Мочалов В.П., Раушенбах И.О. Исследование селевых потоков в КазНИИ // Труды КазНИИ. – 1982. – Вып. 81. – С. 70-83.

Канд. физ.-мат. наук Т.С. Степанова

**ФРОНТОВИК, УЧЕНЫЙ, СЕЛЕВИК****к 90-летию со дня рождения****ИГОРЬ ОСКАРОВИЧ РАУШЕНБАХ**  
**(1922 – 2003)**

Работал в КазНИГМИ с 1957 г. вплоть до выхода на пенсию в 1982 г.

Игорь Оскарович Раушенбах еще будучи студентом КазГУ принимал активное участие в работах отдела селевых потоков. Так, после прохождения селя по р. Малой Алматинке в 1956 году он участвовал в экспедиции по обследованию следов селя и выяснению причин и условий его формирования. Эта работа позволила ему написать и успешно защитить дипломный проект по теме «Сели Зайлийского Алатау». После окончания университета в 1957 г. по заявке КазНИГМИ он был направлен в отдел гидрологии, возглавляемый С.П. Кавецким, который был руководителем его дипломного проекта, в группу по изучению селей. В 1964 году с приходом в институт Ю.Б. Виноградова был организован самостоятельный отдел селевых потоков, в котором Игорь Оскарович проработал сначала в должности младшего научного сотрудника, затем с 1966 г. – старшего научного сотрудника. И так четверть века, вплоть до выхода на пенсию, он остался верен и этому институту, и этому отделу и этой захватившей его проблеме изучения селевых потоков. Как он и был ра-

нее верен долгу чести по защите Отечества, пройдя всю войну до Германии с боями, ранениями и наградами, командуя ротой после окончания военного училища в мае 1942 г. А ведь ему к началу войны было всего 19 лет.

### ***Справка***

*Раушенбах Игорь Оскарович, гвардии лейтенант, командир мотострелковой роты. Принимал участие в боях на фронтах Великой Отечественной войны: Калининском, I Прибалтийском (6 гвардейская армия), II Белорусском (43 армия). Был ранен 21 августа 1944 г. и тяжело контужен 5 октября 1944 г.*

*Награжден орденами «Александра Невского» и «Красной звезды», медалью «За Победу над Германией в В.О.В. 1941 – 45 гг.» и др., полученными в послевоенное время.*

Здесь уместно напомнить, что орден Александра Невского является одним из почетных «полководческих» орденов. Им награждались командиры дивизий, бригад, полков, батальонов, рот и взводов. Игорь Оскарович был награжден орденом «Александра Невского» по статье: «за проявленную, в соответствии с боевым заданием, инициативу по выбору удачного момента для внезапного, смелого и стремительного нападения на врага и нанесение ему крупного поражения с малыми потерями для своих войск».

После демобилизации из Советской Армии в 1947 году окончил среднюю школу рабочей молодежи и в 1952 году поступил на геолого-географический факультет КазГУ.



Из университета Игорь Оскарович пришел, по сути, готовым высококвалифицированным специалистом и сразу влился в коллектив. Да и Семен Парфенович Кавецкий, как опытный руководитель и порядочный человек, умел ценить грамотных, преданных делу сотрудников.

В 1959 г. И.О. Раушенбах участвовал в специализированном обследовании следов селей в бассейне р. Текели хребта Джунгарский Алатау.

В 1959...1960 гг. являлся исполнителем темы «Сели Казахстана и меры борьбы с ними» по подготовке и написанию раздела монографии «Сели СССР и меры борьбы с ними», изданной Институтом географии АН СССР в 1964 г. В процессе этой работы он вместе с С.П. Кавецким принимал участие в совещании составителей монографии и членов селевой комиссии в Академии наук СССР. В конце 1960-го года участвовал в совещании по борьбе с эрозией почв и селевыми потоками в г. Ташкенте, а в начале 1961 года совместно с Кавецким сделал доклад на совещании в Тбилиси по защите железных дорог Кавказа от селей. К юбилейной сессии Ученого Совета КазНИГМИ в мае 1961 г. в соавторстве подготовил доклад на тему «Некоторые закономерности формирования селей» (тезисы были опубликованы). Летом этого же года совместно с работниками Казахского УГМС участвовал в обследовании селевых бассейнов рек Каиндысай, Чажа и Кара в Джунгарском Алатау, проводимом в рамках темы «Ежегодные обзоры селевой деятельности».

В 1962 году написана статья «Некоторые вопросы генезиса селей в Казахстане и Средней Азии» в очередной выпуск Трудов КазНИГМИ.

С 1963 года Игорь Оскарович является ответственным исполнителем темы «Исследование условий возникновения селей на больших территориях», в рамках которой проводится работа по созданию карты селеопасных районов СССР и Каталога к ней. Параллельно опубликован «Список селеопасных рек на территории Казахстана» (1964 г.). В рамках этих тем проведена напряженная, кропотливая работа по сбору данных о селевых бассейнах, о прошедших селевых потоках, а также по их систематизации и обобщению. Кроме того, разработаны методические рекомендации по составлению Каталога селеопасных рек.

В эти же годы готовится к изданию монография «Каталог селеопасных рек Казахстана, Средней Азии и Восточной Сибири», которая была опубликована в 1967 году. В соответствии с заявками от различных учреждений и ведомств, поступивших в ГУГМС, Каталог издан в количестве 1350 экземпляров и разослан на места. О распространении селей на территории Средней Азии и Казахстана сделан доклад на сессии Ученого Совета КазНИГМИ и подготовлена статья в 33 выпуск Трудов.

Параллельно с научной работой И.О. Раушенбах выполняет координационную и методическую работу по руководству селевыми гидрографическими партиями УГМС Казахстана и Средней Азии, а также других селевых подразделений Гидрометслужбы СССР. Методическая работа включала постоянное руководство составлением «Ежегодных обзоров селевой деятельности»

в областных УГМС Казахстана и Средней Азии, а также по подготовке материалов для написания соответствующих разделов Каталога и Справочника «Водные ресурсы СССР».

Тогда же Игорь Оскарович являлся ответственным исполнителем раздела «Селевые потоки в бассейне р. Аму-Дарья», который вошел в справочник «Ресурсы поверхностных вод СССР», Т. 14, Вып. 3, Л.: 1971.

За 10 лет систематизированы все имевшиеся сведения о селевых явлениях на указанных территориях за весь период наблюдения (более 100 лет) – выполнена огромная работа, требующая вдумчивости и аккуратности. Были изучены изданные и фоновые материалы, имевшиеся не только в гидрометслужбе, но и в других ведомствах; выявлен генезис селей, определены типы селевых потоков, внутригодовое их распределение, воздействие на природный комплекс и сооружения, повторяемость в различных бассейнах и селевых районах. В пределах Казахстана и Средней Азии выявлено свыше 2000 селевых русел, по которым за 100 лет прошло около 6000 селевых потоков различного типа и генезиса.

Проделанная работа позволила дать комплексную характеристику закономерностей возникновения селей и выявить зональность в их распределении. Предложено районирование селевых явлений по территории с выделением 15 укрупненных селевых районов. Результаты исследований опубликованы в сборнике «Селевые потоки» в 1976 г.

В 1973 г. Игорь Оскарович по заявке Штаба гражданской обороны Казахской ССР составил «Сводку о распространении, периодичности и масштабах селевых процессов на территории Казахстана». Подобные документы были подготовлены для «Гидропроекта» и «Казглавселезащиты». Ранее в Штабы Туркестанского и Среднеазиатского военных округов были направлены «Каталог селеопасных рек Казахстана, Средней Азии и Восточной Сибири» и «Карта-схема селеопасных районов СССР» (атлас). В этом же году по плану ГУГМС в отделе селей был организован всесоюзный семинар на тему: «Методика изучения селевых явлений в полевых условиях», на котором Игорь Оскарович сделал доклад «Систематизация материалов наблюдения за селевыми потоками».

В последующие годы Игорь Оскарович работал над составлением кадастра и карты селевых очагов на территории Залийского и Джунгарского Алатау, а также на территории СССР. Выполнил один из разделов «Руководства

по изучению селевых потоков», которое было издано в 1976 году и одобрено Главным Управлением гидрометслужбы СССР.

В эти годы помимо методического руководства селевыми подразделениями в системе гидрометслужбы И.О. Раушенбах проводил координационную работу планов Государственного Комитета по науке, являясь ответственным куратором отдела. Рассматривались представленные в КазНИГМИ заявки на НИР по проблеме селей, планы и программы НИР селевых подразделений научно-исследовательских учреждений и УГМС. По планам и программам составлялись заключения, на законченные работы и отчеты по различным вопросам селеведения составлялись рецензии. К концу 70-ых годов, когда уже более 30 подразделений Гидрометслужбы СССР выполняли селевую тематику, координационная работа приняла масштабный характер. Надо было обладать колоссальным терпением и аккуратностью, чтобы вести эту работу.

Игорем Оскаровичем Раушенбахом за время работы опубликовано более 20 научных работ – статьи, разделы монографий, справочников, методические пособия. Он являлся членом лекторской группы общества «Знание». Прочитаны десятки лекций по вопросам селей на предприятиях, в учреждениях, по телевидению; напечатаны статьи в периодической печати. Он был участником четырех Всесоюзных селевых конференций и совещаний, где выступал с докладами. Принимал активное участие в общественной жизни института – много лет был профоргом отдела и политинформатором.

Великий труженик, скромный, требовательный к себе, Игорь Оскарович пользовался глубоким уважением, любовью и огромным авторитетом в коллективе не только отдела, но и всего института.

За добросовестную, плодотворную работу Игорь Оскарович Раушенбах награжден значком «Отличник Гидрометслужбы СССР», тремя почетными грамотами ГУГМС и ЦК профсоюза авиаработников, имеет ряд других поощрений. Много лет заносился на «Доску Почета» института.

Из поздравительного послания Игорю Оскаровичу Президента Казахстана Н.А. Назарбаева в связи с 55-летием Победы в Великой Отечественной войне:

***«Никогда не изгладится из народной памяти величие подвига, совершенного Вами, Вашим поколением на полях сражений и на трудовом фронте. Из всех суровых испытаний Вы вышли Победителями, которым мы обязаны самой жизнью».***

Канд. физ.-мат. наук Т.С. Степанова

## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

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

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

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

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

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

#### **Оформление рукописи:**

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал – множитель – 1,2. **Параметры поля страницы:** верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

См. примеры

*НАУЧНЫЕ СТАТЬИ*

**Гидрометеорология и экология  
№ 3 2011**

---

УДК 628.394(547.42+547.25)



Доктор геогр. наук  
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев  
А.Т. Иванов

## ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК

### ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС, МАССА ПЕСКА, РАСХОД, РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР, МОДЕЛЬ, ДОЛИНА СЕНЕК

Исследован дисперсный состав подвижных песков Туёсу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут  $287^\circ$  и модуль  $773 \text{ т}/(\text{км} \times \text{год})$ .

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей....

**Рисунки** готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Painbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

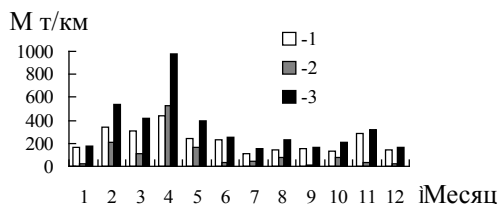


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

**Таблицы** оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

#### Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	$\bar{M}$ , т/(км×год)	$\sigma$ , т/(км×год)	$C_v$
Бури	1321	605	0,46
Поземки	2687	786	0,29
Оба явления	4007	1118	0,28

Примечание. Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо параллельно дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

**Математические, химические обозначения и формулы** набирать в режиме редактора формул (Microsoft Equation). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также дают в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lg x}^2} \right], \quad (1)$$

где  $x$  – размер песчинок;  $x_0$  – их средний геометрический размер;  $\sigma_{lg x}$  – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени автора.

Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

**РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.**

Информацию о журнале можно получить на сайте <http://www.kazhydromet.kz> в разделе НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ЖУРНАЛ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ».

## ҚҰРМЕТТІ ӘРІШТЕСТЕР!

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» (№1538 тіркеу куәлігі) журналының редакциялық алқасы Сіздерді серіктестікке шақырады. Журнал жылына 4 рет басылымға шығады. ҚР БҒМ білім беру және ғылым саласын бақылау комитетінің шешімімен біздің журналда жарияланған мақалалар докторлық және кандидаттық диссертациялар қорғауда қабылданатынын сіздерге қуана хабарлаймыз. Мақалалар гидрометеорологиялық және экологиялық бағытта болу керек.

### «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫНА ӨТКІЗІЛЕТІН ҚОЛЖАЗБАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Автормен жіберілген қолжазба жинағына кіреді: кестелер, суреттер және әдебиет тізімін қоса есептегенде 12...14 беттен аспайтын мақаланың негізгі мәтіні, 10 қағардан 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**

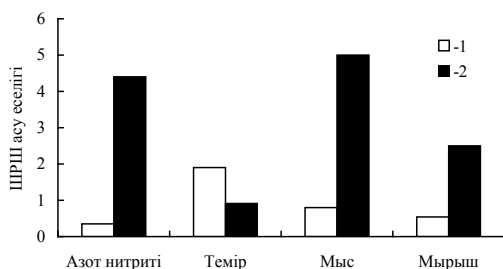
ӨОЖ 577.4:66.046.44.59

### 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.**

Журнал жөнінде мәліметтерді <http://www.kazhydromet.kz> сайтының НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ЖУРНАЛ «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» бөлімінде алуға болады.