

*Қазақстан Республикасының
қоршаған орта және су
ресурстары Министрлігі*

*Министерство окружающей среды
и водных ресурсов
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 4

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2013

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Р.Г. Абдрахимов, канд. техн. наук; **А.Х. Ахмеджанов**, доктор техн. наук;
М.Ж. Бурлибаев, доктор техн. наук; **В.В. Голубцов**, канд. геогр. наук;
С.А. Долгих, канд. геогр. наук; **Ж.Д. Достай**, доктор геогр. наук;
Р.И. Гальперин, доктор геогр. наук; **А.Р. Медеу**, доктор геогр. наук; **Е.Ж. Муртазин**, канд. геол.-мин. наук; **В.Г. Сальников**, доктор геогр. наук; **О.Е. Семенов**, канд. физ.-мат. наук; **Б.С. Степанов**, доктор геогр. наук; **А.А. Турсунов**, доктор техн. наук; **Э.А. Турсунов**, канд. геогр. наук; **В.С. Чередниченко**, доктор геогр. наук; **С.П. Шиварева**, канд. техн. наук; **Р.К. Яфязова**, доктор техн. наук; **О.С. Галаева** (компьютерная сборка, техническая редакция).

Перевод на казахский язык:

А.М. Бажиева, канд. техн. наук

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 4 (71)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

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

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ИП «Престиж Центр».

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

А.В. Чередниченко, Алексей В. Чередниченко, В.С. Чередниченко	
О связи между типами макропроцессов и количеством осадков на метеостанциях Уральск и Костанай	7
Л.А. Ерисковская	
Влажность и температура воздуха на леднике Туйыксу	26
М.М. Молдахметов, Л.К. Махмудова	
Солтүстік Қазақстан аумағының қар жамылғысы сипаттамаларының аймақтық климаттық өзгерістер шеңберіндегі динамикасы	32
Е.Н. Вилесов, И.В. Северский, В.И. Морозова	
Изменение ледниковой системы Казахстанского Алтая во второй половине 20 – начале 21 века	45
Р.Г. Абдрахимов, А.А. Джаксыкельдинов	
Сток в верхнем течении реки Ертис (Иртыш)	61
М.Ж. Бурлибаев, С.И. Куц, И.В. Шенбергер, Д.М. Бурлибаева	
Анализ влияния весенних попусков реки Ертис (Иртыш) на обводнение ее поймы	68
Ж.С. Мустофаев, А.Т. Казыкеева, К.Ж. Мустофаев	
Функциональная математическая модель природной системы	81
Э.И. Нурмамбетов, Ю.Ф. Лый, А.А. Тулепова	
Опыт исследований опасных рельефообразующих процессов на территории Казахстана в целях устойчивого развития	94
А.Г. Валеев	
К изучению обвально-осыпных процессов в Алматинской области	101
Р.К. Темирбаева, Ю.Ф. Лый	
Эколого-геоморфологические условия, связанные с развитием промышленности (на примере Алматинской области)	109
Р.Ю. Токмагамбетова	
Мероприятия по снижению воздействия опустынивания на демографическую ситуацию Казахстана и их картографирование .	120

О.В. Савинкова, Н.А. Тирская	
Степень накопления тяжелых металлов в органах и тканях леща и судака озера Зайсан	131
М.И. Жанпеисов, В.Н. Архипов, З.Н. Тынбаева	
Моделирование разлива нефти в стоке реки с помощью экспресс модели «ГИДРО/EXPRESS TEST»	139
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Н.Э. Бекмухамедов, Н.Р. Муратова, С.М. Северская, Д. Малахов	
Дистанционная оценка экологического состояния почвенно-растительного покрова	144
В.Н.Архипов, З.Н. Тынбаева	
Гидрологическая модель «ГИДРО/EXPRESS TEST»	148
И.Г. Гуршев	
О вертикальном распределении частиц песка в приземном слое атмосферы	152
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
Б.А. Сазанова, Т.В. Худякова, А. Мынжанова, Т.И. Криворучко, К.Е. Бектурсунов, Л.М. Соколова, Е.И. Васенина, Д.К. Байбазаров	
Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2012 году	155
С.П. Шиварева	
О деятельности межсекторальной рабочей группы в Казахстане ..	187
ХРОНИКА	
Памяти Р.В. Хонина (1934...2013 гг.)	192
Указатель статей, опубликованных в журнале в 2013 г. ...	195

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

A.V. Cherednichenko, Aleksey V. Cherednichenko, V.S. Cherednichenko About communication between types of macroprocesses and an amount of precipitation on the Uralsk and Kostanay meteorological stations	7
L.A. Eriskovskaya Humidity and air temperature on the Tuyyksu Glacier	26
M.M. Moldakhmetov, L.K. Makhmudova Dynamics characteristics of snow cover in the Northern Kazakhstan on the background of regional climate change	32
E.N. Vilesov, I.V. Seversky, V.I. Morozova Changing of the Kazakhstan Altai glacier system in the second half of the twentieth and the early twenty-first century	45
R.G. Abdrakhimov, A.A. Dzhasiykel'dinov Flow in the headwaters Ertis (Irtys) River	61
M.ZH. Burlibayev, S.I. Kuts, I.V. Shenberger, D.M. Burlibayeva Analysis of influence of spring releases of the Ertis (Irtys) River to flood of its floodplain	68
ZH.S. Mustafayev, A.T. Kazykeyeva, K.ZH. Mustafayev Functional mathematical model of natural system	81
E.I. Nurmambetov, U.F. Lyy, A.A. Tulepova Research experience dangerous relief-forming processes on the territory of Kazakhstan to sustainable development	94
A.G. Valeyev To studying rockslide and debris stream processes in Almaty Region	101
R.K. Temirbayeva, U.F. Lyy Ecology-geomorphologic conditions connected with industry development (on the example of Almaty Region)	109
R.YU. Tokmagambetova Measures to reduce the impact of desertification on the demographic situation in Kazakhstan and their mapping	120

O.V. Savinkova, N.A. Tirskaia	
The degree of accumulation of heavy metals in the organs and tissues of bream and pike perch in the Zaysan Lake	131
M.I. Zhanpeisov, V.N. Arkhipov, Z.N. Tiynbayeva	
Oil spill modeling in a river flow with the help the «GIDRO/EXPRESS TEST» express model	139
BRIEF REPORTS	
N.E. Bekturkhanov, N.R. Muratova, S.M. Severskaya, D. Malahov	
Remote assessment of soil-plant covers ecological condition	144
V.N. Arkhipov, Z.N. Tiynbayeva	
Hydrological model «GIDRO/EXPRESS TEST»	148
I.G. Gurshev	
About vertical distribution of particles of sand in the ground layer of the atmosphere	152
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
B.A. Sazanova, T.V. Khudyakova, A. Miynzhanova, T.I. Krivoruchko, K.E. Bektursunov, L.M. Sokolova, E.I. Vasenina, D.K. Baybazarov	
Dangerous hydrometeorological phenomena at the territory of the Republic of Kazakhstan in 2012	155
S.P. Shivar'yova	
About activity of the intersectoral working group in Kazakhstan	187
CHRONICLE	
R.V. KHonin's memories (1934...2013)	192
Articles' List Published in «Hydrometeorology and Ecology» Magazine, 2013..	195

УДК 551.581

Доктор геогр. наук В.С. Чередниченко *
Доктор геогр. наук А.В. Чередниченко **
Канд. геогр. наук Алексей В. Чередниченко **

**О СВЯЗИ МЕЖДУ ТИПАМИ МАКРОПРОЦЕССОВ И
КОЛИЧЕСТВОМ ОСАДКОВ НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ УРАЛЬСК И
КОСТАНАЙ**

*ТИП ПРОЦЕССА, ТИПИЗАЦИЯ, КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ ВЫШЕ
НОРМЫ, НИЖЕ НОРМЫ, ПОВТОРЯЕМОСТЬ, АНАЛИЗ ЭКСТРЕ-
МУМОВ, НОРМЫ, ПРОГНОЗ*

Сделана попытка увязать количество осадков, выпадающих на М Уральск и М Костанай, с типами макропроцессов Г.Я. Вангенгейма и А.Л. Каца. Установлены типы макропроцессов и их сочетаний, при которых имеют место экстремальные величины стока р. Жайык (Урал) для периода, когда сток был не зарегулирован. Показано, что, несмотря на принципиально разные подходы авторов к типизации, в обоих случаях успешно прогнозируются только осадки «выше» и «ниже» нормы. Следовательно, на основе макропроцессов сток р. Жайык возможно прогнозировать в таких же категориях.

Сток р. Жайык достаточно хорошо коррелирует с суммарным по двум метеостанциям (М) Уральск и Костанай годовым количеством осадков. В развитие данной связи мы попытались увязать количество осадков, выпадающих на этих станциях с типами макропроцессов по Г.Я. Вангенгейму и А.Л. Кацу. Нами рассмотрены величины осадков за все месяцы года по М Уральск и М Костанай во взаимосвязи с типами макропроцессов. Для этого был взят период, когда сток был не зарегулирован. Такой период имел место с двадцатых годов двадцатого века по 1958 год, т.е. около 40 лет. Этого считалось достаточным для получения обеспеченных выводов. Работа представлялась необходимой для целей прогнозирования условий выпадения и количества осадков, что является близкой или отдаленной целью любых исследований в данной области. Средняя годовая характеристика макроциркуляционных условий для этой

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

** Институт проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби

цели малопригодна. Поэтому были взяты ежемесячные данные об осадках, месяцы были объединены в холодный и теплый периоды. При этом в холодный период были включены семь месяцев с октября по апрель включительно. Это сделано потому, что в северных районах Казахстана, для которых осуществлялся анализ, снег, выпавший с октября по апрель, сходит в последней декаде апреля, обеспечивая весенний паводок. Далее мы решили рассмотреть, как согласуется величина стока р. Жайык и количество осадков с одной стороны, с типами макропроцессов – с другой.

Макропроцессы по Г.Я. Вангенгейму. Из большого числа типизаций макропроцессов наиболее известна типизация Г.Я. Вангенгейма ввиду своей простоты [3]. Отметим, что официальные долгосрочные прогнозы погоды Казгидромета базируются на макроциркуляционном методе М.Х. Байдала, разработанном специально для территории Казахстана. Метод М.Х. Байдала имеет, кроме того, целый ряд региональных «привязок» в виде карт аномалий от нормы температуры и осадков, характеристик поля ветра в разных точках Республики и другое в зависимости от того или другого типа макропроцесса [1, 2]. Однако в данном случае типизация М.Х. Байдала нами не использовалась.

Мы осуществили сначала поиск связей между месячным количеством осадков для станций Уральск и Костанай и типом макропроцессов по Г.Я. Вангенгейму. Для этого было вычислено среднее количество осадков холодного и теплого периодов («норма»), оно приведено в соответствующей графе табл. 1, а затем месячное количество осадков было разбито на градации по 10 мм в большую и меньшую стороны от «нормы». За «норму», таким образом, в нашей работе принято среднее количество осадков по каждой станции, вычисленное за период лет, включённых в обработку. Для каждой из градаций была подсчитана средняя повторяемость в числе суток, т.е. суток каждого из трех типов макропроцессов по [3]. Результаты представлены в табл. 1. В числителе приведены данные для Уральска, а в знаменателе – для Костаная.

В холодный период для Уральска и Костаная «норма» осадков, будучи совершенно разной для этих станций, имеет место при повторяемости 8,8; 10,1; 10,2 суток для типов W, E, C соответственно. При увеличении количества осадков для Уральска повторяемость типа C возрастает в среднем до 13,6 суток, т.е. на 3,4 суток, что физически правильно. Повторяемость типа W уменьшается до 7,2 суток, (на 1,6 сут), а повторяемость типа E остается, практически, без изменений.

Таблица 1

Макротипы (сутки) и количество осадков (мм) на М Уральск (числитель) и М Костанай (знаменатель)

Тип макропроцесса	Сезон													
	холодный							теплый						
	< 5	-20	-10	норма	+10	+20	+30	-20	-10	норма	+10	+20	+30	+40
				32,0						37,0				
				21,7						46,5				
W	$\frac{0}{6,1}$	$\frac{0}{8,4}$	$\frac{9,0}{9,3}$	8,8	$\frac{7,2}{10,3}$	$\frac{11,6}{10,5}$	$\frac{10,1}{0}$	$\frac{5,6}{10,7}$	$\frac{8,7}{12,5}$	9,0	$\frac{9,6}{8,6}$	$\frac{7,4}{8,8}$	$\frac{7,0}{7,1}$	$\frac{0}{5,0}$
E	$\frac{0}{11,9}$	$\frac{0}{11,9}$	$\frac{11,0}{9,3}$	10,1	$\frac{10,0}{8,4}$	$\frac{6,7}{7,9}$	$\frac{6,5}{0}$	$\frac{15,0}{13,0}$	$\frac{13,5}{12,0}$	11,7	$\frac{8,6}{11,9}$	$\frac{10,7}{11,9}$	$\frac{9,2}{12,2}$	$\frac{0}{16,1}$
C	$\frac{0}{10,0}$	$\frac{0}{9,7}$	$\frac{10,0}{9,3}$	10,2	$\frac{13,6}{12,8}$	$\frac{12,1}{11,0}$	$\frac{12,7}{0}$	$\frac{9,8}{7,0}$	$\frac{8,2}{5,8}$	9,7	$\frac{12,2}{9,6}$	$\frac{12,6}{10,0}$	$\frac{16,2}{10,8}$	$\frac{0}{10,0}$

При дальнейшем увеличении количества осадков, до 20 мм сверх нормы, повторяемость типа С несколько снижается, с 13,6 до 12,1 сут, повторяемость типа W возрастает с 7,2 до 11,6 сут, т.е. на 4,4 сут, а Е уменьшается от 10,0 до 6,7 сут, т.е. на 3,3 суток. Для Уральска в холодной период снижение повторяемости типа Е при росте количества осадков можно считать естественным, возможно необходимым. В то же время снижение повторяемости типа С, хотя и незначительное, несколько неожиданно. Дальнейшее увеличение количества осадков в Уральске происходит при практически неизменной повторяемости типов. Видимо, возрастает роль интенсивности процессов.

При уменьшении количества осадков в Уральске до 10 мм от нормы повторяемость типа Е возрастает с 10,1 до 11,6 суток, т.е. на 1,5 сут по сравнению с нормой. Однако при этом возрастает, хотя и незначительно, повторяемость типов С и W, на 0,4 и 0,2 сут соответственно. Для Костаная в холодный период (табл. 1) с увеличением количества осадков 10 мм от нормы повторяемость типов С и W увеличивается до 12,8 и 10,3 сут соответственно, а повторяемость типа Е уменьшается на 1,7 сут. При дальнейшем увеличении осадков до 20 мм от нормы повторяемость типа С уменьшается с 12,8 до 11,0 суток, типа Е на 0,5 сут, а типа W – до 10,5 суток. Таким образом, заметное увеличение осадков не сопровождается соответствующим увеличением продолжительности осадконесущего типа С.

В теплый период «норма» осадков в Уральске и Костаная имеет место при повторяемости 9,0; 11,7; 9,7 суток типов W, Е, С соответственно. Заметим, что только повторяемость типа Е для «нормы» выше, чем зимой, хотя и всего на 1,6 суток.

В Уральске при увеличении осадков на 10 мм увеличивается повторяемость типов С (на 2,7) примерно при таком же уменьшении повторяемости типа Е, с 11,7 до 8,8 суток. Незначительно повысилась повторяемость типа W с 9,0 до 9,6 суток.

При увеличении количества осадков до 20 мм от «нормы» несколько увеличивается повторяемость типа С, на 0,4, и типа Е – на 1,1 сут, при уменьшении повторяемости типа W до 7,4 суток, т.е. на 2,2 сут. Дальнейшее увеличение осадков до 30 мм от нормы имеет место при росте повторяемости типа С до 16,2 сут, т.е. на 3,6 сут по сравнению с «нормой», что естественно. Отмечается снижение повторяемости типа W – на 2,5 сут по сравнению с «нормой», и Е – на 5 сут.

При снижении количества осадков на 10 мм от нормы в Уральске в теплый период имеет место снижение повторяемости типа С на 1,5 сут (с 9,7 до 8,2 сут) и типа W на 0,3 сут (с 9,0 до 8,7 сут) при росте повторяемости типа Е на 1,8 сут (с 11,7 до 13,5 сут). При снижении осадков на 20 мм от «нормы» повторяемость типа С неожиданно увеличивается на 1,6 дня при заметном увеличении повторяемости типа Е до 15,0 сут и снижении повторяемости типа W до 5,6 суток. В общем, можно сказать, что в сторону снижения осадков от нормы для Уральска характерно менее заметное снижение повторяемости типа С, значительное – типа W и значительный рост типа Е.

В теплый период осадки в Костаная, в общем, наблюдаются при значительно меньшем, чем для Уральска увеличении С, но при росте повторяемости типа Е. Повторяемость типа W постепенно снижается. Так, при увеличении осадков на 10 мм от нормы повторяемость типа Е увеличивается на 0,2 сут, а типа С даже понижается на 0,1 сут. Повторяемость типа W снизилась на 0,4 сут. Дальнейшее увеличение осадков на 20 мм от нормы сопровождалось ростом типа С до 10,0 сут (на 0,3 сут по сравнению с «нормой»), а повторяемость типа Е не изменилась, 11,9 сут. Повторяемость типа W немного увеличилась - до 8,8 сут. При дальнейшем увеличении количества осадков до 30 мм от нормы и более происходит заметное увеличение повторяемости типа Е - до 16,1 сут, при осадках около 40 мм – и такое же заметное снижение повторяемости типа W. Повторяемость С растет до 10,8 сут при осадках до 30 мм от нормы, а затем несколько уменьшается. Общий рост повторяемости типа С при росте осадков невелик и в максимуме не превышает 1,0 день над нормой, в то время как тип Е увеличивается в максимуме на 4,5 сут, а тип W снижается на 4,0 сут по сравнению с нормой (табл. 1).

Для Костаная снижение осадков на 10 мм от нормы в теплый период сопровождалось снижением типа С: с 9,7 до 5,8 сут, типа W – ростом с 9,0 до 12,5 сут и незначительным ростом типа Е, с 11,7 до 12,0 суток. При дальнейшем снижении количества осадков до 20 мм повторяемость типа Е возрастает до 13,0, типа W уменьшается до 10,7 суток, а повторяемость типа С возрастает до 7,0 суток. Таким образом, при общей тенденции снижения повторяемости типа С и некотором росте типов Е и W при снижении осадков в теплый период для Костаная характерно отсутствие строгой тенденции.

В связи с отмеченными особенностями, заключающимися, как отмечено выше, в отсутствии плавности в изменениях количества осадков и

повторяемости типов, авторы решили задачу упростить, сократив количество градаций осадков до двух. Далее рассмотрена средняя повторяемость типов макропроцессов для случаев, когда осадки «выше нормы» и когда они «ниже нормы». При этом градацию, в которую попадает «норма», мы исключили из подсчетов аномалий вообще. Данные о «норме» используются только в анализе для сравнения. Представлялось, что это обеспечит большие различия в повторяемости типов для данных градаций. Результаты расчетов представлены в табл. 2 для Уральского и в табл. 3 для Костаная.

Таблица 2

Типы циркуляции при осадках «ниже нормы» и «выше нормы». М Уральск

Тип циркуляции	Сезон					
	холодный			теплый		
	осадки, мм			осадки, мм		
	< 20	норма	> 30	> 20	норма	> 30
W	9,2	8,8	10,5	7,9	9,0	7,2
E	12,4	10,1	7,7	13,9	11,7	9,8
C	10,8	10,2	12,3	8,6	9,7	13,9

Сравнивая данные табл. 2 для М Уральского и повторяемости типов для «нормы», содержащиеся в табл. 1, можно отметить следующие. В холодный период количество всех осадков «выше нормы» наблюдается при существенно другой повторяемости типов, чем «норма». Так, повторяемость типов W, E и C при «норме» составляет 8,8; 10,1 и 10,2 суток соответственно, а при осадках «выше нормы» повторяемость этих же типов равна 10,5; 7,7 и 12,3 суток соответственно, т.е. при всех осадках выше нормы повторяемость типа W возросла на 1,7; типа C – на 2,1, а типа E понизилась на 2,4 суток.

При осадках холодного периода «ниже нормы» повторяемость типов составила 9,2; 12,4 и 10,8 дня соответственно, т.е. повторяемость W снизилась на 1,2 сут, типа C несколько возросла, на 0,6 сут, а типа E заметно возросла, на 2,3 суток. В теплый период при осадках «выше нормы» в Уральске повторяемость типов W, E, C составляет 7,2; 9,8 и 13,9 дня соответственно, т.е. повторяемость типа C возрастает на 4,2 сут, а типа W понижается на 1,8 сут. Повторяемость типа E понижается на 1,9 сут.

При осадках ниже нормы повторяемость типов C и W снижается незначительно, на 1,1 сут, а повторяемость типа E возрастает на 2,2 сут.

Обобщая данные для Уральского следует отметить, что и в холодный и в теплый периоды года осадки выше нормы наблюдаются при заметном росте повторяемости типа C (2,1 и 4,2 сут соответственно) и снижении по-

вторяемости типа Е (2,4 и 1,9 сут соответственно). Повторяемость типа W зимой возрастает на 1,7 и 1,8 суток соответственно.

При осадках ниже «нормы» и в холодную и в теплую части года прежде всего заметно возрастает повторяемость типа Е, на 2,3 и 2,2 суток соответственно. В холодную часть года снижения повторяемости типов С и W при осадках ниже «нормы» нет, а летом снижение повторяемости типов С и W составляет 1,1 суток.

Рассмотрим данные для М Костанай (табл. 3).

Таблица 3

Типы циркуляции при осадках «ниже нормы» и «выше нормы». М Костанай

Тип циркуляции	Сезон					
	холодный			теплый		
	осадки, мм			осадки, мм		
	< 20	норма	> 30	> 20	норма	> 30
W	8,6	8,8	11,0	11,9	9,0	7,9
E	12,0	10,1	8,2	12,3	11,7	12,5
C	9,6	10,2	12,1	6,2	9,7	10,0

В холодный период осадки «выше нормы» имеют место при W, E и C равных 11,0; 8,2 и 12,1 сут соответственно, т.е. отмечается заметный рост C, на 1,9 сут, W – на 2,2 сут и снижение повторяемости E – на 1,9 сут [2, 5]. При осадках «ниже нормы» повторяемость типов составляет 8,6; 12,0 и 9,6 суток соответственно, т.е. повторяемость типа C снизилось на 0,6, типа W – на 0,2, типа E возросла на 1,9 суток.

В теплый период осадки выше нормы имели место при повторяемости типов W, E, C 7,9; 12,5 и 10,0 сут соответственно, т.е. при почти неизменном C (+0,3 сут), слабом росте E (+0,8 сут) и снижении W (-1,1 сут). Осадки «выше нормы», следовательно, в этом сезоне зависят от интенсивности процессов больше чем от их повторяемости.

При осадках «ниже нормы» повторяемость типов составляет 11,9; 12,3 и 6,2 сут соответственно, т.е. имеет место существенное снижение повторяемости типа C (на 3,5 сут), рост повторяемости типа W (на 2,9 сут) и лишь небольшое увеличение повторяемости типа E (на 0,6 сут). В Костанайе, следовательно, в теплый период осадки выше нормы как и осадки ниже нормы имеют место при повышенной по сравнению с нормой повторяемостью типа E, в то время как в холодный – осадки выше нормы наблюдаются при пониженной повторяемости типа E, а ниже нормы – при повышенной.

Осадки «выше нормы» в теплый период имеют место при по сути неизменной повторяемости типа С, а ниже нормы – при значительном её снижении. В холодный период все наоборот: осадки выше нормы при заметном росте типов Е и С, а ниже нормы – при почти неизменной повторяемости типа С и заметном росте типа Е. Как показано выше, в Уральске осадки выше нормы в теплый период имеют место только при заметном росте С, а также W и одновременном падении типа Е. Осадки «ниже нормы» – при заметном росте Е и снижении С, а также W. В холодный период тенденции изменения типа Е такие же, как и в теплый, а повторяемость типов С и W при осадках «ниже нормы» несколько даже возрастает.

Представляет интерес рассмотреть далее, при каких условиях имеет место экстремально сток р. Жайык, т.е. какое сочетание типов дает экстремально большое и экстремально низкое количество осадков в обеих частях водосбора одновременно. Кроме наших данных мы воспользовались также [7], чтобы добиться большей объективности.

Поскольку эпохи – понятие очень общее, мы конкретизировали повторяемость каждого из типов макропроцессов в числе суток отклонения повторяемости типов от нормы только за периоды экстремумов. Из данных табл. 4 можно видеть, что экстремум стока определяется скорее сочетанием макропроцессов, а не только типами эпохи.

Таблица 4

Связь величины стока р. Жайык с формами циркуляции

Вид экстремума	Период	Тип циркуляции	
		Типы для периодов экстремумов стока	По Вангенгейму (эпохи)
min	1928...1930	W (9), C(-26), E (15)	W
max	1949...1958	W (-19), C(+9), E(18)	E+C
min	1970...1984	W(-37), C(-25), E(64)	E
max	1998...2002	W(41), C(-14), E(-26)	W

Примечание: в скобках дано среднее (в пересчете на год) отклонение повторяемости типа от нормы в числе суток.

Анализ экстремумов расхода воды р. Жайык, содержащихся в табл. 4, показал, что минимум стока в тридцатые годы имел место при процессах W(9) + E(15). При этом тип С (-26) имел наименьшую повторяемость. Второй минимум стока в 70-е...80-е годы имел место в эпоху Е при преобладающей повторяемости этого типа, E(64), при примерно такой же повторяемости типа С(-25). Тип W(-37) был выражен тоже слабо.

Следовательно, имевшие место два минимума стока р. Жайык наблюдались при довольно разных сочетаниях типов. Минимум 30-х годов имел место при очень низкой повторяемости типа С и с невысоким преобладанием типа W при незначительном превышении нормы типом E. Минимум восьмидесятых годов имел место при высоком превышении нормы типом E и очень низкой повторяемости типов W и С (см. табл. 4).

Максимум стока в пятидесятые годы наблюдался при некоторым превышении нормы типом С (9) и типом E (18) при повторяемости ниже нормы типа W (-19). Максимум двухтысячных годов имел место при преобладании типа W (41), низкой повторяемости типов С (-14) и E (-26). Следовательно, и максимальный сток р. Жайык может иметь место при довольно разном сочетании типов циркуляции.

Таким образом можно видеть, что выводы, полученные Шкляевым А.С. [7] и авторами в общем хорошо согласуются. Поскольку имеется по сути два водосбора, один восточнее, а другой западнее Южного Урала, то сочетание двух типов макропроцессов, рассчитанное нами, является обычной ситуацией. Минимумы стока имеют место при максимальной повторяемости типа E с низкой повторяемостью типа С и W, или при высокой повторяемости типов W и С. Максимум стока имеет место при типе С или W с довольно высокой их повторяемостью.

Вместе с тем связь между годовыми колебаниями стока и числом суток за год определенного типа циркуляции оказалась слабой, что мы отмечали по ходу анализа. Как отмечено в [7], годы наибольшей и наименьшей водности подготавливаются в течение длительного периода и наступают, как правило, в конце той эпохи, которая обуславливает наиболее благоприятные или неблагоприятные условия формирования стока в данном районе. Эти условия формируются в т.ч. и в повторяемости типов макропроцессов и их сочетаний. Возможно, что использование повторяемости макротипов имеет смысл только для прогнозирования ситуаций «осадки выше нормы» и «осадки ниже нормы». Имеются, кроме того, другие индексы, характеризующие общую циркуляцию, показавшие свою эффективность. Поэтому исследования в данном направлении авторы намерены продолжить.

Макропроцессы по А.Л. Кацу. Рассмотрим далее тот же временной ряд осадков по М Уральск и М Костанай во взаимосвязи с типами А.Л. Каца. Как известно [5, 6] Кац выделил два типа макроциркуляции: зональный и меридиональный. В каждом из типов, в первую очередь в ме-

ридиональном типе, он выделяет по четыре формы циркуляции Ц, З, С и В. Отличительные свойства каждой из форм и характерные поля аномалий для них в зависимости от периода года приведены в [5, 6]. Главной отличительной особенностью типизации Каца от типизации Вангенгейма является то, что в типизации Каца оценивается интенсивность циркуляции через соотношение меридиональной составляющей ветра к зональной на уровне 500 гПа в десяти постоянных точках в пределах первого естественного синоптического района. Именно по величине интенсивности разделяются зональный и меридиональный типы. Наличие таких дополнительных характеристик как увеличение числа форм циркуляции и данных об их интенсивности позволяет надеяться, что теснота связей между количеством осадков в Уральске и Костанае и типами (формами) циркуляции и их интенсивностью будет достаточно тесной.

В табл. 5 приведено распределение осадков в Уральске по градациям через 10 мм и типы циркуляции, при которых эти осадки имели место.

Для Уральска в холодный период зависимость количества осадков от формы циркуляции слабая и неоднозначная. Так, увеличение количества осадков сверх зимней нормы до 60 мм/месяц сопровождается заметным снижением повторяемости форм З, С и В западного типа, т.е. широтного, только повторяемость формы Ц возрастет. Однако особенно большое количество осадков, более 60 мм/мес, наблюдается при общей низкой повторяемости типа З.

При меридиональном типе с увеличением количества осадков от нормы до 50,1...60,0 мм резко, более чем в два раза, возрастает повторяемость форм З и Ц при уменьшении формы С в 4 раза. Однако при осадках более 60 мм повторяемость формы С возрастает в три раза, до 5 сут в месяц, а повторяемость форм Ц и З уменьшается в два раза. Повторяемость формы В составляет менее одного дня для всего диапазона осадков выше нормы (табл. 5).

Если рассматривать суммарную повторяемость форм без учета интенсивности, то, как и следовало ожидать, из анализа выше, 50,1...60,0 мм/мес рост осадков наблюдается при удвоении повторяемости формы Ц (до 14,7 сут), полуторном увеличении формы З и значительном снижении повторяемости формы С. Осадки более 60 мм/мес имеют место при возрастании формы С до 8,6 дня и заметном сокращении продолжительности форм Ц и З. Повторяемость формы В оставалась около 3 суток.

Таблица 5

Макропроцессы по А.Л. Кацу (число суток) и количество осадков. М Уральск

Тип	Форма	Холодный							Теплый						
		< 10	10,1...20	20,1...30	30,1...40	40,1...50	50,1...60	> 60	< 10	10,1...20	20,1...30	30,1...40	40,1...50	50,1...60	> 60
З	Ц	0	0...4,3	31...5,2	39...5,7	26...2,6	24...8,0	38...5,4	22...2,5	21...2,3	25...3,6	15...3,0	7...1,7	4...2,0	10...2,5
	З	5...1,0	41...2,6	18...3,0	13...1,9	44...4,4	6...2,0	26...3,7	7...0,9	22...0	41...5,9	17...3,4	0	-	10...2,5
	С	8...1,6	76...4,8	24...4,0	32...4,3	55...5,5	6...2,0	18...3,6	20...2,5	22...2,4	35...5,0	26...5,2	25...6,2	6...3,0	13...3,3
	В	16...3,2	22...1,4	6...1,0	13...1,9	8...0,8	1...0,3	16...2,3	12...1,5	29...3,2	21...3,0	0	3...0,7	-	5...1,2
М	Ц	23...5,6	89...5,6	33...5,5	22...3,1	32...3,2	20...6,7	19...3,7	90...11,2	82...9,0	24...3,4	15...3,0	28...7,0	14...7,0	29...7,2
	З	19...3,8	100...6,3	7...1,2	29...4,1	45...4,5	30...10,0	30...5,3	0	28...3,1	15...2,1	14...2,8	36...9,0	28...14,0	29...7,2
	С	66...13,2	60...3,8	29...4,8	41...5,9	69...6,9	5...1,7	35...5,0	40...5,0	66...7,3	25...3,6	31...6,2	15...3,7	5...2,5	3...0,7
	В	12...2,4	27...1,6	21...3,5	21...3,0	25...2,5	0	5...0,7	53...6,7	53...60,0	27...3,9	35...7,0	10...2,5	3...1,5	24...6,0
Σ	Ц	23...5,6	159...10,7	64...10,7	61...8,7	58...5,8	44...14,7	57...9,1	113...14,1	103...11,3	49...7,0	30...6,0	35...8,7	18...9,0	39...9,9
	З	24...4,8	141...8,8	25...4,2	42...6,0	89...8,9	36...12,0	56...9,0	7...0,9	28...3,1	56...8,0	31...6,2	36...9,0	28...14,0	39...9,9
	С	74...14,8	136...8,5	64...10,7	73...10,4	125...12,5	11...3,7	78...8,6	60...7,5	93...9,7	60...8,6	57...11,4	440...10,0	11...5,5	16...4,0
	В	18...3,6	49...3,0	21...4,5	34...4,9	33...3,3	1...0,3	21...3,0	45...5,6	82...9,1	50...7,1	35...7,0	13...3,2	3...1,5	29...7,2

Примечание: в табл. 5, 7, 8 и 9 дана сначала общая сумма суток за все случаи появления формы, а затем – среднее.

Таким образом, суммарная повторяемость форм (без учета интенсивности) определяется их повторяемостью при меридиональном типе (см. табл. 5).

В холодный период осадки «ниже нормы» наблюдаются при практически неизменном числе суток типа З, 13...14 суток. Для типа М характерно заметное уменьшение повторяемости формы С и увеличение повторяемости формы Ц с уменьшением количества осадков. Формы З и В не имеют выраженного изменения повторяемости при уменьшающемся количестве осадков.

Для осадков менее 10 мм/мес характерно возрастание повторяемости меридионального типа до 25 суток и ослабление суммарного зонального переноса до 5 суток и менее. Следовательно, ослабление западно-восточной составляющей и усиление меридиональных типов приводит к особенно малому количеству осадков, т.к. ослабляется вынос влаги с Атлантики.

В теплый период в Уральске осадки «выше нормы» отмечаются при росте продолжительности форм З и Ц в полтора - два раза и снижении общей повторяемости формы С во столько же. Повторяемость формы В не имеет выраженной тенденции (табл. 5).

Повторяемость всех форм типа З при осадках «выше нормы» не превышает 10 суток и это ниже, чем повторяемость этого же типа в холодный период при осадках выше нормы. Летом, следовательно, осадки «выше нормы» всех градаций имеют место при более высокой меридиональности, чем зимой.

С уменьшением осадков «ниже нормы» по градациям заметно одновременное увеличение повторяемости формы Ц меридионального типа с 3 до 11 суток и более, а также высокая, четыре – семь дней, повторяемость формы В этого же типа. Наблюдается также снижение повторяемости формы З обоих типов с 8 до 1 суток.

Для получения большей определенности в связях между количеством осадков и формами циркуляции мы объединили осадки в две группы: осадки «ниже нормы» и осадки «выше нормы» для теплого и холодного периодов. Результаты для Уральска приведены в табл. 6.

Можно видеть, что определенные различия повторяемости форм циркуляции для осадков выше и ниже «нормы» имеются. Так, в холодный период осадки «выше нормы» имеют место при суммарной повторяемости формы З в 9,1 сут, а осадки ниже нормы – 6,8 сут, т.е. ниже на 2 3 сут. Суммарная повторяемость форм Ц, В при осадках «ниже нормы» в среднем на 1,5 и 0,9 сут соответственно больше, чем при осадках «выше нор-

мы». Суммарная повторяемость формы С при осадках выше нормы на 0,4 сут короче, чем при осадках «ниже нормы».

Таблица 6
Макропроцессы по А.Л. Кацу (число суток) и отклонение осадков от нормы. М Уральск

Тип	Форма	Холодный		Теплый	
		< 30 мм	> 40 мм	< 30 мм	> 40 мм
З	Ц	4,1	4,0	2,8	2,4
	З	2,3	3,8	2,0	1,8
	С	4,1	4,0	3,2	4,7
	В	1,7	1,2	2,6	0,5
М	Ц	4,9	3,6	8,2	5,7
	З	4,6	5,3	1,8	7,1
	С	5,8	5,5	5,5	3,6
	В	2,4	1,5	5,5	4,8
Σ	Ц	9,0	7,6	11,0	8,1
	З	6,8	9,1	3,8	8,9
	С	9,9	9,5	8,7	8,3
	В	4,1	2,7	8,1	5,3

Повторяемость форм зонального типа существенно отличается для формы З. При осадках «выше нормы» она на 1,5 сут больше, чем когда они «ниже нормы». Для меридионального типа знак различий в продолжительности формы З сохраняется, но сама разность уменьшается до 0,7 сут.

Следовательно, осадки «выше нормы» в холодный период определяются продолжительностью формы З, при этом её продолжительность при зональном типе значимее, чем при меридиональном. В целом же в холодной период осадки «выше нормы» определяются увеличением продолжительности формы З независимо от типа, и уменьшением типов Ц и В.

В теплый период различия в повторяемости форм при осадках «выше» и «ниже нормы» заметно больше, чем в холодный. Это прежде всего различия в суммарной повторяемости формы З: при осадках «ниже нормы» они составляют 3,8 сут, а при «выше нормы» – 8,9 сут, т.е. на 5 сут больше. Кроме того, при осадках «выше нормы» по сравнению с осадками «ниже нормы» суммарная повторяемость форм Ц и В снижается с 11 до 8,1 сут и с 8,1 до 5,3 сут соответственно. Основное различие в продолжительности формы З имеет место для меридионального типа 1,8 и 7,1 сут для осадков «ниже» и «выше нормы» соответственно. Основные изменения формы Ц имеют место тоже при меридиональном типе, 8,2 и 5,7 сут соответственно, а формы В – в зональном типе, с 2,6 до 0,5 сут соответственно.

Суммарная повторяемость формы С при осадках «выше нормы» несколько ниже, чем при осадках «ниже нормы», 8,7 и 8,3 сут соответственно. Для зонального типа разница в повторяемости этого типа меняет знак: 3,2 и 4,7 сут, зато для меридионального типа повторяемость формы С наиболее значима: 5,5 и 3,6 сут для осадков «ниже» и «выше нормы» соответственно.

Согласно [5, 6] и в холодном и в теплом полугодии получили, что при формах Ц и в осадках западнее Южного Урала «ниже нормы». При форме С следует ожидать осадков «ниже нормы», хотя положение центров аномалий другое. Полученные авторами результаты в общем согласуются с данными [7]. Однако, как следует из табл. 5, при высокой повторяемости формы Ц возможно выпадение значительного количества осадков в Уральске в летнее время. Процессы в ложбине, расположенной восточнее центрального положения гребня, определяющего форму, могут быть достаточно активными. Тогда область положительных аномалий осадков с центром северо-восточнее Урала, согласно [1, 2, 5, 6], захватывает и Южный Урал, включая северо-запад Казахстана (Уральск).

Для М Костанай выполним анализ данных за тот же временной период и по той же методике, что для М Уральск. Поскольку временной период один и тот же, а станции Уральск и Костанай находятся в одном и том же естественном синоптическом районе, то и макропроцессы будут те же. Однако, Костанай расположен восточнее Южного Урала в другом регионе, поэтому одни и те же процессы будут приводить к разным количествам осадков в Уральске и Костанай. Другими словами одни и те же градации количества осадков на этих станциях будут иметь место при разных макропроцессах. Эти различия и представляют интерес. В табл. 7 приведены данные о повторяемости форм циркуляции при разных градациях количества осадков отдельно для холодного и теплого периодов.

В холодный период изменение количества осадков от минимальных до максимальных за месяц происходит на фоне заметно выраженного снижения суммарной повторяемости формы В от 6,3 до 1,0 сут, при заметном росте суммарной повторяемости формы С от 8,9 до 18,0 сут, при самом общем неровном снижении повторяемости формы З от 9,1 до 4,3 сут и при невыраженном ходе повторяемости формы Ц, остающейся в пределах 9,5...5,4 сут в месяц. Такой ход суммарной повторяемости форм обусловлен выраженным ходом повторяемости формы В в меридиональном и зональном типах, от 3,5 до 0 сут в месяц, выраженным ростом (вместе с осадками) формы С в зональном типе, с 2,7 до 8,0 сут в месяц.

Таблица 7

Макропроцессы по А.Л. Кацу (число суток) и количество осадков. М Костанай

Тип	Форма	Холодный						Теплый						
		< 10	10,1...20	20,1...30	30,1...40	40,1...50	> 60	< 10	10,1...20	20,1...30	30,1...40	40,1...50	50,1...60	> 60
З	Ц	40/15...2,7	84...6,0	55...4,2	18...3,6	7...2,3	11,0	5,4...1,2	37...3,4	3...0,7	6...2,0	15...3,7	10...2,0	20...2,5
	З	67...4,5	29...2,1	48...3,7	20...4,0	13...4,3	0	13...3,2	21...1,9	5...1,2	...	0	34...6,8	9...1,1
	С	41...2,7	69...4,9	66...5,1	22...4,4	24...8,0	0	0	45...4,1	20...5,0	3...1,0	9...2,2	29...5,8	18...2,3
	В	35...2,3	25...1,8	12...0,9	0	3...1,0	1,0	12...3,0	10...0,9	8...2,0	8...2,7	0	0	16...2,0
М	Ц	73...4,9	49...3,5	46...3,5	9...1,8	14...4,7	14,0	10...2,5	107...9,7	21...5,2	22...7,3	39...9,7	17...3,4	79...9,9
	З	69...4,6	44...3,1	109...8,4	29...4,8	5...1,7	5,0		27...2,0	31...7,7	0	29...7,2	28...5,6	32...4,0
	С	85...5,7	93...6,6	56...4,3	45...6,2	30...10,0	0	33...8,2	63...5,7	23...5,9	23...7,7	12...3,0	13...2,6	20...2,5
	В	52...3,5	25...1,8	33...2,5	5...1,0	0...0	0	40...10,0	39...3,5	10...2,5	30...10,0	17...4,2	22...4,4	51...6,4
Σ	Ц	13...7,5	124...9,5...	100...7,7	27...5,4	21...7,0	25,0	15...3,7	144...13,1	24...6,0	28...9,3	54...13,5	27...5,4	101...14,1
	З	136...9,1	73...5,2	147...11,3	44...8,8	13...4,3	5	0	3,9	47...11,7	0...0	29...7,2	62...12,4	39...4,9
	С	173...8,9	164...11,7	122...9,4	67...13,4	54...18,0	0	56...14,0	94...9,8	32...8,0	26...8,7	21...5,2	42...8,4	28...3,5
	В	94...6,3	50...3,6	45...3,5	12...2,4	3...1,0	1	52...13,0	55...5,0	18...4,5	38...12,7	17...4,2	22...4,4	67...8,4

В теплый период рост количества осадков по градациям сопровождался уменьшением суммарной повторяемости форм В с 13,0 до 4,4 сут, и С – 14,0 до 3,5 сут в месяц, увеличением формы Ц от 3,1 до 14,1 сут, и формы З от 3,9 до 12,4 сут. Следует отметить, что и рост и снижение повторяемости форм происходило неравномерно, имели место временные изменения знака тенденций.

Для уточнения искомых связей была рассчитана табл. 8, в которой сведены повторяемости макротипов для осадков «ниже» и «выше нормы» в холодном и теплом периодах. При этом центральные градации были исключены.

Таблица 8

Макропроцессы по Кацу (число суток) и отклонение осадков от нормы.
М Костанай

Тип	Форма	Холодный		Теплый	
		< 30 мм	> 40 мм	< 30 мм	< 40 мм
З	Ц	179...4,3	18...4,5	45...5,0	45...2,6
	З	144...3,4	13...3,2	39...2,1	43...2,5
	С	176...4,2	24...6,0	65...1,5	56...3,3
	В	72...1,7/13,6	4...1,0	30...1,6/9,3	16...0,9/9,3
М	Ц	168...4,0	28...7,0	138...7,3	135...7,9
	З	222...5,3	10...2,5	53...2,8	89...5,2
	С	234...5,6	30...7,5	119...6,3	45...2,6
	В	110...2,6	0...0	89...4,7	90...5,3
Σ	Ц	337...8,0	46...11,5	183...9,6	182...10,7
	З	356...8,5	18...4,5	90...4,7	130...7,6
	С	319...7,4	54...13,5	182...9,6	91...5,3
	В	189...4,5	4...17	125...6,6	106...6,2

Как следует из данных табл. 8, в холодный период для осадков «ниже нормы» и «выше нормы» большие различия в суммарной повторяемости велики для всех форм макропроцессов. Для форм Ц, З, С и В они составляют 3,5; -4,0; 6,1 и 2,8 сут соответственно. Различия суммарной повторяемости форм обусловлено различиями этих форм при меридиональном типе. Различия в повторяемости форм при зональном типе циркуляции невелики.

В теплый период различия в повторяемости форм для осадков «ниже» и «выше нормы» для типов Ц, З, С и В составляют 1,1; 2,9; -4,3; -0,4 сут. Таким образом, различия в повторяемости типов Ц и В для осадков «ниже» и «выше нормы» невелики, однако повторяемость типа В по сравнению с холодным периодом увеличилась, по крайней мере, вдвое.

Повторяемость этой формы велика, более 7 суток при осадках более 60 мм/мес (табл. 9). При этом форма В имеет высокую повторяемость

и при меридиональном типе, 6 сут. При этом типе в Северном Казахстане в теплый период имеют место осадки, хотя из [5, 6] это не следует.

Таблица 9

Макропроцессы по А.Л. Кацу (число суток) и отклонение осадков от нормы. М Костанай

Тип	Форма	Холодный		Теплый	
		< 30 мм	> 40 мм	< 30 мм	> 40 мм
З	Ц	179...4,3	18...4,5	45...5,0	45...2,6
	З	144...3,4	13...3,2	39...2,1	43...2,5
	С	176...4,2	24...6,0	65...1,5	56...3,3
	В	72...1,7/13,6	4...1,0	30...1,6/9,3	16...0,9/9,3
М	Ц	168...4,0	28...7,0	138...7,3	135...7,9
	З	222...5,3	10...2,5	53...2,8	89...5,2
	С	234...5,6	30...7,5	119...6,3	45...2,6
	В	110...2,6	0...0	89...4,7	90...5,3
Σ	Ц	337...8,0	46...11,5	183...9,6	182...10,7
	З	356...8,5	18...4,5	90...4,7	130...7,6
	С	319...7,4	54...13,5	182...9,6	91...5,3
	В	189...4,5	4...17	125...6,6	106...6,2

В качестве кратких выводов отметим следующее:

- в каждый из двух областей формирования стока р. Жайык (западнее и восточнее Южного Урала), формируются экстремальные осадки при принципиально разных синоптических условиях, экстремальный сток имеет место при сочетании двух макротипов, один из которых обеспечивает экстремальное количество осадков западнее, а другой – восточнее гор;
- минимумы стока имеют место при максимальной повторяемости типа Е с низкой повторяемостью типов С и W, а максимум стока – при высокой повторяемости С или W, при низкой повторяемости типа Е. В то же время тип Е часто обеспечивает значительные осадки и сток восточнее Южного Урала;
- при зарегулированном стоке экстремумы сильно сглаживаются водохранилищами и на его величине сказываются только многолетние колебания осадков в областях формирования стока;
- имеет место удовлетворительная связь между повторяемостью определенных типов – макропроцессов по Г.Я. Вангенгейму и осадками «выше нормы» и «ниже нормы» для не зарегулированного стока. В то же время связь между макропроцессами и количественными характеристиками осадков (через 10 мм) слабая.

Как следует из анализа повторяемости осадков различных градаций (и косвенно из табл. 1), в холодный период вероятность экстремально низких осадков для Костаная заметно выше, чем для Уральска. Однако в теплый период вероятность экстремально больших осадков для Костаная заметно выше, чем для Уральска.

Отмечаемая зависимость обусловлена разным влиянием типа Е на формирование осадков восточнее Урала в холодный и теплый периоды. Западнее Урала при этом типе осадки минимальны круглый год.

Типизация А.Л. Каца, имеющая ряд кажущихся преимуществ перед типизацией Г.Я. Вангенгейма (количественная оценка интенсивности циркуляции и др.), в приложении к нашей задаче не показала заметного улучшения связей между формами циркуляции и количественными характеристиками осадков.

Использование данных об осадках метеорологических станций Уральск и Костанай, как индикаторов процессов западнее и восточнее Южного Урала, показало хорошую корреляцию между суммой осадков на этих двух станциях и величиной не зарегулированного стока р. Жайык. Высокая теснота связи позволяет использовать ее, для оценки суммарного возможного стока в предположении отсутствия водохранилища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Долгосрочные прогнозы и колебания климата Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 156 с.
2. Байдал М.Х. Колебания климата Кустанайской области в XX столетии – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.
3. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971 – 76 с.
4. Дмитриев А.А., Беязо В.А. Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. – СПб, Гидрометеиздат, 2006. – 358 с.
5. Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 120 с.
6. Руководство по долгосрочным прогнозам погоды на 3-10 дней. / Под ред. А.Л. Каца. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 352 с.
7. Шкляев А.С. Особенности распределения осадков и стока на среднем и Южном Урале и их связь с атмосферной циркуляцией. // Ученые записки Пермского государственного университета им. А.М. Горького, №112. – 1961. – 108 с.

Поступила 20.11.2013

Геогр. ғылымд. докторы В.С. Чередниченко
Геогр. ғылымд. докторы А.В. Чередниченко
Геогр. ғылымд. канд. Алексей В. Чередниченко

**ОРАЛ ЖӘНЕ ҚОСТАНАЙ МЕТЕОСТАНЦИЯЛАРЫНДАҒЫ
ЖАУЫН-ШАШЫН МӨЛШЕРІ МЕН МАКРОПРОЦЕССТЕР
ТИПТЕРІНІҢ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫС ЖӨНІНДЕ**

М Орал және М Қостанайда түсетін жауын-шашын мөлшерін Г.Я. Вангенгейм және А.Л. Кацтың макропроцестер типтерімен байланыстыру әрекеті жасалынды. Ағын реттелмеген жағдайда Жайық (Орал) өзені ағындысының экстремалды көрсеткіштері орын алатын макропроцестер типтері мен үйлесімдігі белгіленді. Авторлардың типтеуге әртүрлі көзқарасы болғанымен, екі жағдайда да тек жауын-шашын «жоғарғы» және «төменгі» шамалары табысты болжауы көрсетілген. Ендеше, Жайық өзені ағындысын осы макропроцестері негізінде осы категорияларда болжау мүмкіндігі бар.

УДК 551.524.34(574)

Л.А. Ерисковская *

**ВЛАЖНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА НА
ЛЕДНИКЕ ТУЙЫКСУ***ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ, СИНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЛЕТНИХ МЕСЯЦЕВ, КЛИМАТ*

В статье рассматриваются среднемесячные величины температуры воздуха и относительной влажности за балансый год по данным гляциологического стационара ледника Туйыксу за период 1972...2012 гг.. Исследована повторяемость синоптических процессов (по типизации Б.Л. Дзердзеевского) при низкой относительной влажности (0...30 %) и высокой относительной влажности (60...100 %) , подсчитано число случаев в процентах с низкой и высокой относительной влажностью и средняя температура воздуха за летний сезон в благоприятные и неблагоприятные для оледенения годы.

Введение

В настоящее время внимание ученых все более и более сосредотачивается на высокогорных районах. Но еще бóльший научно-практический интерес проявляется к ледникам, так как ледники – аккумуляторы влаги. Вода в ледниках консервируется за много сотен и тысяч лет. Именно ледники можно назвать гигантскими естественными хранилищами пресной воды. Ледники подвержены влиянию климатических колебаний, в особенности температуры воздуха и увлажнения, которые более всего воздействуют на ледники и определяют его внешний массоэнергообмен.

Для анализа были взяты данные стационара Туйыксу, который располагается на морене возле ледника на высоте 3450 м, где ведутся непрерывные наблюдения лабораторией гляциологии Института Географии с 1972 года. Станция охватывает широкий комплекс метеорологических измерений. В данное время это единственная на Тянь-Шане высокогорная станция в непосредственной близости от ледника. Туйыксу относится к ледникам долинного типа, на долю которых приходится подавляющая площадь оледенения Тянь-Шаня. Среди них ледник Туйыксу занимает элитное место, в значительной мере являясь представительным для всей

* Институт географии, г. Алматы

горной страны, и стоит по изученности и продолжительности периода исследований на одном из первых мест в десятке наиболее изученных ледников мира. Проанализированная научная информация высылается во Всемирную службу мониторинга ледников.

Метеорологические исследования

Исследования ледника Туйыксу представляют большой интерес с точки зрения изучения глобального потепления климата. Как рассматривалось ранее [3] и в настоящее время температура воздуха за балансовый год продолжает возрастать, относительная влажность также, но незначительно (рис.).

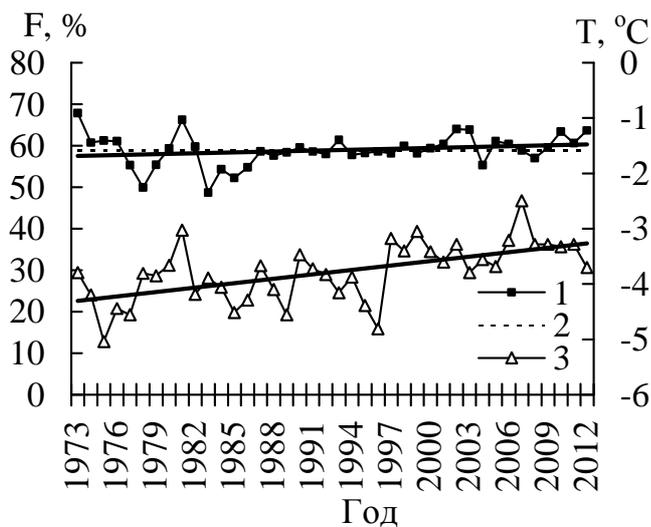


Рис. Многолетний ход метеорологических элементов на станции Туйыксу за балансовый год (1972...2012 гг.). 1 – относительная влажность и её линейный тренд, 2 – средняя многолетняя относительная влажность, 3 – средняя месячная температура воздуха и её линейный тренд.

Особенно большой научно-практический интерес представляют метеопроцессы при экстремальных значениях годового баланса массы ледников. Положительный баланс массы ледника Туйыксу за период 1972...2012 гг. наблюдался в 1981, 1993, 2003, 2004, 2009, 2010 гг. – это благоприятные для оледенения годы (бл/г), когда снеговая линия (граница питания) ледника была ниже средней многолетней, и на долю области питания приходилась большая часть площади ледника. Во все остальные годы указанного периода преобладал отрицательный баланс, особенно резко выраженный в 1978, 1984, 1991, 1997, 2005, 2006, 2007, 2008, 2012 гг. –

неблагоприятные для оледенения годы (нбл/г) с максимально высоким положением границы питания ледника.

Особенно чувствительны ледники к изменениям летней температуры воздуха, на которую влияют многие факторы. Одним из таких факторов является относительная влажность воздуха. При анализе метеорологических данных использовались среднемесячные значения температуры воздуха и относительной влажности. В процессе обработки полученных материалов была получена средняя температура воздуха за летний сезон при высокой относительной влажности (60...100 %) и низкой относительной влажности (0...30 %) в нбл/г и бл/г за исследуемый период (табл. 1).

Таблица 1

Средние месячные значения температуры воздуха за летний сезон при различной относительной влажности на леднике Туйыксу

Неблагоприятные годы		Благоприятные годы	
Т °С ₁	Т °С ₂	Т °С ₁	Т °С ₂
9,3	4,2	6,9	3,8

Примечание: Т °С₁ – температура воздуха в °С при относительной влажности от (0...30 %), Т °С₂ – температура воздуха в °С при относительной влажности от (60...100 %).

Как рассматривалось в [5] наиболее важным периодом, влияющим на баланс массы ледника, является теплый период, в основном летние месяцы. Даже незначительные изменения температуры воздуха сказываются на таянии ледника. На леднике Туйыксу преобладает влажная погода. В бл/г число случаев с относительной влажности от (0...30 %) составляет 0,2 %, в нбл/г – 2,2 %. С относительной влажностью от (60...100 %) в бл/г – 53,0 %, в нбл/г – 44,6 %. Температура воздуха, как в бл/г, так и в нбл/г при влажности от (0...30 %) намного выше, чем при влажности от (60...100 %) табл. 1.

Синоптические процессы

Большое влияние на все метеоэлементы оказывают синоптические процессы. Для их анализа использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б.Л. Дзердзеевским для Северного полушария [1, 2]. В отдельную группу им выделена меридиональная южная циркуляция (тип 13) – необычное состояние атмосферы с циклонической циркуляцией на полюсе, отсутствием блокирующих процессов на полушарии и тремя-четырьмя одновременными выходами южных циклонов в разных секторах полушария. В случае ЭЦМ (элементарный циркуляционный ме-

ханизм) *13л* полярное вторжение отсутствует, отмечаются обширная депрессия над Арктическим бассейном и циклоническая деятельность на континентах [6]. Именно с этой группой с начала 1980-х годов (максимум приходится на 1989 г.) и по настоящее время связано большинство метеорологических экстремумов, в том числе и в Арктическом бассейне, и в горных районах [7]. Рост повторяемости южных циклонов, имеющих малые радиусы действия, большие скорости перемещения и резкие контрасты температур на фронтах, вызывает увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха в разных регионах, в частности, в горных районах в тёплое время года [6]. В 20 в. продолжительность ЭЦМ *13л* росла. Правда, в конце столетия число суток с типом циркуляции *13л* в летний период стало уменьшаться, но влияние данного ЭЦМ еще велико [3]. В связи с уменьшением ЭЦМ *13л* стало увеличиваться продолжительность других ЭЦМ, в частности типа *12* [4]. При ЭЦМ *12бл* и *12вл* средиземноморские циклоны выходят на Казахстан. Рост суммарной продолжительности ЭЦМ *12*-го типа и чередование их с ЭЦМ *13*-го создали наилучшие условия для обострения атмосферных фронтов, резких контрастов температуры воздуха и других метеоэлементов. При исследовании синоптических процессов использовались материалы сайта [http:// www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru). На их основе определялось число случаев ЭЦМ за месяц, затем подсчитывались их среднее значения отдельно за бл/г и нбл/г.

Было выявлено число случаев (сутки) ЭЦМ при низкой относительной влажности от (0...30 %) и высокой относительной влажности от (60...100 %) (табл. 2).

Таблица 2

Среднее число случаев относительной влажности за летний период

ЭЦМ	Относительная влажность (0...30 %)		Относительная влажность (60...100 %)	
	нбл/г	бл/г	нбл/г	бл/г
	<i>1</i>	-	-	-
<i>2</i>	0,4	-	4,3	1,7
<i>3</i>	0,1	-	4,3	2,0
<i>4</i>	0,4	-	3,7	4,0
<i>5</i>	-	-	-	-
<i>6</i>	0,1	-	2,6	2,7
<i>7л</i>	-	-	2,7	1,0
<i>7з</i>	-	-	-	-

ЭЦМ	Относительная влажность (0...30 %)		Относительная влажность (60...100 %)	
	нбл/г	бл/г	нбл/г	бл/г
	<i>8a</i>	-	-	0,9
<i>8б</i>	-	-	1,4	1,8
<i>8в</i>	-	-	0,6	0,8
<i>8г1</i>	0,1	-	0,9	2,3
<i>8г3</i>	-	-	0,1	0,3
<i>9</i>	-	-	8,6	11,0
<i>10</i>	0,6	-	3,9	4,0
<i>11</i>	-	-	0,1	0,2
<i>12a</i>	0,1	-	2,2	7,8
<i>12г</i>	-	-	-	-
<i>12л</i>	0,1	0,2	2,0	7,3
<i>12з</i>	-	-	-	-
<i>13з</i>	-	-	-	0,2
<i>13л</i>	0,8	0,2	17,3	17,5

Из данных табл. 2 видно, что преобладают значения относительной влажности в диапазоне от 60...100 % при ЭЦМ *13л*. Как рассматривалось в [4] при уменьшении ЭЦМ *13л* стали увеличиваться другие типы циркуляции: 9-й и в основном 12-й. При высокой влажности в нбл/г и бл/г добавляется 9-ый тип, в бл/г существенно ещё – 12-й (*12a* и *12л*).

Заключение

Даже незначительное повышение температуры воздуха в летний период влияет на абляцию ледника. Одним из факторов, влияющим на температуру воздуха, является изменение относительной влажности, на которую влияют синоптические процессы. При низкой относительной влажности от (0...30 %) температура воздуха существенно выше, чем при высокой от (60...100 %), как в нбл/г, так и в бл/г. В бл/г температура воздуха ниже, чем в нбл/г. Число случаев с высокой относительной влажностью в летний период, как в нбл/г, так и в бл/г намного больше, чем с низкой относительной влажностью и преобладает при типе циркуляции *13л*. Как в нбл/г, так и в бл/г существенно добавляется 9-й тип, в бл/г ещё 12-й (*12a*, *12л*).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзердзеевский Б.Л. Проблемы колебаний общей циркуляции атмосферы и климата // Воейков и современные проблемы климатологии. – Л.: 1956. – С. 109-122.
2. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. –М.: Гидрометеиздат, 1975. – 285 с.
3. Ерисковская Л.А. Метеорологические условия на леднике Туюксу за последние годы, влияющие на оледенение // Гидрометеорология и экология. – 2004. – № 1. – С. 34-41.
4. Ерисковская Л.А. Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туйыксу // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 4. – С. 108-117.
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 в XX – начале XXI века. – М.: 2009. – 370 с.

Поступила 11.09.2013

Л.А. Ерисковская

ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНДАҒЫ АУА ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ТЕМПЕРАТУРАСЫ

Мақалада 1972...2012 жылдардағы кезеңде Тұйықсу мұздығы стационарының гляциологиялық деректері бойынша балансталған жылдардағы ылғалдылыққа қатысты, орташа мерзімдік ауа температурасы қарастырылған. Мұзбасу жылдарында қолайлы және қолайсыз жағдайлардың жаз маусымындағы орташа ауа температурасы және төменн, жоғары салыстырмалы ылғалдылықтардың саны пайызбен есептелді төменгі ылғалдылыққа (0...30 %) және жоғары ылғалдылыққа (60...100 %) қатысты (Б.Л. Дзердзеевскийдің типизациясы бойынша) синоптикалық процестердің қайталануы зерттелген.

УДК 551.581

Геогр. ғылымд. канд. М.М. Молдахметов *

Геогр. ғылымд. канд. Л.К. Махмудова. *

**СОЛТУСТІК ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНЫҢ ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫ
СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ АЙМАҚТЫҚ КЛИМАТТЫҚ
ӨЗГЕРІСТЕР ШЕҢБЕРІНДЕГІ ДИНАМИКАСЫ***КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕР, ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫ
СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ КӨПЖЫЛДЫҚ ТЕРБЕЛІСІ.*

Қар жамылғысы сипаттамаларының көпжылдық тербелісіне талдау жүргізілді, қарлылығы мол және аз фазалар ажыратылып айқындалды. Айқын байқалған климаттық өзгерістер басталғанға дейін және басталғаннан кейінгі кезеңдер үшін қар жамылғысы сипаттамалары өзгерістерінің тенденциялары қарастырылды.

Кіріспе

Климаттың бағыттық өзгерістері ХХ ғасырдың 70-ші жылдарынан бастап соңғы онжылдықтарда айтарлықтай белең алып отыр. Табиғаттың бұл құбылысының салдары өзендер ағындысының қалыптасуына және олардың гидрологиялық режиміне де тиіп отыр. Климат өзгерісінің нәтижесінде су ресурстарының кеңістік бойынша және уақыт бойынша таралуы шамадан тыс әркелкі болмақ, су тұтыну бойынша туындайтын қарама-қайшылық одан әрі айқын білінбек. Кейбір аудандарда су ресурстарының ұлғаюы күтілуде, нәтижесінде қауіпті гидрологиялық құбылыстарда, атап айтсақ су тасқыны, су басу құбылыстары жиілейді. Ал кейбір ылғалдылығы онсыз да тапшы аудандарда өзендер ағындысының азаюы орын алады. Ол өз кезегінде аумақтарды сумен қамту мәселесін одан сайын ушықтырады [8].

Климаттық өзгерістерге, ағынды қалыптастырушы климаттық факторлардың тербелісіне, олардың салдарына кейінгі жылдары ғалымдар баса назар аударып отыр. Ғылыми басылымдарда бұл проблема соңғы жылдары мына жұмыстардан көрініс тапты [2-4]. Қазақстан Республикасы аумағы бойынша жан-жақты кешенді гидрометеорологиялық зерттеулер негізінен халық тығыз қоныстанған, стратегиялық маңызы үлкен деп

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

саналатын ірі трансшекаралық өзендердің алаптары бойынша көптеп жүргізіліп [5], су ресурстары аз, Солтүстік және Орталық Қазақстан аумақтары назардан тыс қалмағанмен, гидрологиялық зерттелу тұрғысынан әлі де болса кенжелеу қалып келеді. Оның үстіне жүргізілген зерттеу жұмыстарының дені негізінен тікелей осы өңірде қалыптасатын су ресурстары, олардың сандық және сапалық сипаттамалары, олардың бағыттық өзгерістері жайлы. Сонымен қатар, ауа температурасының режимі, жиынтық жауын-шашын өзгерісі туралы зерттеу жұмыстары да баршылық. Бірақ, су теңдестігінің ең маңызды элементі және климаттық өзгерістердің индикаторы саналатын қар жамылғысы, оның сипаттамалары бойынша елімізде жүргізілген жұмыстар жеткіліксіз. Оның үстіне, климаттың аймақтық өзгерістерінің өзіндік жергілікті жердің физикалық географиялық жағдайларына тән ерекшеліктері болады. Аймақтық қар жамылғысы сипаттамаларының ғаламдық климаттың өзгерістермен айқындалатын өзгерістерін бағалау бойынша жұмыстар жоқ. Осы олқылықтың орнын өз қал-қадерімізше толтыру үшін осы жұмысты климаттық өзгерістер шеңберінде Солтүстік және Орталық Қазақстан аумағының қар жамылғысы сипаттамаларының режимін бағалауға арнадық.

Зерттеу нысаны

Қазіргі ғаламдық өзгерістер [8] жұмысында планетамыздың температуралық режимінің өзгерісін талдау 20 ғасырдың басынан бастап, ғаламдық температураның өсу тенденциясы байқалып, түзетілген қисық бойынша $0,75\text{ }^{\circ}\text{C}$ өсті. Өткен ғасырдың 40-шы жылдарының ортасынан 60-шы жылдардың ортасына дейін жалғасқан климаттың уақытша салқындауынан кейін, 70-ші жылдардың ортасынан бастап температураның күрт көтерілуі орын алғаны жөнінде дерек бар. Бұл құбылысқа О.А. Дроздов бұдан да бұрын көңіл аударып, 1973 жылдан бастап әлемде жаңа жылыну кезеңінің басталғаны, және осының негізінде ұзақ бақылау қатарларын пайдалана отырып, болашақтағы су ресурстарына болжам жасаудың күмәнді болатыны жөнінде тұжырым жасаған [6].

Бізбен көршілес Ресейде климаттың жылынуы ғаламдық орташа шамадан жоғары. 1976...2006 жылдары ауа температурасы кейбір жекелеген бекеттерде төмендегеніне қарамастан, жалпы $1,35\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ жоғарылаған [7]. Ал суық кезең үшін ауа температурасы тіпті $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ жоғарылаған [3].

Қазақстанда ауа температурасының жылынуы өткен ғасырдың 90-шы жылдары 1...1,3 °С құрады [11]. Қазақстан Республикасы аумағында орташа жылдық ауа температурасы 1954...2003 жж. аралығында ұзақ қатарлы метеостанциялардың деректері бойынша 1,5 °С, ал жекелеген станциялар бойынша (мысалы, Павлодар, Семей) – 2,0...2,5 °С көтерілген.

Ауа температурасының айтарлықтай өзгерісі басқа да метеорологиялық сипаттамалардың өзгерісіне де, соның ішінде қар жамылғысы сипаттамаларының өзгерісіне де себепші болатыны табиғи жәйт. Ал бұл өзгерістердің өткен ғасырдың 70-ші жылдарынан көрінуі айрықша. Атап айтқанда атмосфералық макроциркуляцияның зоналдық формаларының қайталануы 70-ші жылдардың ортасынан жүйелі түрде өсу үстінде. Бұған алдыңғы зерттеулерімізде кеңінен тоқталған болатынбыз [9].

Сонымен қарастырылып отырған Солтүстік және Орталық Қазақстан аумақтары бойынша инструменталды бақылау жүргізілген кезең бойынша орташа жылдық ауа температурасының тұрақты көпжылдық өсу тенденциясы байқалады, әсіресе ауа температурасының қысқы айларда өзгеруінің үлесі айтарлықтай үлкен.

Жауын-шашын бағытының өзгерісі айқын емес. Кейбір еңбектерде Солтүстік Қазақстан аумағында жиынтық жауын-шашын өзгерісінің бағыттық өзгерісі мәнді емес деген тұжырымдар жасалған, ал кейбір зерттеулер Ресейдің және басқа да шекаралас елдердің кейбір жекелеген аудандарында жауын-шашын мөлшерінің ғаламдық деңгейде ұлғайғанын көрсетеді [10].

Ағынды өзгерістерін талдау кезінде де көптеген авторлар климаттық өзгерістердің басталуын сипаттайтын санақ басы ретінде 1970 жылдардың ортасын алады. Бұны ғалымдар өткен ғасырдың 70-ші жылдарының ортасынан бастап көршілес Ресей федерациясының аумағында ауа температурасының оң аномалиясының басым екендігімен түсіндіреді. Қазақ ұлттық университетінің гидролог зерттеушілері де жазықтық Қазақстан өзендерінің су ресурсатын бағалау кезінде есептік кезеңнің басы ретінде 1974 жылды қабылдаған [1].

Зерттеу нысаны ретінде Солтүстік және Орталық Қазақстан аумағының қар жамылғысы сипаттамалары алынды. Қар жамылғысы сипаттамаларының өзгерісі географиялық ендіктер заңдылығына бағынады, сондықтан олар климаттық факторларға тәуелді.

Бастапқы деректер ретінде Казгидромет мекемесінің инструменталдық бақылау басталған жылдардан соңғы жылдарға дейінгі

9 метеорологиялық станцияның қар жамылғысы сипаттамалары жөніндегі деректері пайдаланылды.

Қар жамылғысы сипаттамаларының өзгеру тенденциясын талдау көпжылдық ұзақ кезең 1935...2012 жж. және соңғы онжылдықтар 1974...2012 жж. бойынша жүргізілді. Айырымдық-интеграл қисықтарын тұрғызу арқылы қар жамылғысы сипаттамаларының көпжылдық айналымдық тербелістерін бағалау орындалды. Айырымдық интеграл қисығы тек қана ең жоғары қар жамылғысы биіктігінің жылдық тербелістерін ғана сипаттамайды, сонымен қатар аумақта ылғалдың көпжылдық сарқылуын немесе ылғалдың жинақталуын да бейнелейді. Ылғалдылығы мол фазалар мен ылғалдылығы төмен фазаларды айқындау негізгі сипаттық нүктелер бойынша жүргізілді. Бұдан басқа, статистикалық талдау жүргізілді, сондай-ақ сызықтық тренд бағаланды.

Зерттеу нәтижелері

Қар жамылғысы биіктігінің көпжылдық тербелісі. Қар жамылғысы сипаттамаларының режимі, олардың кеңістіктік және уақыт бойынша таралу заңдылығы физикалық-географиялық факторлар кешенінің, ең алдымен атмосфералық циркуляция, жауын-шашын сияқты климаттық факторларға тәуелді. Қар жамылғысын қалыптастырушы факторлар бірқатар әртүрлі периодтық өзгерістерге ұшырайтындықтан, қар жамылғысы сипаттамаларының режимінде де табиғи себептермен айқындалатын ұзындықтары әртүрлі тербелістер байқалады. Белгілі бір ауа массалары циркуляцияларының басым болуы түрлі аудандарда жауын-шашынға, аумақтың қарлылығына әртүрлі әсер етеді. Аумақта қарлылық фазалары тербелісі бірдей немесе қарама қарсы аудандардың болуы осымен түсіндіріледі.

Солтүстік және Орталық Қазақстан аумағында орналасқан 9 метеорологиялық станциялар дерегі бойынша қарастырылып отырған аумақта қалыптасқан қар жамылғысының ең жоғары биіктігінің 1935...2012 жж. аралығы деректері бойынша тұрғызылған біріккен айырымдық интеграл қисығынан қарлылық шамасының белгісі бойынша қарама-қарсы бір-екі жылдардан тұратын қар жамылғысы сипаттамасының көпжылдық тербелісінің жалпы тенденциясын бұзбайтын қарлылығы жоғары және қарлылығы төмен фазалардың ұзақ кезеңдері жақсы көрініс береді. Бұл қарлылығы мол және қарлылығы аз кезеңдердің алмасуы ұқсас аудандарды айқындауға мүмкіндік береді. Айырымдық интеграл қисықтарын өзара салыстыру арқылы Солтүстік және Орталық Қазақстан аумағының ең жоғары

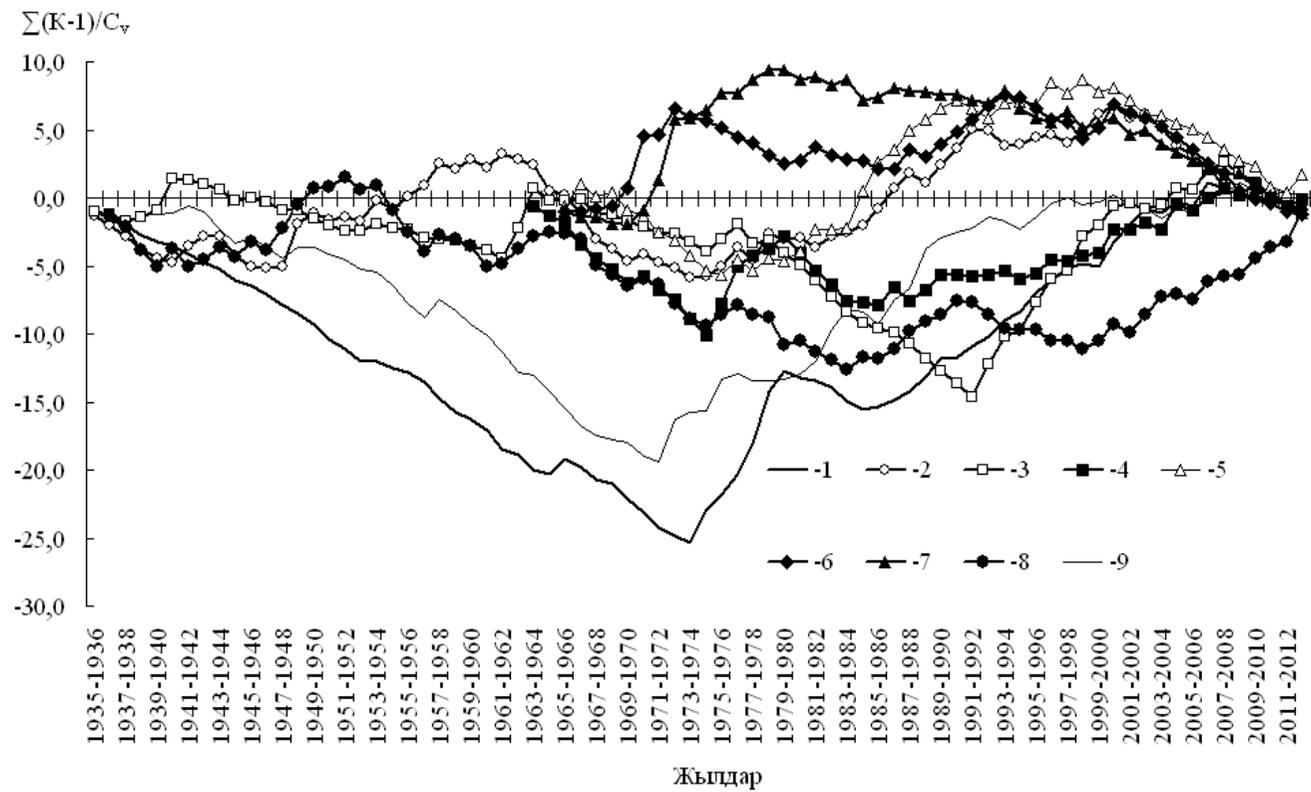
қар жамылғысы биіктігінің көпжылдық тербелісі синхронды аудандары ажыратылды (сурет 1). Ажыратылған типтер қарастырылып отырған аумақтың қар жамылғысын қалыптастырушы физикалық-географиялық факторларының ерекшеліктерімен үйлеседі. Орталық Қазақстанның метеостанцияларында байқалған қар жамылғысы биіктігі Солтүстік Қазақстан аумағы метеостанцияларында байқалған қар жамылғысының биіктігіне асинхронды. Кейбір станциялар бойынша жекелеген кезеңдерде қар жамылғысы биіктігі барынша синхронды. Кей жағдайларда қар жамылғысы биіктігінің көпжылдық тербелісі синхрондылығының қарлылық фазасы бойынша бірнеше жылға жылжығаны байқалады. Бір көңіл аударатын нәрсе, Петропавл станциясы мен Торғай станцияларының қар жамылғылары биіктігі айтарлықтай синхронды.

Петропавл және Торғай станциялары бойынша H_{\max} төмендеу фазасы 1973...1974 жж. жалғасады да, әрі қарай біртіндеп 2007...2008 жж. дейін көтерілу фазасымен алмасады. Ал Атбасар станциясы бойынша төмендеу фазасы 1991...1992 жж. байқалып, одан әрі күрт көтерілу фазасы бұл жерде де 2007...2008 жж. дейін жалғасады. Жаңаарқа және Жезқазған станцияларында қар жамылғысының қалыптасуы басқа аудандарға қарағанда өзгеше. Өкінішке қарай, қар жамылғысына бақылау бұл станцияларда тек 1965 жылдан бастап жүргізіле бастаған.

Соңғы он жылдықтарда Солтүстік Қазақстанның басым аудандарында қар жамылғысы биіктігінің өскені байқалды. Ал Орталық Қазақстан бойынша Жезқазған және Жаңаарқа станцияларында H_{\max} қалыпты шамадан төмен екендігі байқалды. Қар жамылғысының ең жоғары биіктігінің өсуі 20...30 % аралығында болды.

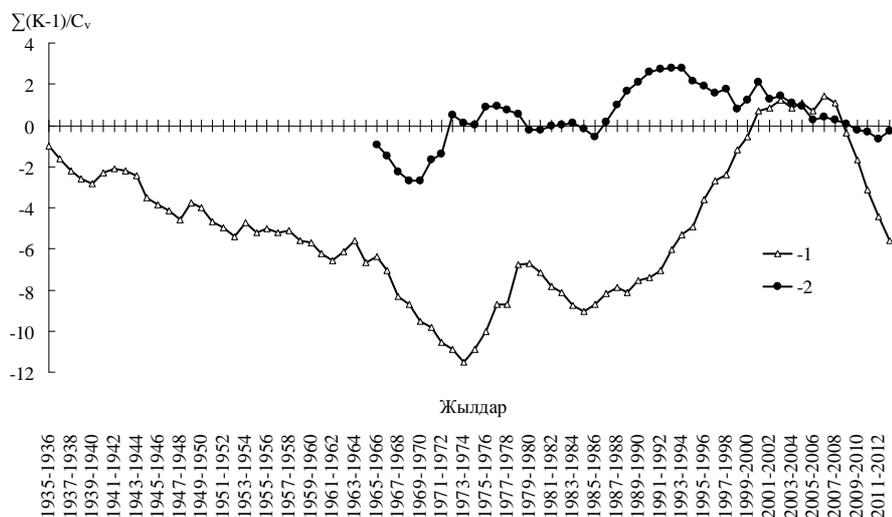
Қар жамылғысы сипаттамаларының Солтүстік және Орталық Қазақстан бойынша жекелеген нүктелер бойынша емес кеңістіктік бойынша таралуын сараптау үшін Солтүстік Қазақстан және Орталық Қазақстан станцияларының ең жоғары қар жамылғысы биіктігінің деректері тиісінше 1935...2012 жж. және 1965...2012 жж. аралықтары бойынша орташаланып, жекелеген нүктелердің сипаттық ерекшеліктері бәсеңдетілген, жиынтық аудандық айырымдық интеграл қисықтары тұрғызылды (сурет 2).

Жалпы алғанда 1935...2012 жж. инструменталдық бақылау кезеңі үшін Солтүстік Қазақстан аумағы бойынша қарлылығы аз кезеңнің аяғы 1973...1974 жж. сәйкес келеді.



Сурет 1 – Солтiстiк және Орталық Азияда орналасқан метеорологиялық станциялар бойынша ағамалығы биiктiгiнi бiрiккен айырымды интеграл қисығы. 1 – Петропавл, 2 – Астана, 3 – Атбасар, 4 – Костанай, 5 – Есиль, 6 – Жанаарка, 7 – Жесказган, 8 – Караганда, 9 – Торгай.

Әрі қарай 2007...2008 жж. жалғасқан қар жамылғысы биіктігінің жоғарылау тенденциясы орын алған. Соңғы бесжылдық деректер бұл ауданда қарлылықтың төмендеу фазасының басталғанын айқын көрсетеді. Демек, еліміздің солтүстік аудандарында алдағы жылдары ылғалдың төмендеуі, су ресурстарының төмендеуі орын алмақ.



Сурет 2. Солтүстік Қазақстан (1) және Орталық Қазақстан(2) аумақтарының қар жамылғысы ең жоғары биіктіктерінің айырымдық интеграл қисықтары.

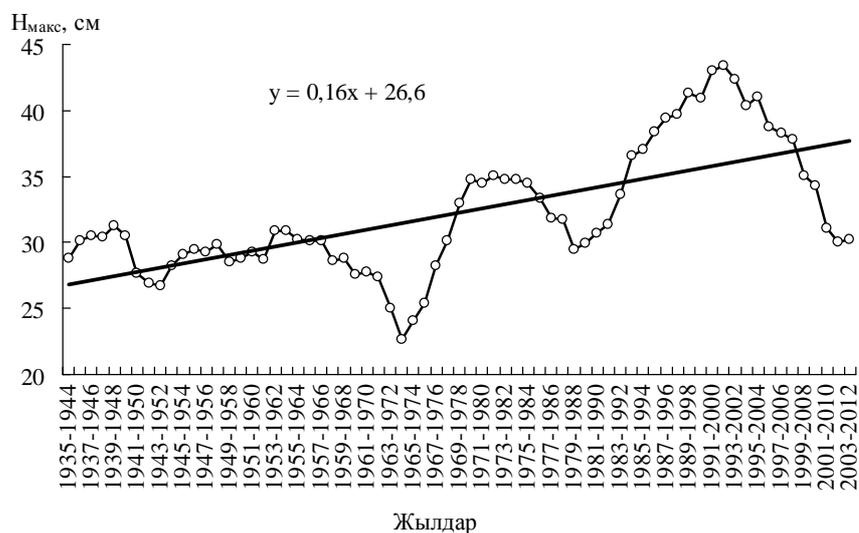
Орталық Қазақстанның жиынтық айырымдық интеграл қисығын талдау қар жамылғысы биіктігінің бірде көтерілу, бірде төмендеу фазаларының жиі-жиі алмасып отырғанын байқатты. Сонымен 1965...1970 жж. аралығында қар биіктігінің төмендеуі байқалса, әрі қарай 1976...1977 жж. дейін көтеріліп, қайтадан 1985...1986 жж. аралығына дейін төмендегенін көрсетті. Ал 1993...1994 жж. дейін біртіндеп көтерілген қар жамылғысы биіктігі, кейбір жекелеген қарлылығы мол жылдарды есепке алмағанда соңғы жылдарға дейін баяу төмендеу фазасына ие болып отыр.

Қар жамылғысы биіктігінің өзгеру тенденциясы. Қар жамылғысы биіктігінің өзгеріштігін көрсететін вариация коэффициенті Солтүстік және Орталық Қазақстан аумақтары бойынша айқын климаттық өзгерістер байқалған кезеңде (1974...2012 жж.) алдыңғы көпжылдық кезеңмен (1935...2012 жж.) салыстырғанда айтарлықтай өзгеріске ұшыраған жоқ.

Солтүстік Қазақстан және Орталық Қазақстан аумақтарында орналасқан метеорологиялық станцияларында мониторинг жүргізу барысында алынған қар жамылғысы сипаттамаларының бақылған

деректерін талдау кезінде $H_{\text{макс}}$ динамикасын бағалау ең аз квадраттар әдісі бойынша сызықтық трендтер тұрғызу арқылы жүзеге асырылды. Сызықтық тренд екі кезең бойынша: ұзақ көпжылдық кезең және айқын климаттық өзгерістер байқалған кезеңдер бойынша бағаланды. Солтүстік және Орталық Қазақстан аумақтары бойынша ұзақ кезең 1935...2012 жж. аралығы бойынша қабылданды. Ал айқын климаттық өзгерістер кезеңі ретінде 1974...2012 жж. аралығы алынды.

Қар жамылғысы биіктігінің көпжылдық жүргісін түзулеу, жиілігі аса жоғары және кездейсоқ тербелістерді бәсеңдету үшін $H_{\text{макс}}$ сипатамалары жылжымалы он жылдықтар бойынша орташаланды. Жылжымалы 10-жылдықтар бойынша орташаланған Солтүстік Қазақстан аумағының қар жамылғысының ең жоғары биіктігінің жүргісінің графигі (сурет 3) $H_{\text{макс}}$ сипаттамасының 1935...2012 жж. аралығы бойынша көпжылдық өсу тенденциясын куәландырады.

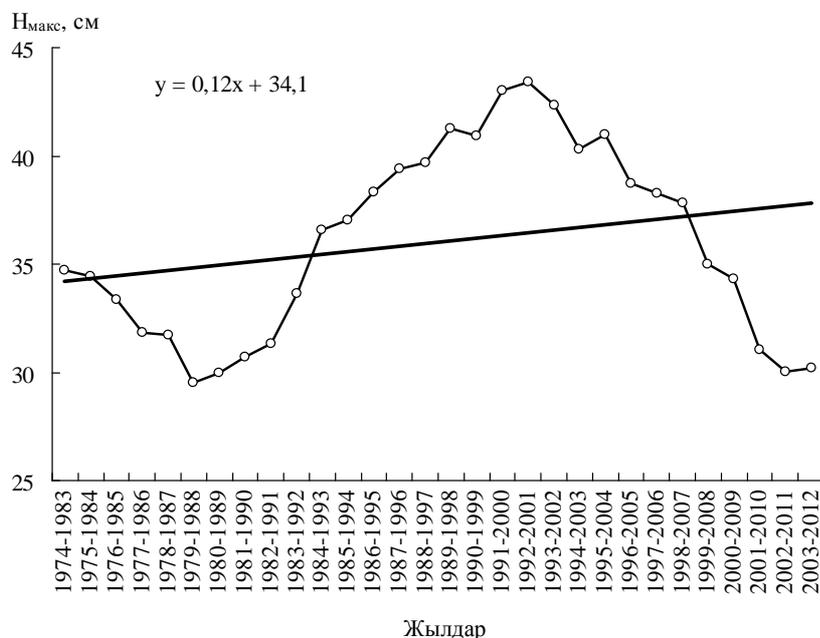


Сурет 3. Солтүстік Қазақстан аумағының жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған қар жамылғысының ең жоғары биіктігінің жүргісі (1935...2012 жж.)

Графикті талдау бақылау басталған онжылдықтардан бастап 1964...1973 жж. онжылдықтарға дейін қар жамылғысы қабатының баяу төмендеп, әрі қарай 1972...1981 жж. онжылдықтарға дейін біртіндеп көтеріліп, 1979...1988 жж. онжылдықтарға дейін төмендегенін, әрі қарай 1992...2001 жж. онжылдықтарға дейін көтерілгенін сипаттайды. Соңғы сипаттық нүктеден кейін қар жамылғысы биіктігінің төмендеу

тенденциясы бүгінгі күнге дейін жалғасып отыр. Жалпы бұл графикті талдау да алдында жасалған тұжырымдарды жоққа шығармайды.

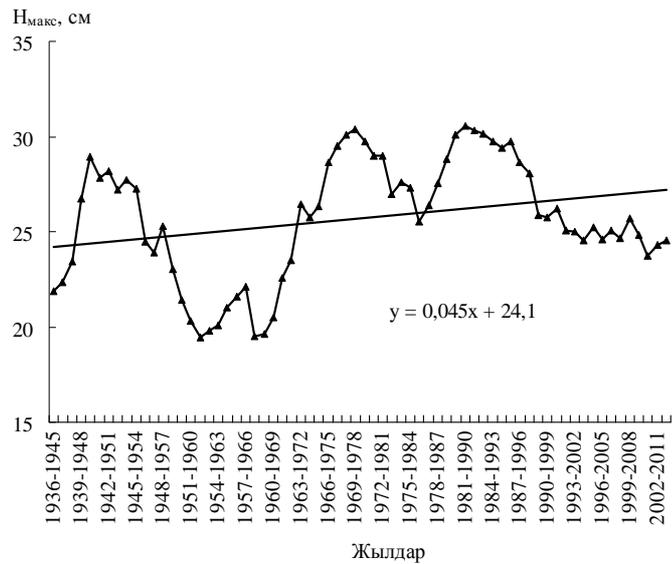
Соңғы 38-жылдық кезең бойынша Солтүстік Қазақстан қар жамылғысы биіктігінің эволюциясының сипатын айқындау үшін қар жамылғысының 10-жылдықтар бойынша орташаланған ең жоғары биіктіктерінің өзгеру графигі тұрғызылды, және өзгеріс тенденциясын бағалау үшін қосымша тренд бағыттары көрсетілді (сурет 4).



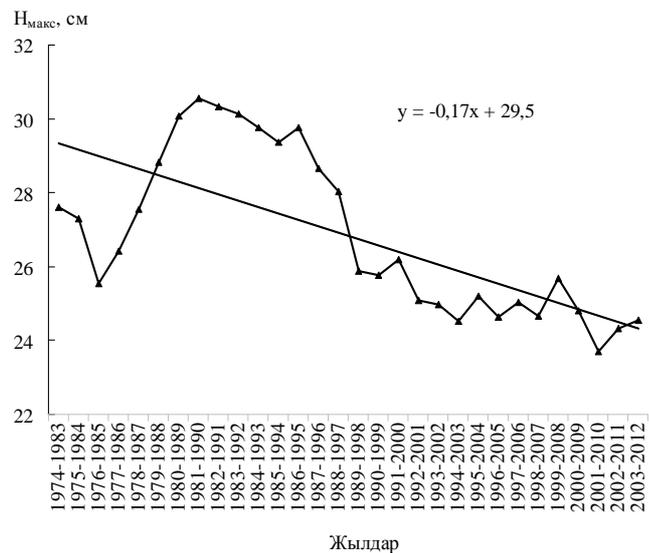
Сурет 4. Солтүстік Қазақстанда жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған қар жамылғысы ең жоғары биіктігінің жүргісі (1974...2012 жж.).

Бұл графикті талдау да соңғы онжылдықтарда Солтүстік Қазақстан аумағында қар жамылғысы қабатының өсу тенденциясының сақталғанын, қар жамылғысы биіктігінің өзгеру динамикасы жоғары графиктегіге ұқсас екендігін сипаттайды. Тек әрбір онжылдықтар бойынша қар қабатының ұлғаю коэффициенті климаттық өзгеріс айқын байқалған кезең үшін 0,12/10 жыл дейін кемігенін көрсетеді.

Орталық Қазақстан қар жамылғысы қабатының өсу динамикасын сипаттау үшін де жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған қар жамылғысы биіктігінің екі есептік кезеңдер бойынша графиктері тұрғызылды (сурет 5, б). Өзгеріс тенденциясын бағалау ең аз квадраттар әдісі бойынша тренд сызықтарын жүргізу арқылы жүзеге асырылды.



Сурет 5. Орталық Қазақстанда жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған қар жамылғысы ең жоғары биіктігінің жүргісі (1936...2012 жж.).



Сурет 6. Орталық Қазақстанда жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған қар жамылғысы ең жоғары биіктігінің жүргісі (1974...2012 жж.).

Көпжылдық 1936...2012 жж. кезеңі бойынша Орталық Қазақстан аумағында қар жамылғысы биіктігінің өсу тенденциясы өте баяу және мәнділік деңгейі өте төмен. Әрбір он жылда небары 0,045 см құрайды. Қар

қамылғысы биіктігінің негізгі өсуі 1958...1969 жж. мен 1969...1978 жж. аралығына сәйкес келетіні анық. 1981...1990 жж. сыну нүктесінен басталған төмендеу тенденциясы бүгінгі күнге дейін жалғасып отыр.

Соңғы 38-жылдық кезең бойынша Орталық Қазақстан аумағының қар жамылғысы биіктігінің эволюциясының сипатын айқындау үшін тұрғызылған қар жамылғысының 10-жылдықтар бойынша орташаланған ең жоғары биіктіктерінің өзгеру графигі климаттың айқын өзгерісі байқалған кезеңде $H_{\text{макс}}$ сипатының төмендеу тенденциясының орын алғанын көрсетіп отыр. Төмендеу мәні әрбір он жыл үшін 0,17 см құрайды.

Қорытынды

Солтүстік және Орталық Қазақстан аумақтары қар жамылғысын зерттеу кезінде оның сипаттамаларының өзгерісінде аймақтық ерекшеліктердің бар екендігі айқындалды. Қар жамылғысы сипаттамаларының көпжылдық жүргісін талдау қарастырылып отырған аудандарда кеңістіктік үйлесімнің жоқ екендігін көрсеті. Солтүстік Қазақстан өңірінің қар жамылғысы биіктігінің көпжылдық жүргісі Орталық Қазақстан аумағы қар жамылғысы биіктігінің көпжылдық жүргісіне асинхронды.

Солтүстік Қазақстан аумағында климаттың айқын өзгерісі байқалған кезең, яғни соңғы 38 жыл (1974...2012 жж.) бойынша қар жамылғысы сипаттамаларының өзгеру бағыты көпжылдық 1935...2012 жж. аралығы бойынша алынған өзгеру бағытымен сәйкес, $H_{\text{макс}}$ шамасының ұлғаюымен сипатталады.

Ал Орталық Қазақстан аумағы бойынша қар жамылғысы сипаттамаларының 1974...2012 жж. аралығы бойынша өзгеру бағыты, ұзақ көпжылдық кезең 1936...2012 жж. бойынша алынған өзгеру бағытынан мүлде өзгеше. Ұзақ көпжылдық кезең үшін айқын емес көтерілу тән болса, соңғы 38-жылдық кезең үшін қар жамылғысы биіктігінің төмендеу бағыты тән.

Сонымен Солтүстік және Орталық Қазақстан аумақтары үшін қар жамылғысы қабаттарының көпжылдық өзгергіштігінің ауқымы әртүрлі және соңғы жылдардағы өзгеру бағыттары қарама-қарсы.

Климаттың қазіргі фазасын негізінен өткен ғасырдың 70-ші жылдарының ортасынан басталатын кезең сипаттайды. Соңғы ресейлік ғалымдардың да қазақстандық ғалымдардың да зерттеулері климаттың дәл осындай сипатын айқындайды.

Аталған жұмыстың нәтижелері қар жамылғысы сипаттамаларының аймақтың өзгерістерін болжау, жекелеген әкімшілік аудандарында

шаруашылық іс-әрекет шараларын жоспарлау кезінде пайдалы болуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т.VII: Ресурсы речного стока Казахстана: кн. 1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под ред. Гальперина Р.И. – Алматы, 2012. – 684 с.
2. Водные ресурсы России и их использование в новых социально-экономических условиях с учетом возможных изменений климата// Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда. / Пленарное заседание. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2004. – С. 3-10.
3. Водные ресурсы России и их использование. – СПб, 2008. – 600 с.
4. Говоркова В.А., Катцов В.М., Мелешко В.П., Павлова Т.В., Школьник И.М. Климат России в XXI веке. Часть 2. Оценка пригодности моделей ОЦАО СМIP3 для расчетов будущих изменений климата России // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 8. – С. 5-19.
5. Долгих С.А. Мониторинг и сценарии изменения климата Республики Казахстан с учетом глобального потепления: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 1999. – 23 с.
6. Дроздов О.А. О надежности использования аналогов прошлого для прогнозов водного режима на будущее // Водные ресурсы. – 1992. – №4. – С. 7-12.
7. [Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М., Говоркова В.А., Павлова Т.В.](#) Климат России в XXI веке. Часть 1. Новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности его расчета // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 6. – С. 5-19.
8. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Т.2 / Последствия изменений климата. – М.: Росгидромет, 2008. – 289 с.
9. Сальников В.Г., Турулина Г.К., Полякова С.Е., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы, осадков и речного стока над территорией Казахстана // Вестник КазНУ, сер. геогр. – 2011. – №2(33). – С. 19-24.
10. Семенов В.А., Алексеева А.К., Дегтяренко Г.И., Медведева Е.М., Лазуткина Н.И. Климатические изменения стока рек СССР // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 1986. – Вып. 133. – С. 59-84.

11. Чичасов Г.Н. Об оценке влияния антропогенных факторов на изменение климата Казахстана // Тр. КазНИГМИ. – 1990. – Вып. 106. – С. 3-16.

Поступила 19.11.2013

Канд. геогр. наук
Канд. геогр. наук

М.М. Молдахметов
Л.К. Махмудова

**ДИНАМИКА ХАРАКТЕРИСТИК СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА
ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА НА ФОНЕ
РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

В статье проведен анализ многолетних колебаний снежности, выделены многоснежные и малоснежные фазы на территории Северного Казахстана. Рассмотрены тенденции изменения характеристик снежного покрова.

УДК 551.324.86

Доктор геогр. наук

Е.Н. Вилесов*

Доктор геогр. наук

И.В. Северский**

В.И. Морозова*

ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДНИКОВОЙ СИСТЕМЫ КАЗАХСТАНСКОГО АЛТАЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 20 – НАЧАЛЕ 21 ВЕКА*ДИНАМИКА ЛЕДНИКОВ, АККУМУЛЯЦИЯ, АБЛЯЦИЯ, БАЛАНС МАССЫ, ЛЕДНИКОВЫЙ СТОК*

Рассматриваются пространственно-временные изменения размеров оледенения Казахстанского Алтая за 60 лет (1950...2011 гг.). Основой для суждения о направленности динамики ледников послужило сравнение их морфометрических характеристик, полученных при каталогизации в 1950...1955 гг. и 2011 г. Установлено, что за 60 лет площадь оледенения сократилась на 33,2 км² (46,5 %). Объем ледников уменьшился на 1,25 км³ (52 %). Среднее значение баланса массы оледенения составило -34,2 г/см². Безвозвратная потеря массы со всей площади ледников равна 20,5 м в слое воды. Сокращение размеров оледенения не сказалось сколько-нибудь заметно на водности р. Иртыш, обусловленной количеством осадков в высокогорье бассейна.

Очевидное потепление глобального климата, обусловленное как естественными причинами, так и антропогенным воздействием, вызывает заметные изменения в состоянии горно-ледниковых систем гор Центральной Азии, в том числе расположенных на северо-востоке Казахстана, в Казахстанском Алтае. Реальность достаточно быстрого изменения размеров современного оледенения в настоящее время требует детального исследования пространственно-временных колебаний горных ледников, а также изучения влияния этих колебаний на изменение водных ресурсов в районах с развитым оледенением. Рациональное водопользование для нужд гидроэнергетики и ирригации невозможно без исчерпывающей информации об изменении площади и объема ледников, вызывающем сокращение долговременного влагозапаса в них, а также снижение леднико-

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

** Институт географии, г. Алматы

вого стока. Ледники всех морфологических типов, от долинных до виссячих и каровых, подчиняются общеклиматическому режиму баланса тепла и влаги, что приводит к изменению их размеров, но взаимного влияния друг на друга они почти не оказывают. Каждый ледник «живет» в присутствии только ему условий питания и абляции. Поэтому оценка изменений состояния оледенения, темпов изменения (сокращения) площадей и объемов льда должна проводиться для ледниковых систем в целом, насчитывающих сотни ледников. Эта задача решается путём мониторинга современного оледенения, осуществляемого посредством составления Каталогов ледников на разные временные срезы.

Цель данной работы – практическая реализация концепции гляциологического мониторинга применительно к территории Казахского Алтая, т.е. комплексное решение актуальной научно-прикладной задачи изучения динамики современного оледенения в бассейнах рек с ледниковым питанием на основе регионального мониторинга. Исследование закономерностей пространственно-временной изменчивости состояния этой внутриконтинентальной ледниковой системы за последние десятилетия в связи с изменением климата.

Хребты Казахского Алтая протянулись на 300 км (по прямой) с запада на восток в широтном направлении между $83...87^\circ$ в.д. в пределах $49...50^\circ$ с.ш. (рис. 1). В 1960...1970-е гг. в рамках Всесоюзной программы по инвентаризации ледников составлен полный Каталог ледников казахстанской части Алтая [5]. Все морфометрические показатели ледников, их площадные и линейные размеры, абсолютные высоты характерных точек получены путём картометрического анализа топографической основы масштаба 1:100000 с привлечением материалов аэрофотосъёмки 1950...1955 гг., согласно рекомендациям «Руководства по составлению Каталога ледников» [13]. Точность определения площади ледников составляла $0,1 \text{ км}^2$, их длины – 0,1 км, высоты их концов и высших точек, а также фирновой линии – 10 м.

По данным [5], в речных бассейнах Казахского Алтая в середине 20 в. было 328 ледников с общей площадью $72,3 \text{ км}^2$ (без погребённых под моренами стадии фернау льдов). В начале 1970-х годов часть территории верховьев р. Кабы, где имелись 5 ледников с площадью $0,9 \text{ км}^2$, была передана Китаю. Поэтому было принято, что в то время здесь было 323 ледника с площадью $71,4 \text{ км}^2$ и объемом $2,4 \text{ км}^3$.



Рис. 1. Орогидрография Казахстана Алтай. 1 – Ивановский хребет, 2 – Катуньский хребет, 3 – хребет Куришим, 4 – хребет Сарым-сакты, 5 – хребет Тарбагатай, 6 – хребет Южный Алтай.

Основой для объективного суждения о степени и темпах обусловленной изменениями климата деградации оледенения Казахстана Алтай послужили данные о его состоянии за два «реперных» года – 1950 и 2011. Для первого года использованы материалы аэрофотосъемки, а для 2011 г. – космические снимки Landsat с разрешением 15 м, обработанные с помощью ГИС-технологий (программные пакеты MapInfo, ArcGIS и др.) и метода цифрового картографирования. Эта методика достаточно подробно охарактеризована в работе [2]. Для 2011 г. были составлены новый Каталог ледников и карта оледенения в масштабе 1:25 000, анализ которых позволил установить изменения численности ледников, их площади и объема за 60 лет.

Горно-ледниковые бассейны Казахстана Алтай лежат в верховьях правых притоков Иртыша – рек Кабы, Бухтармы, Ульбы и Убы. Развитию оледенения благоприятствуют широтное расположение хребтов, их большие абсолютные высоты и расчлененность рельефа.

Климатические условия района определяются его глубоким внутриконтинентальным положением в непосредственной близости от оси Во-

ейкова. Годовое количество осадков в горах составляет 800...1000 мм, а на высоте границы питания (2700...2800 м), по расчетам В.В. Севастьянова и Л.Н. Шантыковой [14], 1400...1500 мм. Максимальное годовое количество осадков выпадает в районах горного массива Белухи и Ивановского хребта (2000...2500 мм) [6, 12], при этом на май-июнь приходится более 40 % их годовой суммы. Следствием высокой снежности гор Казахстанского Алтая является интенсивная лавинная активность. В среднем многолетии за зимний период, с ноября по апрель-май, здесь сходят более 1600 лавин [15]. В отдельные годы наблюдается резкий всплеск лавинной активности, проявляющийся в массовом сходе лавин катастрофического характера, причиняющих заметный материальный ущерб. Объемы крупных мокрых лавин в бассейнах Громотухи и Ульбы достигают многих сотен тысяч кубометров, а в многоснежные годы превышают 1 млн. м³. Лавины перегораживают днища речных долин (даже такой крупной реки, как Уба) мощными снежниками, таяние которых затягивается до конца июля-начала августа. Практически ежегодно лавины перекрывают автодорогу Усть-Каменогорск – Зыряновск в районе снеголавинной станции «Серебрянск».

Средняя годовая температура воздуха в гляциальной зоне равна – 5...7 °С. Средняя температура января –18...–20 °С, июля 8...10 °С. Минимальные температуры зимой опускаются ниже –40 °С, а максимальные температуры летом достигают 25 °С. Летом температура понижается на 5...7 °С/км. Из-за относительно небольшого пространственного протяжения территории района климатические различия между отдельными его частями невелики. По исследованиям Ю.К. Нарожного [9], в последние десятилетия на всей территории Горного Алтая имеет место значимый рост средних годовых температур воздуха. Об этом свидетельствует и межгодовой ход температуры воздуха на метеостанции Усть-Каменогорск, расположенной в центре Казахстанского Алтая, за 1941...2009 гг. (рис. 2). В высокогорье увеличение температуры происходит во все сезоны года, кроме осени. При этом ледники, как правило, испытывают значительный, а иногда и катастрофический, дефицит массы.

Бассейн р. Кабы расположен в пределах Южного Алтая – горной системы, вытянутой в широтном направлении к западу от горного узла Табын-Богдо-Ола. В истоках р. Кара-Каба Южный Алтай делится на две ветви: северную – хребты Тарбагатай и Сарымсақты – и южную, включающую хребты Сар-Тарбагатай, Джеты-Кизень и далее к западу Курчумский. Абсолютные высоты Южного Алтая достигают 3000...3300 м. Выс-

шая точка хребта (3480 м) находится в истоках р. Арасан-Кабы, где и сосредоточены почти все ледники бассейна р. Кабы.

Современные ледники бассейна приурочены к осевой части хребта Южный Алтай и его отрогам. В 1950 г. здесь насчитывалось 82 ледника с площадью 11,1 км² и объемом (рассчитанным по формуле Н.В. Ерасова [4]) 0,15 км³. При этом из 82 ледников 42 были представлены миниатюрными ледниковыми образованиями, имевшими суммарную площадь 1,2 км² и среднюю площадь ледничка менее 0,03 км². Такие леднички М.В. Тронов [17] называл «остаточными оледенелыми скоплениями в карах», представляющими последнюю степень угасания ледников. Понятно, что эти леднички уже тогда, 60 лет назад, являлись бесспорными кандидатами на их скорое стаяние.

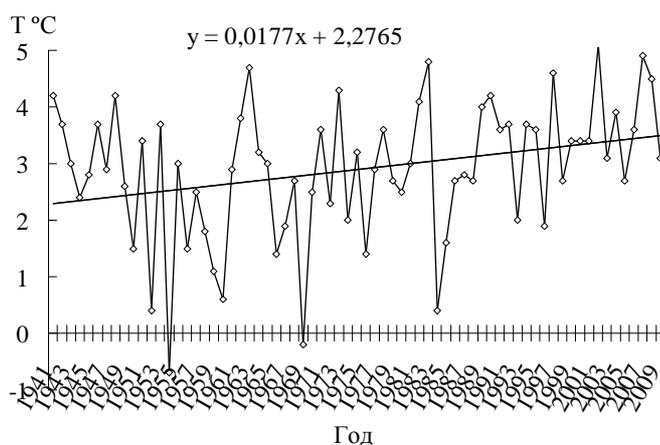


Рис. 2. Межгодовой ход температуры воздуха по М Усть-Каменогорск и линия тренда за 1941...2009 гг.

Оценка современного состояния ледников показала, что к 2011 г. на территории бассейна Кабы полностью растаяли 54 малых ледничка с площадями порядка 0,1 км² и менее каждый, т.е. число ледников здесь за эти годы сократилось на 66 %. Особенно заметно количество ледников уменьшилось в бассейне р. Кара-Кабы – в 4 раза, с 24 до 6. Ныне из 82 ледников, учтенных в 1950 г., остались лишь 28. Эти 28 ледников разбросаны по обширной территории, где общее протяжение хребтов, поднимающихся выше 2800 м, составляет 200 км. Сами ледники теряются среди множества вершин, в изгибах гребней и бесчисленных пустых каров.

Оледенение бассейна Кабы ныне представлено в основном ледниками склонов – каровыми, висячими, карово-висячими и каровыми при-склоновыми. Лишь один ледник, № 16б в верховьях р. Ак-Кабы, относится

к типу карово-долинных. Все ледники имеют очень небольшие площади, ограниченные размерами вмещающих каров. Ни один ледник не достигает площади в 1 км². Максимальную площадь, 0,48 км², имеет как раз ледник № 166. Средняя же площадь ледника по бассейну в целом составляет всего лишь 0,13 км².

К 2011 г. площадь оледенения бассейна Кабы сократилась с 11,1 км² до 3,76 км², или на 7,34 км² (т.е. в 3 раза), по 0,147 км²/год. Относительные потери площади льда составили 66,1 %, или по 1,32 %/год. Объем льда уменьшился с 0,15 км³ до 0,05 км³, т.е. на 0,11 км³, или на 70 %, по 1,41 %/год (табл. 1).

Таблица 1

Сокращение числа ледников (*K*), их площади (*F*, км²) и объема (*V*, км³) в бассейне р. Кабы за 1950...2011 гг.

Бассейн	1950 г.			2011 г.			1950...2011 гг.		
	<i>K</i>	<i>F</i>	<i>V</i>	<i>K</i>	<i>F</i>	<i>V</i>	<i>K</i>	<i>F</i>	<i>V</i>
Ак-Каба	34	7,0	0,113	19	2,9	0,036	-15	-4,1	-0,077
Арасан-Каба	21	2,2	0,025	3	0,6	0,007	-18	-1,6	-0,018
Кара-Каба	27	1,9	0,016	6	0,3	0,003	-21	-1,6	-0,013
Итого	82	11,1	0,154	28	3,8	0,046	-54	-7,3	-0,108

Представленные здесь данные убедительно свидетельствуют о весьма ощутимой деградации кабинских ледников. Очевидно, такое почти катастрофическое сокращение оледенения обусловлено общей южной ориентацией территории бассейна и преимущественным развитием здесь малых форм оледенения с площадями порядка 0,1 км².

Бассейны рек Бухтармы, Ульбы, Убы. На севере казахстанской части Алтая, по границе с Россией, тянется Катунский хребет с массивом г. Белухи – самой высокой вершины Алтая. Северный склон Белухи образует Аккемская стена высотой более 1000 м. На юге склоны массива имеют крутые скалистые гребни, особенно обрывисты скалы над Большим Берельским ледником, глубокая долина которого подходит к восточной вершине Белухи (4506 м). К югу от Белухи протягиваются обширные плоскогорья, в которые врезаны ущелья верховьев рек Бухтармы и Белой Берели. С юга бассейн р. Бухтармы ограничивается хребтами Южного Алтая, Тарбагатая и Сарым-сакты. Высота хребта Южный Алтай в истоках реки Бухтармы достигает 3300-3400 м, а отдельные вершины превышают 3500 м. Как и в районе Белухи, эта часть Южного Алтая является центром современного оледенения.

На северо-западе района расположен широтно вытянутый Ивановский хребет, склоны которого дренируются реками систем Ульбы, Убы и Тургусуна. Хребет имеет наименее низкие высоты среди других хребтов Казахстанского Алтая (2450...2500 м). Главная вершина – гора Выше-Ивановский белок (2776 м).

Современное оледенение в бассейне р. Курчум приурочено к северному склону Курчумского хребта и к южному склону хребта Сарым-сакты. В бассейне р. Бухтармы ледники сосредоточены на северных склонах хребтов Сарым-сакты, Тарбагатай, Южный Алтай, на южном склоне Катунского хребта и обоих склонах Ивановского хребта, небольшие ледники которого являются весьма показательными для тех предельных условий, при которых еще существует современное оледенение на Алтае.

В начале второй половины прошлого столетия (1950...1955 гг.), по данным [5], на территории рассматриваемых бассейнов насчитывался 241 ледник с чистой площадью (без морен стадии фернау, площадь которых равнялась $14,3 \text{ км}^2$) $60,3 \text{ км}^2$ и объемом льда $2,252 \text{ км}^3$.

К 2011 г. произошло весьма заметное уменьшение количества мелких ледников с площадями менее $0,1 \text{ км}^2$, особенно заметное на крайних западных участках хребтов, несущих оледенение. Так, в Курчумском хребте полностью растаяли 39 ледников (87 % от их числа в 1955 г.), а в Ивановском хребте (бассейны рек Ульба, Уба и Тургусун) – 33 ледника (92 % (!) от 1955 г.). Всего же по району в целом растаяли 164 ледника (68 % от 1955 г.) общей площадью более 25 км^2 . Таким образом, к 2011 г. здесь сохранились 88 ледников с суммарной площадью $34,426 \text{ км}^2$ и объемом $1,112 \text{ км}^3$.

Современное оледенение Казахстанского Алтая, включая и оледенение бассейна р. Кабы, по сравнению с другими ледниковыми районами страны, отличается однообразием морфологических типов ледников, с явным преобладанием ледников склонов – каровых и висячих. Однако по площади наибольший процент составляют ледники долинного типа.

К типичным долинным относятся самые крупные ледники района – Большой и Малый Берельские (№ 122 и № 116 по Каталогу) в истоках реки Белой Берели, имевшие в 1955 г. площадь, соответственно, $9,5$ и $6,8 \text{ км}^2$ (рис. 3 и 4), а также ледники Большой и Малый Бухтарминские (№ 101 и № 100) в верховьях р. Бухтармы. К 2011 г. первенство по размеру площади перешло к Малому Берельскому леднику ($4,932 \text{ км}^2$), так как Большой Берельский распался на четыре самостоятельных ледника.



Рис. 3. Язык Большого Берельского ледника, засыпанный мореной. На заднем плане – высшая точка Алтая гора Белуха (4506 м).

Долинные ледники имеют хорошо развитые языки и мощные конечно-моренные образования (рис. 3). Эти ледники спускаются в трюги главных долин, питая, как правило, основные, а не боковые, истоки рек, и образуя мощные водные потоки с типичным режимом ледниковых рек. В бассейнах верховьев Бухтармы и Белой Берели находятся 9 типичных долинных и 16 карово-долинных ледников. Эти 25 ледников по количеству составляют лишь 35 % общего числа ледников (в 2011 г.), но их площадь, равная 24,854 км², составляет 76,4 % площади оледенения бассейнов. Средняя площадь долинного ледника равна 1,0 км².



Рис. 4. Долинный ледник Малый Берельский.

В процессе деградации оледенения некоторые еще сохранившиеся ледники «поменяли» свой морфологический тип. К примеру, долинные ледники № 24 – Беркутсайский в бассейне р. Сарым-сакты и № 84 – Улыктык в истоках р. Тыкбулак (левый приток Бухтармы) трансформировались

в карово-долинные; карово-долинные ледники № 64 – Курту, № 67 – Близнецы, № 70 – Кши-Курту, № 83 – Тыкбулакский, № 99 – Чет-Акульгунский, № 125 – Двухлопастной и др., в результате резкого сокращения длины своих языков, превратились в каровые или карово-висячие.

По сути, остальные 46 ледников рассматриваемых бассейнов (65 % их общей численности) с суммарной площадью в 7,662 км² (23,6 % от всей площади льда в районе) относятся к группе ледников склонов (рис. 5) – каровым, висячим, карово-висячим, присклоновым каровым, кулуаров. Средняя площадь склоновых ледников равна 0,17 км², в 6 раз меньше средней площади ледников долин.



Рис. 5. Ледники склонов в Казахском Алтае. Слева карово-висячий ледник № 123 – Николаева в истоках Белой Берели.

Каровые и карово-висячие ледники имеют бассейны питания, лежащие в хорошо выраженных мульдах, склоны которых отличаются характерной фестончатой формой, обусловленной обилием лавинных конусов выноса. Вообще, судя по изображениям на аэрофото- и космоснимках, каровые и висячие ледники описываемого района оледенения в значительной степени питаются за счет метелевого переноса и снежных лавин.

В горах на высотах 2000...3500 м многочисленны снежники. Они залегают в эрозионных ложбинах, глубоких расщелинах и на стенках каров, у подножия склонов, на плоских водоразделах главных хребтов и их отрогов. Все они являются снежниками как навейного, так и лавинного генезиса. Их толщина достигает 10 м и более. Максимум лавинной деятельности приурочен к весне (апрель-май). Определить площади отдельных снежников и их групп в тех или иных бассейнах затруднительно, в

первую очередь, в силу того, что их размеры чрезвычайно изменчивы во времени. Питание за счет таяния снежников в период абляции может быть приближенно оценено в 8...10 % общего стока рек в их верховьях.

В связи с увеличением абсолютных высот хребтов и уменьшением количества осадков к востоку в этом же направлении увеличивается высота фирновой линии. На ледниках бассейнов Курчума и Сарым-сакты она проходит на высотах 2840...2870 м, в верховьях Белой Берели и Бухтармы – 2940...2980 м. На ледниках Ивановского хребта, где верхний предел оледенения едва достигает 2500 м, высота фирновой линии снижается до 2400 м. За прошедшие 60 лет уровень фирновой границы поднялся в среднем на 40...60 м.

Средний вертикальный диапазон оледенения (без учета погребенных льдов) изменяется от 180 м в бассейне Курчума, до 310...320 м в бассейнах Сарым-сакты и верховьев Бухтармы и до 515 м в бассейне Белой Берели. Максимальный диапазон оледенения приурочен к высшей точке района – горе Белухе – и составляет 2125 м (от 4380 до 2255 м на Большом Берельском леднике). Наименьший диапазон оледенения – на Ивановском хребте – всего 150...170 м.

Ледники Алтая со второй половины XIX в. находятся в стадии сокращения, которое проявляется в понижении поверхности и повсеместном отступании ледников различных типов. Сведения об эволюции Берельских ледников в первой половине 20 в. имеются в работах М.В. Тронова, В.С. Ревякина и др. [1, 18, 19].

Что касается данных о динамике деградации оледенения Казахского Алтая во второй половине 20 и в первой декаде 21 в., то они получены путем сопоставления морфолого-морфометрических характеристик ледников из [5] и показателей их состояния в 2011 г. За 60 лет численность ледников сократилась на 64 %, площадь ледников уменьшилась с 71,4 до 38,2 км², т.е. на 33,2 км², или по 0,66 км²/год. Относительная величина сокращения площади составила 46,5 %, по 0,93 %/год. Объем льда уменьшился с 2,406 до 1,158 км³, по 0,025 км³/год. Относительная скорость уменьшения объема льда равна 52 %, по 1,04 %/год. Средняя величина годового баланса массы за весь период составила -34,2 г/см². За 60 лет со всей площади ледников стаяло 20,5 м в слое воды.

Представляет интерес, а каковы были темпы дегляциации у наших северных соседей – ледников Российского Алтая за вторую половину 20 и начало 21 вв. Так, Н.Н. Михайлов и О.В. Останин [8, 11] установили, что оле-

денение Алтая в целом за 30 лет (1973...2003 гг.) сокращалось по 4,3 км²/год, или по 0,49 %/год. В работе Г.А. Носенко и др. [10] были определены изменения положения контуров 257 алтайских ледников за 52 года, с 1952 по 2004 гг. За это время их площадь сократилась с 336 км² до 254 км², т.е. на 82 км². Величина относительного сокращения площади составила 24,4 % (по сравнению с данными первого Каталога), или по 0,47 %/год. Таким образом, темпы относительного сокращения ледниковой площади в Казахском Алтае во второй половине 20 в. были почти в 2 раза выше, чем в Российском Алтае – 0,93 %/год против 0,48 %/год.

Сводные данные об изменении размеров оледенения в Казахском Алтае за 60 лет представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сокращение числа ледников (K), их площади (F , км²) и объема (V , км³) в Казахском Алтае за 1950...2011 гг.

Бассейн	1950 г.			2011 г.			1950...2011 гг.		
	K	F	V	K	F	V	K	F	V
Кааба	82	11,1	0,154	28	3,8	0,046	-54	-7,3	-0,108
Курчум	45	2,9	0,027	6	0,4	0,003	-39	-2,5	-0,025
Сарым-сакты	49	5,4	0,067	8	1,3	0,017	-41	-4,1	-0,050
Верховья Бухтармы	74	23,3	0,649	44	13,3	0,304	-30	-10,0	-0,345
Белая Берель	37	26,4	1,489	27	19,2	0,787	-10	-7,2	-0,702
Тургусун	7	0,4	0,003	1	0,1	0,001	-6	-0,3	-0,002
Ульба	15	0,8	0,006	1	0,1	0,001	-14	-0,7	-0,006
Уба	14	1,1	0,010	1	0,1	0,001	-13	-1,0	-0,010
Итого	323	71,4	2,406	116	38,2	1,158	-207	-33,1	-1,248

Если допустить, что дегляциация региона происходит по линейному закону, как это имеет место в Заилийском и Джунгарском Алатау [2, 3], то динамика оледенения Казахского Алтая за 60 лет может быть представлена линией тренда, показанной на рис. 6.

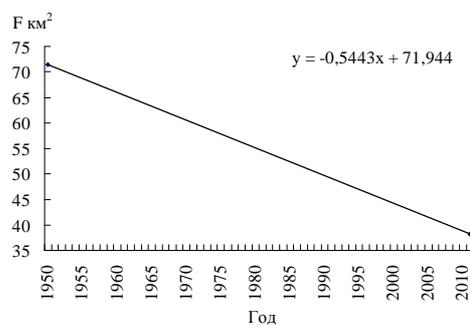


Рис. 6. Динамика сокращения площади оледенения Казахского Алтая за 60 лет (1950...2011 гг.).

Таким образом, тенденция дегляциации Алтая, проявившаяся еще с середины 19 в., устойчиво сохраняется и в настоящее время, что четко отражается в уменьшении числа, площади и объема ледников. Почти 1/3 еще сохранившихся ледников имеет такие малые размеры, что дальнейшая их деградация в ближайшие десятилетия приведет к полному их стаиванию (согласно уравнению линии тренда – в поле рис. 6), кроме 2-3-х наиболее крупных долинных ледников, общая площадь которых к концу текущего столетия не превысит 3 % от площади оледенения Казахстанского Алтая в середине прошлого века. По модельным расчетам авторов работы [21], при потеплении на 0,05 °С/год к концу 21 в. в Китайском Алтае (на хребте Монгольский Алтай) также останутся 3 % от площади льда 1959 г., а в Русском Алтае, где темпы деградации ледников в 2 раза ниже, сохранится 9 % от первоначальных размеров оледенения.

Оценка ледникового стока. Все реки с ледниковым питанием Казахстанского Алтая относятся к бассейну Иртыша – самой многоводной реки Казахстана со средним годовым расходом 880 м³/с и стоком 27,8 км³. Поэтому доля ледникового стока в общем стоке Иртыша чрезвычайно мала. Однако эта доля достаточно ощутима для отдельных бассейнов, в частности, для бассейна пятой по водности в стране р. Бухтармы, обладающего наибольшей площадью оледенения в регионе.

Для оценки величины суммарной абляции и ледникового стока по «глобальной» формуле А.Н. Кренке – В.Г. Ходакова [7] в качестве базовой использована метеостанция Катон-Карагай, расположенная на берегу р. Бухтармы, в ее среднем течении, на высоте 1081 м. Средняя многолетняя температура воздуха за летний период, июнь – август, на этой станции составляет 15,8 °С. С учетом температурного градиента в 7 °С/км и температурного скачка в -1 °С она понижается на границе питания ледников до 4,8...5,0 °С в истоках Убы и Ульбы, до 2,4 °С в бассейне Курчума, до 2,0 °С в бассейне Кабы и до 1,7 °С в верховьях Бухтармы. Расчетные средние многолетние характеристики общего и ледникового стока в частных бассейнах Казахстанского Алтая приведены в табл. 3.

Таблица 3

Средний многолетний сток рек Казахстанского Алтая

Общий сток			Ледниковый сток			$F_{л}/F$	$W_{л}/W$
F	Q	W	$F_{л}$	$Q_{л}$	$W_{л}$		
4612	58,0	1830	8	0,37	11,6	0,17	0,63

Общий сток			Ледниковый сток			F_r/F	W_r/W
F	Q	W	F_l	Q_l	W_l		
5840	59,6	1880	2	0,11	3,36	0,03	0,18
6860	107	3374	50	2,22	70,0	0,73	2,07
4900	96,6	3046	1	0,09	2,90	0,02	0,10
8470	172	5424	1	0,09	2,90	0,01	0,05
30682	493,2	15554	62	2,88	90,76	0,20	0,58

Примечание: здесь F и F_l – общая площадь водосбора и площадь ледников, км²; Q и Q_l – средний годовой расход общего и ледникового стока, м³/с; W и W_l – объем общего и ледникового стока, 10⁶ м³; F_r/F – доля площади ледников в общей площади бассейна, %; W_r/W – доля ледникового стока в общем речном стоке, %.

Очевидно, максимальной величиной объема ледникового стока (70 млн. м³) характеризуется бассейн р. Бухтармы, в котором сосредоточено более 80 % площади ледников региона. Наиболее интенсивное таяние льда и снега происходит в июле и августе. В эти месяцы в верховьях бассейнов ледниковых рек таяние ледников дает 60...70 % стока. По данным Р.В. Хонина [20], в 60-е гг. прошлого века за абляционный период Малый Берельский ледник (в истоках Белой Берели) в результате таяния льда и снега с поверхности давал до 10 млн. м³, а Большой Берельский ледник – 11 млн. м³ воды. И ныне ледниковый сток с этих ледников оценивается величинами того же порядка.

Величина слоя общего стока варьируется от 322 мм в бассейне р. Курчум до 641 мм в бассейне р. Убы, составляя в среднем по региону 507 мм. Величина же слоя ледникового стока изменяется от 1450 мм в бассейне р. Кабы до 2900 мм в бассейнах Убы и Ульбы, давая среднее значение в 1464 мм. Таким образом, слой ледникового стока в 2,9 раза превышает слой общего стока. То же самое можно сказать и о модуле годового стока, величина которого для общего стока равна 16 м³/с·км², а для ледникового стока – 46,4 м³/с·км². Высокие значения величин слоя и модуля ледникового стока, 2900 мм и 92 м³/с·км², в истоках Ульбы и Убы в Ивановском хребте, этого своеобразного «полюса снежности» Алтая, в основном обязаны таянию снега, на долю которого приходится не менее 2000 мм.

В среднем для Казахстанского Алтая доля ледникового стока в общем годовом речном стоке невелика, составляя лишь 0,58 %. Вместе с тем эта доля в суммарном стоке с площади бассейнов почти в 3 раза превышает долю

оледенения в его площади. Роль же ледниковой составляющей в общем стоке р. Иртыш еще менее значительна – всего лишь 0,4 % (без учета стока с ледников Монгольского Алтая, площадь которых в бассейне Иртыша также невелика – менее 150 км²). В летнее время доля ледникового питания возрастает в 1,5...2 раза.

По Казахстанскому Алтаю в целом средний годовой сток за последние десятилетия (1974...2009 гг.) снизился на 5,0 % [21]. Это обстоятельство не может быть связано с сокращением стока с площади льда, из-за малости ледникового питания. Главной причиной этого явления, является некоторое уменьшение количества атмосферных осадков на территории бассейнов рек Горного Алтая [16].

За последние 60 лет во всех горно-ледниковых бассейнах Казахстанского Алтая в связи с изменениями климатических условий отмечено полное стаивание множества мелких ледничков и распад крупных ледников, уменьшение площадей открытых частей ледников, понижение их поверхности и, как следствие, сокращение объемов и запасов льда.

В целом по Казахстанскому Алтаю с середины 50-х гг. прошлого века до настоящего времени число ледников сократилось на 64 %, общая площадь оледенения уменьшилась на 46,5 %, а объем льда – на 52 %. При сохранении современных темпов деградации оледенение здесь может практически исчезнуть к концу 21 – началу 22 в.

Все это позволяет полагать, что даже при сохранении в будущем современных тенденций изменения климата нет достаточных оснований опасаться значительного сокращения речного стока и водных ресурсов бассейна Иртыша как следствия деградации оледенения, по крайней мере, в течение ближайших десятилетий.

Дальнейшие исследования изменчивости оледенения должны быть направлены на всемерное использование материалов дистанционного зондирования из космоса, дешифрирование цифровых данных космической съемки, применение лицензионного программного обеспечения ERDAS и ENVI, обладающего возможностями определения состояния, состава, структуры и динамики горно-ледниковых систем региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белуха. Под ред. В.С. Ревякина. – Томск: ТГУ. 1968. – 154 с.
2. Вилесов Е.Н., Северский И.В. Деградация оледенения Джунгарского (Жетысу) Алатау во второй половине XX в. // Лед и Снег. – 2013. – №2 (122). – С. 12-20.

3. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Зайлиского Алатау в XX веке. – Алматы: 2001. – 252 с.
4. Ерасов Н.В. Метод определения объема горных ледников // МГИ. – 1968. – Вып. 14. – С. 307-308.
5. Каталог ледников СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. Часть 1. Бассейны левых притоков р. Иртыша. Часть 2. Бассейн р. Каба. Часть 3. Бассейны рек Курчум, Бухтармы, Ульба, Уба. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 80 с.
6. Климат Юго-Западного Алтая. / Под ред. А.В. Егориной. – Усть-Каменогорск: 2002. – 241 с.
7. Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 288 с.
8. Михайлов Н.Н., Останин О.В. Ледники Южного и Монгольского Алтая и их изменения в XX в. // География и природопользование Сибири. – 2002. – Вып. 5. – С. 3-20.
9. Нарожный Ю.К. Внешний массообмен ледников Актру: методика наблюдений, тенденции изменения и климатическая обусловленность // Вестник Томского университета. – 2001. – № 274. – С. 13-23.
10. Носенко Г.А., Хромова Т.Е., Муравьев А.Я., Нарожный Ю.К., Шахгеданова М.В. Использование исторических данных и космических изображений для оценки изменений размеров ледников на Алтае // Лед и Снег. – 2010. – № 2 (110). – С. 19-24.
11. Останин О.В., Михайлов Н.Н. Изменение ледников Алтая с конца XIX века и тенденции их развития в XXI веке // XIII Гляциологический симпозиум. Сокращение гляциосферы: факты и анализ. – СПб., 24-28 мая 2004 г. Тезисы докладов. – СПб: 2004. – С. 108-109.
12. Ревякин В.С. Природные льды Алтае-Саянской горной области. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 288 с.
13. Руководство по составлению Каталога ледников СССР. –Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 154 с.
14. Севастьянов В.В., Шантыкова Л.Н. Характеристика поля годовых сумм осадков в Горном Алтае по гляциоклиматическим показателям // Вестник Томского государственного университета. – 2001. – № 274. – С. 63-68.
15. Северский И.В., Благовещенский В.П. Лавиноопасные районы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1990. – 172 с.
16. Сухова М.Г. Биоклиматические условия жизнедеятельности человека в Алтае-Саянской горной стране. – Томск: Томский ун-т, 2009. – 260 с.

17. Тронов М.В. Ледники и климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 407 с.
18. Тронов М.В. Очерки оледенения Алтая. – М.: Географгиз, 1949. – 376 с.
19. Тронов М.В., Ревякин В.С. Гляциологические исследования на Алтае летом 1965 г. // МГИ. 1966. Вып. 12. – С. 284.
20. Хонин Р.В. О гидрологическом режиме Берельских ледников // Гляциол. исследования в Казахстане. – 1965. – Вып. 5. С. 172-179.
21. Чигринец А.Г., Долбешкин М.В. Оценка нормы годового стока рек правобережья бассейна реки Ертіс // Вопросы географии и геоэкологии. – 2012. – № 2. – С. 62-67.
22. Kotlyakov V.M., Xie Zi-chu, Wang Shu-hong, Wang Xin, Khromova T.Y., Nosenko G.A. Changing of the Altai glacier system since the mid-twentieth century and its response to the climate warming in future // Лед и Снег. – 2012. – № 3 (119). – С. 17-24.

Поступила 15.11.2013

Геогр. ғылымд. докторы	Е.Н. Вилесов
Геогр. ғылымд. докторы	И.В. Северский
	В.И. Морозова

20 ҒАСЫРДЫҢ ЕКІНШІ ЖАРТЫСЫ МЕН 21 ҒАСЫРДЫҢ БАСЫНДАҒЫ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ АЛТАЙДАҒЫ МҰЗДЫҚТАР ЖҮЙЕСІНІҢ ӨЗГЕРУІ

Қазақстандық Алтайда 60 жыл бойындағы (1950...2011) мұз басу көлемінің кеңістіктік-уақыттық өзгеруі қарастырылды. Мұздықтар серпінінің бағытталуы туралы пікірге оларды 1950...1955 және 2011 ж. аралғындағы жіктеу барысында алынған морфометрилық сипаттар негіз болды. 60 жыл ішінде олардың аумағы 33,2 км² (46,5 %) қысқарғаны анықталды. Мұздықтар көлемі 1,25 км³ (52 %) қысқарған. Мұз басу салмағы балансының орташа мәні -34,2 г/см². Мұздықтардың бүкіл аумағындағы қайта қалпына келмейтін салмақтың жоғалуы су қабатында 20,5 м құрайды. Мұз басу көлемінің қысқаруы биік таулы белдеуде жауын-шашын мөлшеріне байланыст, Ертіс өзенінің су қорына айтарлықтай әсер етпеген.

УДК 556.004.65

Канд. техн. наук Р.Г. Абдрахимов*
А.А. Джаксыкельдинов*

СТОК В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ЕРТИС (ИРТЫШ)*РАСХОД ВОДЫ, СТОК, ВОДОХРАНИЛИЩА, ПЕРЕБРОСКА СТОКА*

Приведены результаты расчетов характеристик годового, минимального и максимального стока в верховьях реки Ертис (Иртыш) с учетом регулирующей роли Усть-Каменогорского и Буктырминского водохранилищ и водозаборов на территории Китая.

Оценка и анализ многолетних колебаний стока верхнего участка р. Ертис, и особенно влияние на него хозяйственной деятельности, в настоящее время приобретает огромную роль. Экономическое и социальное развитие важнейшего региона, а также экологическое состояние всего бассейна Ертиса определяются водным режимом реки.

Как известно, в бассейне реки в пределах Казахстана сооружен ряд водохранилищ. Наиболее значимые из них, Буктырминское и Усть-Каменогорское, эксплуатируются с 1960-х годов и регулируют естественный режим верхнего Ертиса. За последние десятилетия с интенсивным экономическим развитием западных районов Китая возникла еще одна угроза нарушения естественного режима реки за счет переброски части ее стока каналом Ертис – Карамай. При этом, каких-либо официальных количественных характеристик и плановых величин забора воды из Кара-Ертиса (Черного Иртыша) данным водотоком практически нет. Известно лишь, что годовой объем стока в первый год эксплуатации канала составил порядка $1,0 \text{ км}^3$, а в ближайшей перспективе будет доведен до $4,0 \dots 5,0 \text{ км}^3$. С начала водозаборов (август 2000 г.) и переброски части стока из реки на территории Китая уже прошло более 10 лет и, поэтому, значения характеристик рядов стока могут позволить в первом приближении оценить происходящие изменения естественного режима Кара Ертиса с помощью методов математической статистики.

Анализируя ряды годового, минимального среднего месячного и максимального стока р. Кара Ертис у пункта с. Боран, продолжительность которых составляет 73 года (с 1938 г.), можно отметить следующее. Инте-

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

гральные кривые данных характеристик стока реки отражают естественные колебания ее водности и полностью согласуются с ходом разностно-интегральной кривой, на которой более ярко выражены циклы водности реки, связанные с климатическими изменениями увлажненности региона в целом. В качестве аналога естественных колебаний водного режима р. Кара Ертис может служить сток верховьев р. Буктырмы у с. Лесная пристань, одного из полноводных притоков Ертиса, берущего начало на хребтах западных склонов Алтая. Значение коэффициента корреляции средних годовых расходов воды данных рек в рассматриваемых пунктах составляет 0,83.

Однако, на р. Кара Ертис начиная с 2000 г., отчетливо прослеживается снижение годового стока, которое, несомненно, связано с водозабором воды в канал Ертис – Карамай. При этом количественные показатели уменьшения годового стока реки, полученные по разности фактического ее стока и расчетно-естественного стока, восстановленного с помощью величин средних годовых расходов воды, наблюдавшихся на р. Буктырме, имеют следующие значения. Средняя многолетняя величина годового стока за 11-й летний период (с 2000 г. по 2010 г.), понизилась на $66 \text{ м}^3/\text{с}$, с $330 \text{ м}^3/\text{с}$ расчетно-естественного стока до $264 \text{ м}^3/\text{с}$ фактического ее значения, т.е. в среднем на $2,0 \text{ км}^3$ в год. При норме стока реки $298 \text{ м}^3/\text{с}$, рассчитанной за более чем 60-летний период (с 1938 г. по 2000 г.), или $9,5 \text{ км}^3$ в год, величина потерь составляет 20 %. При этом, если потери годового стока в среднем за первые 5 лет эксплуатации канала составили по расчетам $40,0 \text{ м}^3/\text{с}$ ($1,3 \text{ км}^3$ в год), то в следующие 5 лет они возросли до $80,0 \text{ м}^3/\text{с}$ ($2,5 \text{ км}^3$ в год).

Конечно, ошибки определения расчетных величин естественного стока отражаются на приведенных результатах, но в целом общая тенденция интенсификации хозяйственной деятельности на территории КНР, очевидно, негативно сказывается на стоке р. Кара Ертис.

Водозаборы, осуществляемые в канал в течение года, исходя из анализа колебаний средних месячных расходов воды у с. Боран за естественный период и период с начала переброски части ее стока, приходится на летне-осенние месяцы (с июня по октябрь включительно) (рис. 1). При этом половодье здесь начинается в апреле, максимум водности реки приходится на июнь, а в последующем водность постепенно уменьшается вплоть до февраля. Минимальный средний месячный сток на реке в основном приходится на февраль. Поэтому влияние канала переброски воды на характеристиках минимального среднего месячного стока реки не от-

ражается. Норма минимального среднего месячного зимнего стока равна $57,0 \text{ м}^3/\text{с}$. За период эксплуатации канала значение данной характеристики достигло $62,0 \text{ м}^3/\text{с}$, что с учетом короткого расчетного периода позволяет считать, что минимальный средний месячный сток реки не претерпел значимых изменений.

Для оценки влияния изъятых в канал воды на характеристику максимального стока в створе реки у с. Боран, были восстановлены расчетно-естественные значения максимальных расходов воды по графику связи данных величин, наблюдавшихся на р. Буктырме у с. Печи. Коэффициент связи составил 0,71.

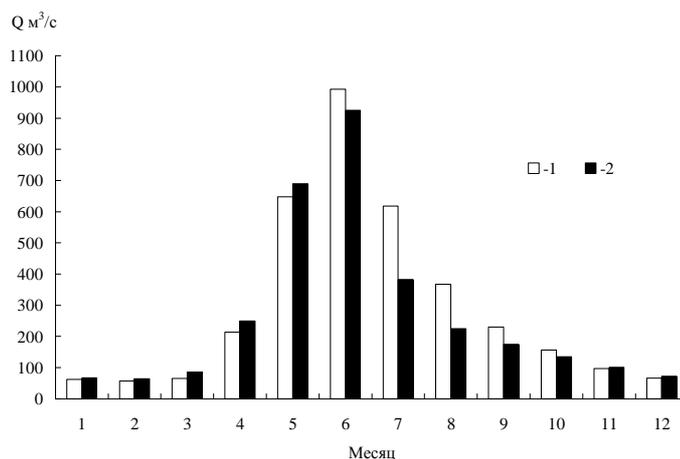


Рис. 1. График колебаний средних многолетних месячных расходов воды р. Кара Ертис – с. Боран за периоды естественного стока (1) и эксплуатации канала Ертис – Карамай (2).

Норма максимального стока р. Кара Ертис уменьшилась на $73,0 \text{ м}^3/\text{с}$ с $1432 \text{ м}^3/\text{с}$ за период с естественным режимом реки до $1359 \text{ м}^3/\text{с}$ за время эксплуатации канала, а снижение максимальных расходов воды в среднем достигло $94 \text{ м}^3/\text{с}$. Максимальные расходы воды на Кара Ертисе отмечаются в конце мая и в начале июня, когда, видимо, водозабор из реки или отсутствует или его величина еще незначительна. Поэтому и не видно явного влияния водозаборов на характеристики максимальных расходов воды, при этом объем максимального стока претерпевает значительные изменения (табл. 1).

Так, осредненные за многолетие величины среднего месячного стока июня при естественном водном режиме с начала водозаборов понизились на 30 %; в июле сток уменьшился на 40 %, снижение месячного стока в августе составило также порядка 40 %, в сентябре – 30 %, в октябре – 14 %.

Таблица 1

Средние многолетние месячные расходы воды (м³/с) р. Кара Ертис – с. Боран за периоды естественного стока и эксплуатации канала Ертис – Карамай

Период	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1938...1999	62,2	57,7	65,6	214	648	993	618	368	230	156	97,4	66,4
2000...2010	67,6	64,7	85,9	249	689	925	383	225	175	135	101	72,6
Δ						68,1	235	143	55,1	21,3		

Более значительным изменениям подвержен естественный режим стока реки ниже по течению за плотинами Буктырминской и Усть-Каменогорской ГЭС. Регулирующая роль водохранилищ, а также дополнительные потери воды, существенно сказываются на водном режиме Ертиса, меняя характеристики внутригодового, годового, минимального и максимального стока.

Изменения внутригодового стока реки прослеживаются по графику средних многолетних месячных расходов воды за разные периоды водного режима (рис. 2).

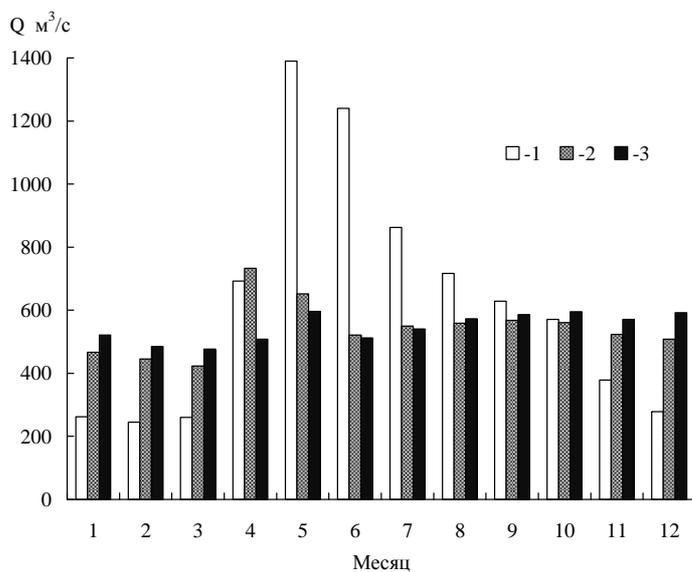


Рис. 2. График колебаний средних многолетних месячных расходов воды р. Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская за периоды естественного (1), зарегулированного (2) стока и эксплуатации канала Ертис – Карамай (3).

Начиная с создания Буктырминской ГЭС (60-е годы), величины годового стока реки заметно снизились. Норма стока за периоды с естественным режимом и в условиях зарегулированности реки уменьшилась с 64

627 м³/с до 543 м³/с, на 84,0 м³/с, или на 13 %. При этом относительно незначительная изменчивость естественного стока реки ($C_v = 0,21$), обусловленная регулирующей ролью оз. Жайсан стала характеризоваться еще более малыми значениями коэффициента вариации – $C_v = 0,17$.

Расчетные характеристики годового стока верхнего Ертиса приведены в табл. 2.

Таблица 2

Статистические параметры и значения средних годовых расходов воды различной обеспеченности для р. Кара Ертис – с. Боран и р. Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская

Период	Q_0 , м ³ /с	C_v	Расход воды различной обеспеченности, м ³ /с					
			5 %	10 %	25 %	50 %	75 %	95 %
р. Кара Ертис – с. Боран								
1938...1999 гг.	298	0,28	450	403	350	290	237	176
2000...2010 гг.	264	0,26	400	370	320	251	200	136
р. Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская								
1903...1959 гг.	627	0,21	860	807	710	610	515	400
1960...1999 гг.	543	0,17	702	675	601	548	470	370
2000...2010 гг.	546		628	603	575	550	500	451

Для приближенной оценки изменения величин средних годовых расходов в створе реки ГЭС Усть-Каменогорская с 1960 года получены расчетно-естественные их значения. Ряд восстановлен с помощью величин годового стока у с. Боран, с поправкой их за период 2000...2010 гг, т.е с учетом влияния переброски стока каналом Карамай.

Коэффициент корреляции годового стока в рассматриваемых пунктах равен 0,89, что позволяет считать реконструируемый ряд достаточно достоверным. Анализ двух рядов стока позволяет проследить изменения величин расходов воды и оценить потери, происходящие после создания каскада водохранилищ. В целом перераспределение годового стока реки в многолетнем режиме согласуется со схемой работы водохранилищ. Так, в годы с повышенной водностью осуществляется заполнение водохранилищ, а в маловодные годы сработка воды позволяет, наоборот, увеличить годовой сток реки ниже плотины ГЭС. Например, для Ертиса в основном пополнение водохранилища осуществляется при средних годовых расходах воды более 650...700 м³/с. В годы со средним годовым расходом воды более 800 м³/с, сток в нижнем бьефе снижается до 200...400 м³/с. Исключением являются первые годы ввода в эксплуатацию водохранилища,

при его заполнении до проектных мощностей. В среднем за первые 5 лет (1960...1964 гг.) ежегодно, в среднем сток реки сокращался на $180 \text{ м}^3/\text{с}$. Повышенными потерями отмечены и последние десять лет. С 2000 года средние потери годового стока составили в среднем $76 \text{ м}^3/\text{с}$, а с 2005 года – $150 \text{ м}^3/\text{с}$. Возможно, это связано с заборами воды из реки в КНР. Однако, как уже отмечалось, этот период отличается повышенной водностью и более активным пополнением водохранилища.

В среднем же дополнительные потери за счет водохранилищ составили порядка $58 \text{ м}^3/\text{с}$ годового стока. Исходя из приведенной нормы стока – $627 \text{ м}^3/\text{с}$, это составляет 9 %. Более очевидно проявляется влияние водохранилища на минимальный и максимальный сток. В данном случае, расчет и анализ статистических характеристик рядов минимальных средних месячных зимних расходов воды в створе р. Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская позволяет сделать следующие выводы:

Минимальный сток реки с вводом в эксплуатацию каскада водохранилищ увеличился в среднем на $178 \text{ м}^3/\text{с}$ в год. Норма данной характеристики увеличилась на 70 %, с $239 \text{ м}^3/\text{с}$ до $410 \text{ м}^3/\text{с}$, т.е на $171 \text{ м}^3/\text{с}$. Оценка качественных и количественных изменений минимального стока реки с помощью суммарных интегральных кривых и восстановленных естественных расчетных значений позволила проследить динамику данных изменений. Реконструкция ряда минимальных средних месячных величин за период с 1960 года выполнена по связи данной характеристики с ее аналогичными величинами, наблюдавшимися в створе у с. Боран. Коэффициент корреляции равен 0,77. Увеличение минимального стока в среднем за весь расчетный период с 1960 по 2010 гг, составило $178 \text{ м}^3/\text{с}$ за год. При этом первые два года характеризуются уменьшением минимального стока, что связано с заполнением водохранилища. В последующем происходит рост минимального стока до значений порядка $200...300 \text{ м}^3/\text{с}$. Увеличение менее чем на $50...100 \text{ м}^3/\text{с}$ отмечено в 1964, 65, 78, 82, 85, 86, 92 гг. Начиная с 1993 года значения минимального стока постоянно увеличивались более чем на $150...300 \text{ м}^3/\text{с}$. Данные изменения естественного режима в первую очередь определяются работой ГЭС с учетом водности года в целом.

Максимальные значения стока реки в пункте ГЭС Усть-Каменогорская, начиная с 1960 года, неизменно уменьшаются. Норма характеристики снизилась с $2450 \text{ м}^3/\text{с}$ до $1620 \text{ м}^3/\text{с}$ к настоящему времени, т.е на $830 \text{ м}^3/\text{с}$. Те же показатели, уменьшения максимальных расходов воды в среднем на $827 \text{ м}^3/\text{с}$ получены по расчетам разницы между факти-

ческим максимальным расходом воды и восстановленными их значениями с помощью связи данных величин, наблюдавшихся в пункте с. Боран, с коэффициентом корреляции равным 0,71. Наиболее значительные уменьшения максимальных расходов по данным расчетов пришлось на: 1963 г – 1610 м³/с; 1993 г. – 1980 м³/с; 2005 г. – 1540 м³/с; 2010 г. – 1960 м³/с.

Таким образом, происходящие изменения естественного водного режима в верхнем течении Ертиса приводят к увеличению потерь стока реки. Каскад водохранилищ, созданных в Казахстане в 60-х годах, и начатая в 2000-х годах переброска части стока реки на территории КНР влекут за собой серьезное сокращение водных ресурсов региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р. И. Современные и ожидаемые водные ресурсы Черного Иртыша // Вестн. КазНУ. Сер. геогр. – 2001 № 1 (12) С. 54-65.
2. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. Том 15. Выпуск 2.
3. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Выпуск 1. Бассейн реки Ертис.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Вып. 2. Алтай и Западная Сибирь. – Л.: Гидрометиздат, 1972. – 316 с.

Поступила 25.12.2013

Техн. ғылымд. канд. Р.Г. Абдрахимов
А.А. Джаксыкельдинов

ЕРТІС ӨЗЕНІНІҢ ЖОҒАРЫ АҒЫНЫ

Қытай Халық Республикасы аумақтарында орналасқан су жиынтығы, және Өскемен мен Бұқтырма бөгендерінің реттеу ролдерін есенке ала отырып Ертіс өзенінің жоғары ағынының жылдық, минималдық және максималдық есеп нәтижелері көрсетілген.

УДК 614.8.084+504.061.2:69.05(075.8)

Доктор техн. наук
Доктор техн. наукМ.Ж. Бурлибаев *
С.И. Куц *
И.В. Шенбергер *
Д.М. Бурлибаева ****АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЕСЕННИХ ПОПУСКОВ РЕКИ ЕРТИС
(ИРТЫШ) НА ОБВОДНЕНИЕ ЕЕ ПОЙМЫ***ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТОК, ВЕСЕННИЕ ОБВОДНИТЕЛЬНЫЕ ПОПУСКИ, ОБВОДНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ПОЙМЫ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ПРИРОДООХРАННЫЕ ПОПУСКИ*

В настоящее время в практике использования водных ресурсов Казахстана начали появляться термины природоохранные попуски и обводнительные попуски в место используемых минимально-необходимых расходов или санитарных расходов воды. И это притом, что экосистемы всех крупных рек Казахстана деградированы. В данной статье мы постараемся показать, что природоохранные или обводнительные попуски ниже крупных гидротехнических сооружений не есть панацея в деле сохранения речных экосистем. Исходя из этого положения, в статье делается вывод о том, что пока не будут научно обоснованы нормы экологического стока для рек Казахстана, сохранить, тем более обеспечить устойчивое развитие речных экосистем не возможно.

Состояние природной среды и обеспеченность водными ресурсами в бассейне реки Ертис затрагивает государственные экономические интересы трех сопредельных стран: Китайской Народной Республики, Республики Казахстан и Российской Федерации.

В пределах бассейна Ертиса (казахстанская часть), площадью водосбора 316,5 тыс. км², в административно-территориальном отношении расположены Павлодарская и Восточно-Казахстанская области, промышленные объекты которых являются основными водопотребителями и прямыми источниками загрязнения одной из важнейших трансграничных

* Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы

** Казахский национальный аграрный университет МОН РК, г. Алматы.

водных артерий Казахстана, имеющей социально-экономическое, экологическое и геополитическое значение.

На современном этапе водохозяйственный баланс северо-восточного региона считается напряженным. Изменение гидрологического режима Ертиса в результате целевого энергетического регулирования стока существующим каскадом гидроэлектростанций, повышенного водопотребления и освоения пойменных земель привели к снижению природного потенциала экосистемы самой реки и ее пойменных массивов со значительными изменениями по качественным и количественным показателям речного стока. Степень нарушения экологической системы долины Ертиса под влиянием антропогенного вмешательства, способствует изменению биопродуктивности, проявлению водно-эрозионных процессов и евтрофирования, определяет уровень дестабилизации пойменных земель – основной кормовой базы животноводства региона.

Пойма р. Ертис является уникальным природным комплексом, отличающимся богатством флоры и фауны, географическим ландшафтом. Она является мощным социальным фактором, гарантированным источником жизнеобеспечения для устойчивого развития региона и составляет единую экологическую систему. Нарушение ее природного равновесия, механизма взаимодействия этого живого организма может вызвать тяжелые необратимые последствия. Из-за бессистемного использования ее в хозяйственных целях происходит резкое снижение биологической продуктивности пойменного комплекса, исчезают ценные виды растений, погибают леса, зарастают кустарником многие участки, происходит ухудшение плодородия почвы [1].

Важнейшим фактором, определяющим функционирование биоценозов поймы, является гидрологический режим реки Ертис. В естественных условиях пойма до 1959 года затапливалась паводковыми водами. Урожайность наиболее ценных лугов достигала 50...60 ц/га.

В настоящее время природообразующим фактором поймы р. Ертис является весенний паводок и специальные природоохранные попуски воды из Верхне-Ертисского каскада водохранилищ, которые осуществляются согласно утвержденных (04.03.02 г.) Комитетом по водным ресурсам РК Правил [2]. Данные Правила являются обязательным руководящим документом для всех участников водохозяйственного комплекса, а также для организаций, связанных с эксплуатацией гидроузлов и водохранилищ, независимо от их ведомственной принадлежности.

В целом, каскад состоит из трех водохранилищ: Бухтарминского, Усть-Каменогорского и Шульбинского. Бухтарминское водохранилище осуществляет многолетнее регулирование стока р. Ертис, принимая на себя основную роль в формировании попусков (природоохранных, судоходных, энергетических) с учетом прогнозируемой и фактической водности в бассейне реки с целью обеспечения оптимальных режимов уровней и расходов во все периоды года. Усть-Каменогорское водохранилище, имея небольшую регулируемую емкость, служит для перерегулирования попусков Бухтарминской ГЭС (БГЭС) в недельно-суточном разрезе, т.е. выполняет роль её контррегулятора. Шульбинское водохранилище осуществляет неполное сезонное регулирование стока боковой приточности между створами плотины БГЭС и ШГЭС в период весенних природоохранных попусков, а также в период прохождения летне-осенних паводков.

Для поддержания благоприятных условий функционирования природного комплекса Ертисской поймы каскадом водохранилищ, ежегодно в соответствии с ведомственным нормативным документом, регламентирующими режим управления водными ресурсами водохранилищ, («Основные положения правил использования водных ресурсов водохранилищ Бухтарминской и Усть-Каменогорской гидроэлектростанций на реке Ертис») осуществляется искусственный круглогодичный сток, который формируется из трех специализированных попусков:

- санитарного (ноябрь – март),
- весеннего – на обводнение поймы (апрель – май),
- навигационного (апрель – ноябрь).

В целом, организация попусков зависит от ежегодно складывающихся гидрометеорологических условий в бассейне р. Ертис, с учетом интересов отраслей экономики региона. Попуски в нижний бьеф водохранилищ входят в состав энергетического режима действующих одноименных гидроэлектростанций, они производятся через турбины ГЭС. Холостые сбросы через турбины не производятся. Все гидроэлектростанции имеют высокий коэффициент энергетического использования водных ресурсов (0,93...0,95).

Все перечисленные виды попусков воды в р. Ертис, проводимые каскадом Верхне-Ертисских водохранилищ выполняют природоохранные функции – круглогодично обеспечивается постоянный сток в гидрографической сети и обеспечиваются условия для жизнедеятельности гидробионтов и ихтиофауны. Однако, роль попусков воды на обводнение поймен-

ных угодий в годовом цикле наиболее значимая, так как наряду с поддержанием водоохраных качеств (смыв, разбавление и вынос загрязняющих веществ) попуском обеспечиваются сохранность плодородия земельных ресурсов и биоразнообразия фауны и флоры на площади 377,1 тыс. га пойменных земель.

Анализ данных о многолетних попусках из каскада Верхне-Ертисских водохранилища показывает, что режим попусков, рекомендованный правилами эксплуатации каскада водохранилищ, как правило, не выдерживался. При этом срывы имели место, как по объемам, так и по продолжительности. В отдельные годы водность Ертиса за период весеннего половодья формировалась, главным образом, за счет боковой приточности на участке от створа БГЭС до границы с Павлодарской областью, так как целевые попуски из водохранилища не производились.

Проработками Ленгипроводхоза установлено, что снижение периодичности затопления пойменных лугов в весенние месяцы ведет к резкому снижению урожайности и продуктивности угодий. При отсутствии затопления в течение 2-х лет продуктивность лугов снижается на 60...70 %, а через 5 незатапливаемых лет продуктивность поймы приближается к уровню суходольных степных массивов.

Уже на стадии утверждения «Основных положений...» интересы сельского хозяйства по обводнению поймы р. Ертис были ущемлены – объем весеннего попуска из Бухтарминского водохранилища был ограничен 3,0 км³ воды в течении 18 суток. Ограничения касались и расхода попуска – максимальный расчетный расход, состоящий из расходов воды проходящих через 9 турбин (1150 м³/с) и водослив (750 м³/с), установлен величиной 1900 м³/с. Недобор параметров попуска возлагалось покрыть боковой приточностью поступающей ниже плотины Усть-Каменогорской ГЭС. До ввода в эксплуатацию Шульбинского водохранилища так и не удавалось произвести оптимальный обводнительный попуск по причине недостаточной пропускной способности водосброса.

В период строительства Бухтарминского водохранилища (1953...1963 гг.) пойма не затапливалась, что вызвало резкие количественные и качественные изменения растительных сообществ и понижение продуктивности лугов на 60...70 %, при снижении урожайности до 5...6 ц/га [1].

Регулярное затопление поймы Ертиса началось с 1964 года за счет совмещения попуска из Бухтарминского водохранилища с весенними па-

водками основных притоков Ертиса – рек Убы и Ульбы, впадающих ниже Бухтарминской и Усть-Каменогорской ГЭС. Из-за вариаций по времени половодья на притоках, совмещение попуска по максимуму на заданный промежуток времени не соблюдалось. Увлажнительные попуски до ввода в эксплуатацию Шульбинского водохранилища следует признать малоэффективными. Энергетическое использование водных ресурсов водохранилищ приводило к искажению естественного гидрографа стока Ертиса – с октября по апрель отмечалось превышение среднемесячных расходов воды по сравнению с естественным режимом; май – сентябрь характеризуется заниженной величиной среднемесячного расхода (рис. 1) [3]. Нерациональное использование стока в энергетических целях не позволяло накапливать воду в Бухтарминском водохранилище для полноценного обводнения поймы в последующий сезон.

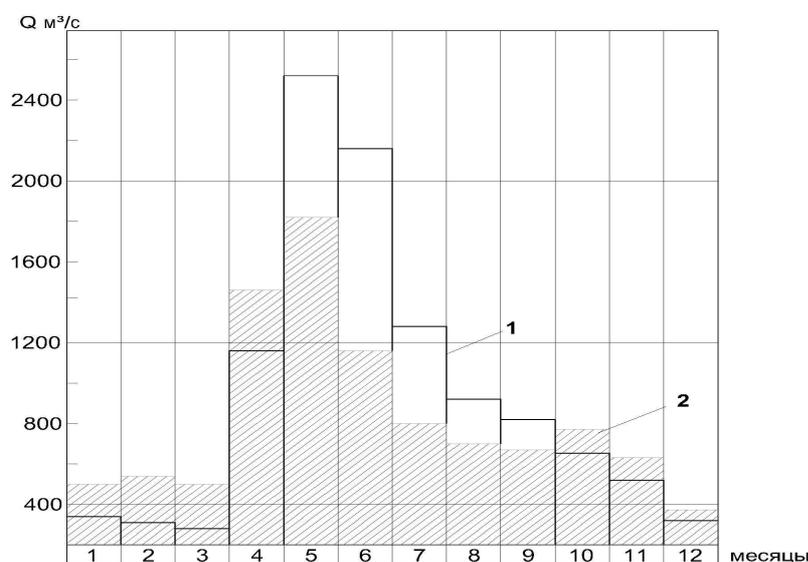


Рис. 1. Изменение среднемесячного расхода воды р. Ертис – г/п г. Павлодар: 1 – до зарегулирования Бухтарминским водохранилищем (1935...1958 гг.); 2 – после зарегулирования (1960...1980 гг.)

После ввода в эксплуатацию в 1988 г. Шульбинского водохранилища (I-й очереди), расположенного в 60 км выше г. Семипалатинска несколько улучшился режим р. Ертис. Были созданы дополнительные условия для регулирования стока весной с учетом затопления поймы. Однако в целом, это не решило проблем с надлежащим затоплением поймы, и каскад водохранилищ на Ертисе в современном состоянии используется исключительно в энергетических целях, а экологические принципы отодви-

нуты на второй план. В этой связи появились новые проблемы, решение которых требует изучения и исследования функционирования объектов бассейна Ертиса и выработки концепции комплексного использования водных ресурсов всех отраслей экономики с обязательным условием требований экологии.

Анализируя состояние пойменных угодий р. Ертис и основных тенденций их использования, можно сделать вывод о том, что современный уровень использования водных ресурсов не соответствует основным экологическим требованиям и приводит экосистему поймы к деградации.

Как уже отмечалось выше, природоохранные попуски по р. Ертис из Бухтарминского водохранилища проводились с 1964 до 1988 г., а с 1989 попуски стали осуществляться совместно с попуском из Шульбинского водохранилища.

Наблюдения за ходом прохождения попусков и затоплением поймы ведет Ертисская бассейновая инспекция (ранее БВУ) с самого начала их проведения. Анализируя эти данные можно с полной уверенностью утверждать, что основное существенное влияние на площадь затопления и увлажнения поймы оказывают: объем попуска и его продолжительность, значение максимального расхода в попуске, его продолжительность и форма гидрографа попуска (рис. 2). Динамика затопления поймы за период с 1964 по 2010 гг. приведена на рис. 3.

Анализ влияния формы гидрографа попуска достаточно обстоятельно выполнил И.Ф. Колодин. По его данным неудовлетворительное и малоэффективное затопление поймы имеет место при двух- или многопиковом гидрографе. Наиболее эффективен регулируемый попуск с плавным подъемом до максимального уровня волны с последующим плавным снижением.

Следует признать существующую недооценку других видов угодий на Ертисской пойме. Пойменные леса, болота, неудобья и старичные озера также выполняют важную экологическую функцию. Пойменные леса в своих нынешних пропорциях и видовому составу выдержали длительный процесс естественного отбора в условиях многолетнего формирования поймы при постоянном меандрировании русла реки и проток. Занимаемая ими площадь, как и площадь других угодий, сформировалась в оптимальных для природы соотношениях. Только хозяйственная деятельность вносит диспропорцию в соответствующее распределение. Леса выполняют берегозащитные, водорегулирующие и водоохранные функции, их жизнедеятельность обеспечивается за счет водности Ертиса. Из ежегодно потребляемой

поймой воды в объеме 1,1...2,5 км³ часть стока расходуется на затопление пойменных озер, стариц, на питание злаковых и древесных культур. С прекращением систематического обводнения поймы в оптимальном режиме этот вид угодий, как и вся пойма реки, стала деградировать.

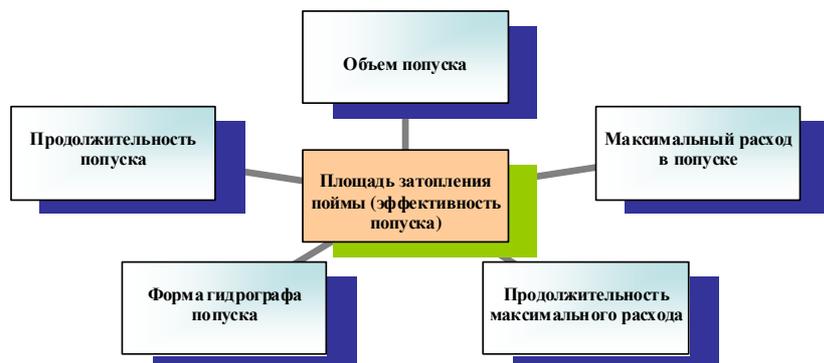


Рис. 2. Зависимость площади затопления поймы и эффективности попуска от различных факторов [3].

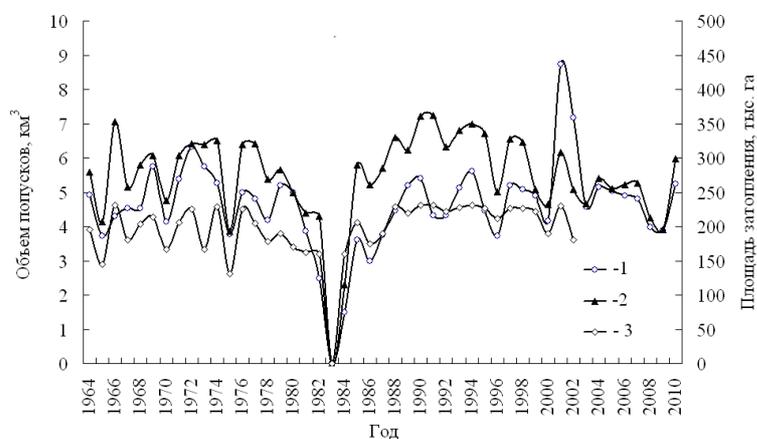


Рис. 3. Динамика объемов попусков и затопления поймы и пойменных сенокосов (с 1964 по 2010 гг.). 1 – объём попусков, 2 – площадь затопления поймы, 3 – площадь затопления сенокосов. [3].

Ценность пойменных водоемов (стариц, затонов, проток) заключается в исключительно благоприятных условиях для ихтиофауны. Изменение высоты стояния паводковых вод, интенсивности подъема и спада воды, продолжительности стояния воды на пойме привели к резкому снижению рыбопродуктивности Ертиса и водоемов поймы.

Как отмечалось выше, природоохранные попуски по реке Ертис из Бухтарминского водохранилища проводились с 1964 до 1988 года и с

1989 года из Шульбинского водохранилища. Из всего ряда наблюдений можно выделить 4 характерных режима затопления поймы.

Вариант 1. Режим сравнительно плавной единой волны (1964, 67, 74, 76, 81, 85, 86, 87, 88 гг.) характерен для маловодных и средних по водности лет с дружной весной (рис. 4). Попуск хорошо накладывается на боковую приточность и формирует единственно возможную максимальную волну половодья. В этих условиях по водопостам наблюдаются два семейства гидрографов – выпуклая волна (Шульба, Семиарское, Подпуск, Ямышево, Павлодар) и волна, близкая к треугольному профилю (Самратка, Качиры, Иртышск, Черлак, Омск). Для данного режима затопления поймы передвижка начала ппуска на конец апреля дает больший эффект, так как в этом случае попуск захватывает максимальный пик паводка и удлиняет время обводнения поймы, что в условиях малой водности этих лет весьма благоприятно для экосистемы поймы в целом.

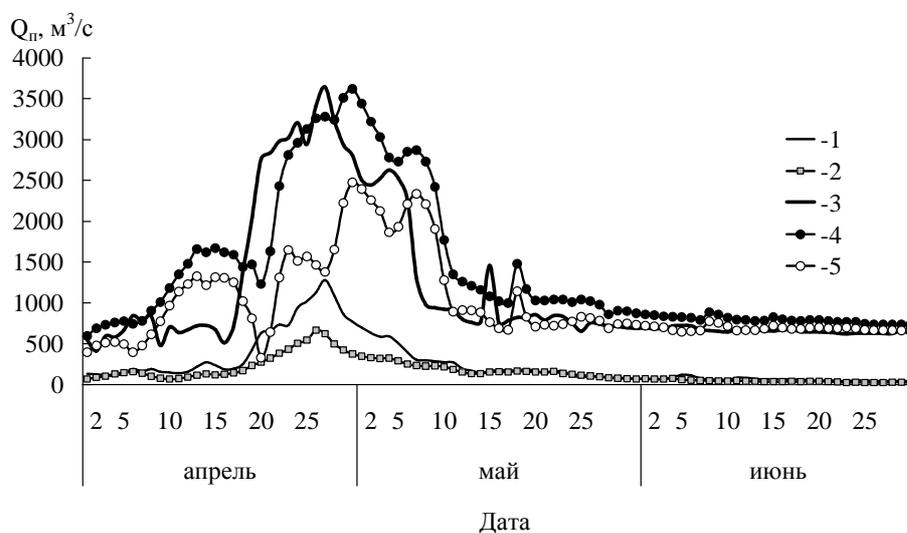


Рис. 4. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного ппуска. Вариант 1. Режим сравнительно плавной единой волны (1967 год). 1 – р. Уба – с. Шемонаиха; 2 – р. Ульба – ст. Перевалочная; 3 – сумма ГЭС Усть-Каменогорская + Уба + Ульба; 4 – р. Ертыс – с. Семиарское; 5 – р. Ертыс – с. Семиарское минус сток (Уба+Ульба).

Вариант 2. Режим прерывистого паводка с двумя отдельными по времени волнами (1965, 69, 70, 72, 75, 82 гг.) с затяжной весной, когда волны следуют друг за другом через многоступенчатый интервал (рис. 5). Гидрографы в этом случае представлены двумя семействами: первое – две раз-

дельные волны (Шульба, Семиярское, Подпуск, Ямышево, Павлодар, Самратка), второе – двухмодельная направленная волна (Качиры, Иртышск, Черлак, Омск). В этих условиях сроки начала попусков требуют сдвижки на первую декаду мая, тогда первая волна естественного половодья несколько обводнит пойму, а попуск совместно с боковой приточностью еще раз усилит затопление поймы в самое благоприятное для вегетации время.

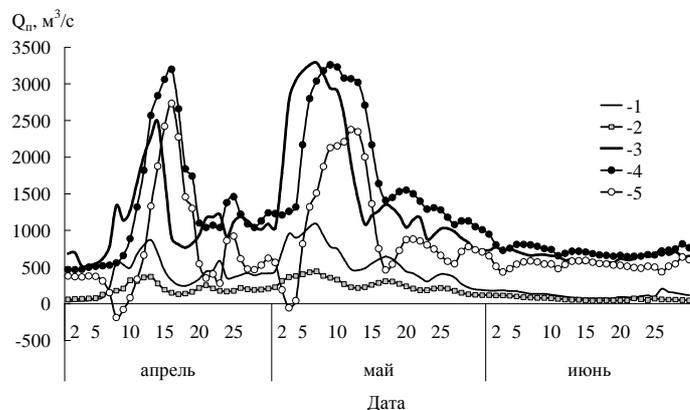


Рис. 5. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного попуска. Вариант 2. Режим прерывистого паводка с двумя отдельными по времени волнами (1965 год). Условн. обозначения см. рис. 4.

Вариант 3. Режим многопикового паводка (3...8 непрерывно следующих друг за другом высоких пиков паводка 1966, 68, 71, 73, 79 гг.) (рис. 6). При затяжной весне этот режим подразделяется на многопиковый паводок с куполообразными гидрографами в Павлодаре, Самратке, Качирах, Иртышске, Омске (1979 г.) и режим многопикового паводка с единой распластанной волной в створах Самратка и Качиры. Здесь перерегулирование весеннего половодья поймой максимальное и характеризуется на всем его протяжении сравнительно устойчивыми уровнями и расходами. Гидрологический режим участка реки и поймы ниже г. Павлодара на протяжении полутора месяцев приближается к озерному типу, что и является основной причиной заболачивания пойменных массивов севернее г. Павлодара. Режим многопикового паводка показывает на необходимость сдвижки попуска на конец апреля.

Вариант 4. Регулируемый попуск с плавным подъемом до максимального уровня волны и с последующим плавным снижением.

При первом типе гидрографа половодья площадь затопления поймы при одинаковых максимальных расходах р. Ертис в створе у

с. Семиярское существенно больше. При этом разница в величинах затопления поймы достигает 50 тыс. га и более.

Следует отметить, что за весь период попусков (1964...2010 гг.) приоритет в использовании водных ресурсов Бухтарминского водохранилища оставался за гидроэнергетикой. Несмотря на неоднократные решения и постановления соответствующих правительственных органов о недопущении повышенной сработки водохранилища в энергетических целях, они регулярно не выполнялись. Установленный для зимнего периода лимит сработки в объеме 2,5...2,6 км³ постоянно нарушался и достигал 4...9 км³, составляя в среднем 6,2 км³ в год. К весне 1982 г. объем водохранилища снизился до 16,1 км³, что на 1,5 км³ меньше его мертвого объема. Поэтому природоохранный попуск весной 1983 г. не проводился.

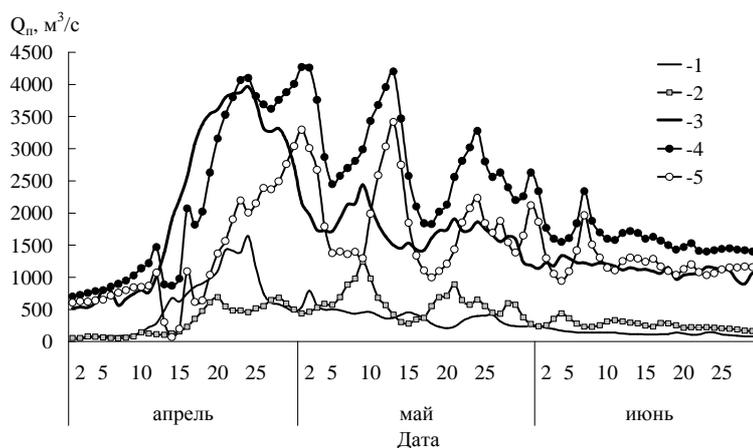


Рис. 6. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного пуска. Вариант 3. Режим многопикового паводка (1971 год). Условн. обозначения см. рис. 4.

К началу 1984 г. положение с наполнением Бухтарминского водохранилища, в сущности, не изменилось, так как объем водохранилища к весне составлял лишь 16,8 км³. По указанным причинам был осуществлен незначительный попуск продолжительностью 10 суток. В этих условиях хозяйства области увлажняли пойму с использованием механических водоподъемных средств. На 28 апреля 1984 г. было увлажнено 59,2 тыс. га пойменных земель.

Таким образом, природоохранные попуски за период 1964...1988 гг. (до ввода в эксплуатацию I-й очереди Шульбинской ГЭС) в большинстве своем были малоэффективными, за исключением лет с большой водностью (1966, 69, 71, 72, 73, 76, 77 гг.).

Попуск 1990 года большей продолжительности 20 сут., объемом 5,4 км³ и максимальным расходом 4200 м³/с продолжительностью 2 сут. дал практически такие же результаты как попуск 1991 года, площадь затопления составила 361,9 тыс. га. Как видно из приведенных данных, оптимальная продолжительность попуска должна быть не менее 18 суток, а период с максимальным расходом 5...6 сут.

Согласно проведенному анализу, при 1 варианте режима затопления поймы максимальные расходы воды в створе у с. Шульба должны быть выше 3400 м³/с, а у с. Семиярское более 3270 м³/с; при втором варианте – выше, соответственно, 3960 и 4060 м³/с; при третьем – выше 4000 и 3670 м³/с. Как показывает опыт проведения природоохранных попусков после ввода в эксплуатацию Шульбинского водохранилища, удачными в отношении эффекта затопления поймы являются 1990, 1991, 1993 и 1994 гг. (рис. 7). Суммарный объем попуска в эти годы колебался в пределах 4,9...5,6 км³. В 1989 г. суммарный попуск из Шульбинского водохранилища был достаточно высоким, продолжительность попуска также была оптимальной. Однако между началом весенних ледовых явлений и началом попуска имел место значительный разрыв во времени, в связи с чем эффект от затопления поймы не был впечатляющим.

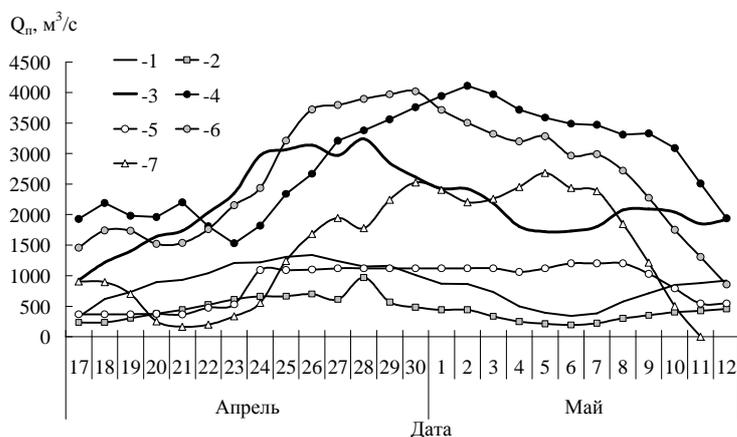


Рис. 7. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранный попуска в 1991 г. 1 – р. Уба – с. Шемонаиха; 2 – р. Ульба – ст. Перевалочная; 3 – сумма ГЭС Усть-Каменогорская + Уба + Ульба; 4 – р. Ертис – с. Семиярское; 5 – р. Ертис Усть-Каменогорская ГЭС; 6 – попуски из Шульбинского водохранилища; 7 – попуски из Шульбинского водохранилища минус сток (Уба + Ульба).

В последние 5 лет (2006...2010 гг.) суммарный объем попуска изменялся в пределах от 3,88 до 5,25 км³, а продолжительность попуска изменялась от 16 до 19 сут., что является недостаточным для эффективного

затопления поймы. Единственным годом за последние 5 лет более-менее удачным был попуск 2010 года, когда было затоплено 299 тыс. га пойменных угодий, что составило 88,2 % (рис. 8). В основном это было обеспечено за счет большого объема попуска, который составил 5,25 км³. В остальные же 4 года (2006...200 гг.) затопление было низким, особенно в 2009 году, когда было затоплено всего 195,6 тыс. га или 57,7 %, т.е. практически чуть больше половины (рис. 9).

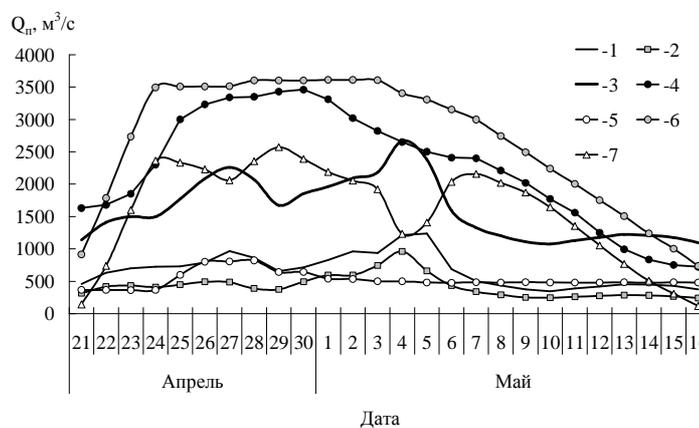


Рис. 8. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного попуска в 2010 году. Условн. обозначения см. рис. 7.

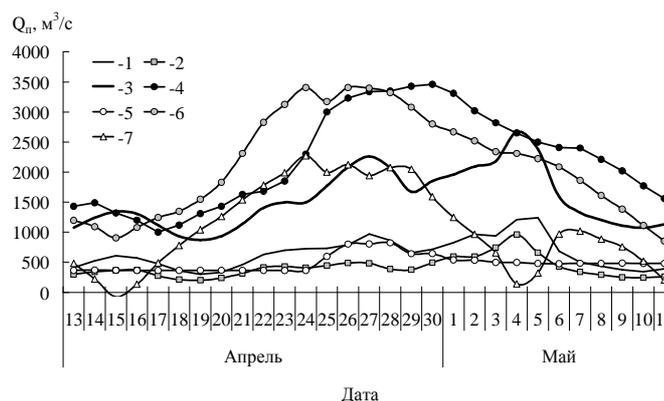


Рис. 9. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного попуска в 2009 году. Условн. обозначения см. рис. 7.

В данной статье мы постарались показать, что природоохранные или обводнительные попуски ниже крупных гидротехнических сооружений не есть панацея в деле сохранения речных экосистем. Исходя из этого положения ясно, что пока не будут научно обоснованы нормы экологического стока для рек Казахстана сохранить, а тем более обеспечить устой-

чивое развитие речных экосистем не возможно. Еще раз подчеркнем, что экологический сток определяется из потребности самой речной экосистемы и имеет внутригодовое распределение как и речной сток и зависит только от водности реального года, тогда как природоохранные попуски являются разовыми мероприятиями [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем транснациональных рек Казахстана – Алматы: Каганат, 2007. – 516 с.
2. «Правила использования водных ресурсов Верхне-Ертисского каскада водохранилищ» утвержденные Комитетом по Водным Ресурсам РК от 04.03.2002 г. /КВР МСХ РК. – 34 с.
3. Исследование реки Ертис и поймы с целью оценки влияния антропогенной деятельности, в том числе зарегулирования стока Верхне-Ертисского каскада водохранилищ и разработка мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов реки Ертис в период весенних природоохранных попусков // МСХ РК. 2011г. – 420 с.
4. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Ертис на территории Республики Казахстан. Приложение. Том IV. Развитие водохозяйственного комплекса и требования на воду. Книга 7. Особо охраняемые территории. Переброска стока. – Алматы: Казгипроводхоз, 2005. – 530 с.

Поступила 3.09.2013

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бүрлібаев
Техн. ғылымд. докторы	С.И. Куц
	И.В. Шенбергер
	Д.М. Бүрлібаева

ЕРТИС ӨЗЕНІНІҢ КӨКТЕМГІ ЖІБЕРІЛІМДЕРІНІҢ ОНЫҢ ӨЗЕН АРНАСЫНЫҢ СУПАНҒЫНА ӘСЕРІН ТАЛДАУ

Бұл ғылыми мақалада қаралатын мәселелер Ертіс өзенінің табиғатын қорғау және өзен алқабын суландыру үшін қолданылатын су жіберілімдері. Қазіргі кезде өзен экосистемаларының дағдарысы судың ең төменгі жұмсалуды қажеттілігі және судың санитарлық шығыны деген парметрларының ғылыми негізі жоқ екендігін дәлелдейді. Өзен экосистемаларын қайта қалыптастыру үшін өзендердің экологиялық ағындарын ғылыми тұғырдан дәлелдеу қажет екенін көрсетеді.

УДК 910.1

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев *

Доктор техн. наук

А.Т. Козыкеева *

Канд. экон. наук

К.Ж. Мустафаев *

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ***КЛИМАТ, ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ, ЭКОСИСТЕМА, ПОЧВА, СРЕДА, ПРИРОДНАЯ ЗОНА, ИНДЕКС СУХОСТИ*

В статье рассмотрены вопросы моделирования тепло- и влагообеспеченности природной системы и на их основе определены закономерности функционирования основных природных зон Казахстана при изменении климата.

Решение многих вопросов системы природопользования, связанных с пониманием процессов функционирования природных комплексов, во многом осложняется не недостатком информационного обеспечения, а отсутствием надежных теоретических построений и апробированного методического обеспечения, позволяющих оценить состояние и прогнозирование их изменения под воздействием природной и антропогенной деятельности.

Как известно, основные закономерности процессов развития природных систем формируются широтной зональностью, которая определяется распределением тепла и влаги на поверхности и высотной поясностью, обусловленной наличием географических зон с различными абсолютными высотами.

Высотная поясность служит ярким географическим следствием морфоструктурной дифференциации, обусловленной резким увеличением величины радиационного баланса, а также изменением количества осадков с возрастанием высоты поверхности суши над уровнем моря, при одновременном действии барьерного эффекта горной системы.

На основе этой закономерности был сформирован периодический закон географической зональности В.В. Докучаева–А.А. Григорьева–М.И. Будыко, который характеризуется соотношением между энергетическим балансом и количеством осадков, выраженным в тепловых единицах

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

[1-3]. В дальнейшем соотношение между энергетическим балансом и количеством осадков стало основным критерием для оценки продуктивности климата [4] и экологической продуктивности ландшафтов [5].

В настоящее время в результате антропогенной деятельности происходит повсеместная трансформация природной системы, что требует проведение комплексной оценки взаимодействия природы и общества, происходящего на одной территории в одно и то же время. Изменение структуры ландшафтов под воздействием антропогенной деятельности ведет, прежде всего, к трансформации растительного покрова, снижению природного потенциала и экологической устойчивости в целом. Для оценки изменения природной системы в условиях природной и антропогенной деятельности возникает необходимость построения интегральной математической модели природных систем в соответствии с законом географической зональности, который позволяет придать количественные значения качественным изменениям ареалов, занимаемых природными системами.

При моделировании природных систем, позволяющем придать количественные значения качественным изменениям ареалов, занимаемых природными экосистемами, при изменении климата можно использовать географические зоны, которые считаются однородными, характеризующиеся некоторыми интегральными величинами продуктивности ландшафтов.

В качестве интегральной величины, характеризующей состояние природной системы, была выбрана продуктивность растительного покрова. Она может быть определена соотношением таких осредненных индикаторных величин, как суммарная солнечная радиация (кДж/см^2), продолжительность безморозного периода (сутки), продолжительность периода с вегетационной активной температурой выше 10°C (сутки), сумма среднесуточных температур ($^\circ\text{C}$), количество атмосферных осадков за год (мм), количество атмосферных осадков за теплый период (мм), испаряемость (мм) и длительность вегетационного периода (сутки).

Создание корректной математической модели формирования продуктивности растительного покрова крайне затруднительно. Приходится прибегать к уменьшению числа предикторов, сосредоточившись на самых главных, определяющих производственный потенциал природной системы.

При этом связь между продуктивностью растительного покрова ($У$) и индикатором природных систем, можно найти, используя зависимость суммы среднесуточных температур воздуха, длительности вегетационного периода, фактора плодородия почвы, а также количества осадков:

$$Y_i = Y_{max} \cdot K_t \cdot K_w \cdot K_T, \quad (1)$$

где Y_i – продуктивность растительного покрова природной системы; Y_{max} – максимальная продуктивность растительного покрова при самых благоприятных гидротермических условиях; K_t – коэффициент, определяющийся температурным режимом вегетационного периода; K_w – коэффициент, определяющийся режимом увлажнения; K_T – коэффициент, определяющийся длительностью вегетационного периода.

Потребности растений в тепле, влаге и длительности вегетационного периода в природной системе различны, поэтому различны и зависимости продуктивности от температурного режима, режима увлажнения и длительности вегетационного периода. Их удобно выражать в долях от оптимума, благодаря чему получается обобщенная для различных растений зависимость: $K_t = f(\sum t_i / \sum t_{onm})$, $K_w = f(W_i / W_{onm})$ и $K_T = f(T_i / T_{onm})$, где $\sum t_i$ – сумма среднесуточной температуры вегетационного периода; $\sum t_{onm}$ – оптимальная сумма среднесуточной температуры вегетационного периода; $W_i = O_{ci}$ – количество осадков; $W_{onm} = O_{conm}$ – необходимое или оптимальное количество осадков; T_i – длительность вегетационного периода; T_{onm} – оптимальная длительность вегетационного периода.

С учетом закона толерантности, продуктивность растительного покрова от влагообеспеченности (K_w) аппроксимируется уравнением параболы и для их математического описания можно использовать формулу В.В. Шабанова в следующем виде [6]:

$$K_w = \left(\frac{E_i - E_{min}}{E_{onm} - E_{min}} \right)^\beta \left(\frac{E_{max} - E_i}{E_{max} - E_{zo}} \right)^\beta \left(\frac{E_{onm} - E_{zo}}{E_{zo} - E_{min}} \right), \quad (2)$$

где E_{onm} – оптимальное биологическое водопотребление растений; E_{zo} – экологическое водопотребление растений; E_i – фактическое водопотребление растений; E_{min} , E_{max} – нижняя и верхняя границы нормы водопотребления сельскохозяйственных культур, соответственно, при которой урожай равен нулю.

При этом следует отметить, что первая часть уравнения полностью характеризует уровень влагообеспеченности при формировании урожайности сельскохозяйственных культур, а вторая часть – влияние нормы водопотребности на почвообразовательные процессы орошаемых земель, которые в определенной степени оказывают влияние на продуктивность растений.

В качестве основного критерия теплообеспеченности сельскохозяйственных культур принимают сумму активных температур, получаемую суммированием всех среднесуточных положительных температур, равных и больших +10 °С за продуктивный период от всходов весной до созревания урожая. При этом для описания продуктивности сельскохозяйственных культур от теплообеспеченности использованы три термических показателя: максимальная сумма температур выше +10 °С ($\sum t_i$), характеризующая возможные теплоресурсы в регионе; минимальные ($\sum t_{\min}$) и максимальные ($\sum t_{\max}$) суммы биологически активных температур, необходимые для вызревания растений.

Коэффициент (K_t), определяемый температурным режимом вегетационного периода, описывается следующим выражением:

$$K_t = \left(\frac{\sum t_i - \sum t_{\min}}{\sum t_{\max} - \sum t_{\min}} \right)^\beta \left(\frac{\sum t_{\max} - \sum t_{\text{opt}}}{\sum t_{\max} - \sum t_i} \right)^\beta \left(\frac{\sum t_{\max} - \sum t_{\text{opt}}}{\sum t_{\text{opt}} - \sum t_{\min}} \right), \quad (3)$$

где $\sum t_i$ – фактическая сумма температуры воздуха за вегетационный период; $\sum t_{\text{opt}}$ – оптимальная сумма температуры воздуха за вегетационный период, необходимая для вызревания растения; $\sum t_{\min}$ – минимальная сумма температуры воздуха за вегетационный период, необходимая для вызревания растения; $\sum t_{\max}$ – максимальная сумма температуры воздуха за вегетационный период, необходимая для вызревания растения.

Учитывая симметрию формы кривой коэффициента теплообеспеченности, примем оптимальную для фотосинтеза сумму температур воздуха за вегетационный период как среднее арифметическое между максимальными и минимальными для фотосинтеза суммами температуры воздуха за вегетационный период, т.е. $\sum t_{\text{opt}} = (\sum t_{\min} + \sum t_{\max}) / 2$.

Коэффициент (K_T), определяемый длительностью вегетационного периода можно определить как отношение продолжительности вегетационного периода к количеству дней в году, т.е. $K_T = T_i / 365$.

При моделировании процесса изменения ареалов природных экосистем под влиянием изменения климата были также введены комплексные функции, характеризующие, с одной стороны, потепление и иссушение климата, а с другой – его похолодание и увлажнение, представленные в виде следующей зависимости: $K = K(O_c, T)$, где T – температура вегетационного периода; O_c – количество осадков в вегетационный период.

Тогда потепление и иссушение климата будет характеризоваться величинами $1,2K = K(1,2T; 0,8O_c)$, а похолодание и увлажнение климата, соответственно $0,8K = K(0,8T; 1,2O_c)$ [7-9].

На основе полученных зависимостей $K_i = f(\sum t_i / \sum t_{omn})$, $K_w = f(W_i / W_{omn})$ и $K_T = f(T_i / T_{omn})$ построены графики (рис. 1). На рис. 1 видно, что при каждом температурном режиме для получения продукции необходима вполне определенная влагообеспеченность, т.е. существуют некие нормы водопотребности, при которых фотосинтез растений будет протекать благоприятным образом в конкретной географической зоне.

Очевидно, по мере повышения засухоустойчивости растений «купол» зависимости теплообеспеченности ($\sum t_i$) сдвигается вдоль оси в сторону меньших значений, для более теплолюбивых – «купол» сдвигается вдоль влагообеспеченности (E_i) в сторону больших значений. Таким образом, если некоторая географическая зона характеризуется средними многолетними значениями теплообеспеченности ($\sum t_i$) и влагообеспеченности (E_i), можно определить продуктивность ландшафтов в отношении различных культур от тепло- и влагообеспеченности. Используя предлагаемый принцип, можно решить обратную задачу выяснить ареалы возможного возделывания сельскохозяйственных культур.

Всем известно, что природные экосистемы в географических зонах различаются по показателю продукции растительного покрова, а продуктивность ландшафтов определяется по выражению (1). В модели использованы изменения интегрального показателя продукции как критерий, определяющий положение границ природных экосистем.

С помощью комплексной модели была определена продуктивность экосистем Казахстана в зависимости от влаго- и теплообеспеченности территории (табл. 1 и 2).

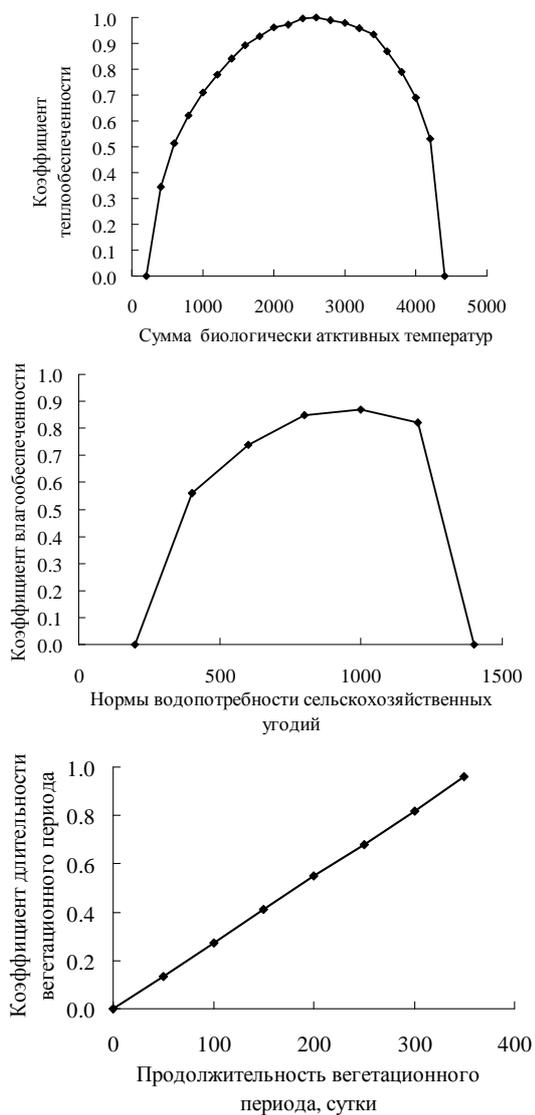


Рис. 1. Климатические коэффициенты: K_W – коэффициент теплообеспеченности; K_t – коэффициент влагообеспеченности; K_T – коэффициент длительности вегетационного периода.

Таблица 1

Продукция природных экосистем Казахстана в зависимости от влагообеспеченности территории

Природная зона	Индекс сухости (\bar{R})	Основные типы почвы	Нормы водопотребления сельскохозяйственных угодий, мм							K_w		
			$E_i = O_c$			E_{\min}	E_{\max}	$E_{\text{опт}}$	$E_{\text{эо}}$	0,80	1,00	1,20
			$0,8 \cdot E_i$	E_i	$1,2 \cdot E_i$							
Лесостепь	0,90...1,00	черноземы	300	375	450	200	620	415	366	0,68	0,87	0,98
	1,00...1,20	южные черноземы	274	343	411	200	640	425	395	0,57	0,86	0,95
Степь	1,20...1,30	темно-каштановые	264	330	396	200	700	465	405	0,49	0,79	0,88
	1,30...1,45	каштановые	248	310	372	200	740	495	425	0,40	0,66	0,76
Полупустыня	1,45...1,80	светло-каштановые	200	250	300	200	820	545	500	0,16	0,41	0,52
Пустыня северная	1,80...3,00	бурые, светлобурые	200	250	300	200	1100	755	564	0,17	0,31	0,50
Пустыня южная	3,00...2,00	сероземы	184	230	276	200	1400	950	710	0,11	0,20	0,32
Предгорная полупустыня	2,00...1,45	сероземы, темные сероземы	280	350	420	200	1360	910	615	0,34	0,48	0,58
Предгорная степь	1,45...1,30	каштановые	360	450	540	200	1290	860	535	0,51	0,62	0,69
	1,30...1,20	темно-каштановые	368	460	552	200	1060	710	450	0,59	0,67	0,68
Горные степи и леса	1,20...1,00	горные типы	392	490	588	200	840	560	335	0,62	0,68	0,70

Таблица 2

Продукция природных экосистем Казахстана в зависимости от теплообеспеченности территории

(при $\sum t_{\min} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$; $\sum t_{\max} = 4400 \text{ }^\circ\text{C}$; $\sum t_{\text{opt}} = 2600 \text{ }^\circ\text{C}$)

Природная зона	Индекс сухости (\bar{R})	Основные типы почвы	$\sum t_i$			K_i		
			0,80	1,00	1,20	0,80	1,00	1,20
Лесостепь	0,90...1,00	черноземы	1360	1700	2040	0,21	0,30	0,44
Степь	1,01...1,20	южные черноземы	1760	2200	2640	0,35	0,47	0,67
	1,21...1,30	темно-каштановые	1920	2400	2880	0,40	0,57	0,77
	1,31...1,45	каштановые	2080	2600	3120	0,45	0,64	0,90
Полупустыня	1,46...1,80	светло-каштановые	2240	2800	3360	0,51	0,73	1,00
Пустыня северная	1,81...3,00	бурые, светлобурые	2880	3600	4320	0,77	1,00	1,00
Пустыня южная	3,01...2,00	сероземы	3360	4200	5040	0,95	1,00	1,00
Предгорная полупустыня	2,01...1,45	сероземы, темные сероземы	2720	3400	4080	0,69	1,00	1,00
Предгорная степь	1,46...1,30	каштановые	2240	2800	3360	0,51	0,73	1,00
	1,31...1,20	темно-каштановые	2080	2600	3120	0,45	0,64	0,90
Горные степи и леса	1,21...1,00	Горные типы	1920	2400	2880	0,40	0,57	0,77

На основе предложенного подхода оценки продуктивности экосистем, можно определить закономерность функционирования ландшафтов при изменении климата. Оценка должна ответить на вопрос о том, будет ли граница природной зоны оставаться неизменной во времени и пространстве, либо она будет смещена вверх или вниз по вертикальной поясности, а ареал природной зоны будет либо сужаться, либо расширяться.

В табл. 1 и 2 показано, как изменяется продуктивность природной экосистемы и ее границы, если температура и количество осадков за вегетационный период изменяются на 20 %. При увеличении температуры вегетационного периода на 20 % ,теплообеспеченность территории увеличивается от 0,14 до 0,27; при снижении на 20 % уменьшается от 0,09 до 0,22, что, в определенной степени, оказывает влияние на ареал возделывания отдельных видов сельскохозяйственных культур. При увеличении влагообеспеченности территории на 20 % увеличивается продуктивность естественных сельскохозяйственных угодий от 0,11 до 0,19. При снижении влагообеспеченности на 20 % продуктивность уменьшается от 0,19 до 0,26, что приводит к опустыниванию огромных территорий Казахстана.

Итак, при изменении климата определенной территории в степной зоне, происходит наступление полупустыни, а полупустыня переходит в пустыню, что будет оказывать воздействие на переформирование природной системы Казахстана. Распределение экосистем в природной зоне Казахстана при существующих и ожидаемых климатических характеристиках представлено на рис. 2 и 3.

На основе разработанной модели продуктивности экосистемы, определена продуктивность природных экосистем Казахстана (табл. 3). Как видно из данных табл. 3, результаты моделирования продуктивности экосистем природных зон Казахстана при ожидаемом изменении климата изменят ареал географических зон. Это приведет к смещению их границ и размеров площади. Так, в связи с понижением температуры (похолодание) и увеличением влажности (увлажнение) продуктивность и площади степной и пустынной экосистемы будут заметно уменьшаться. А при потеплении и росте сухости климата продуктивность природной зоны возрастает незначительно, площади степной и пустынной экосистем будут увеличиваться, что необходимо учитывать при размещении производительных сил агропромышленного комплекса страны.

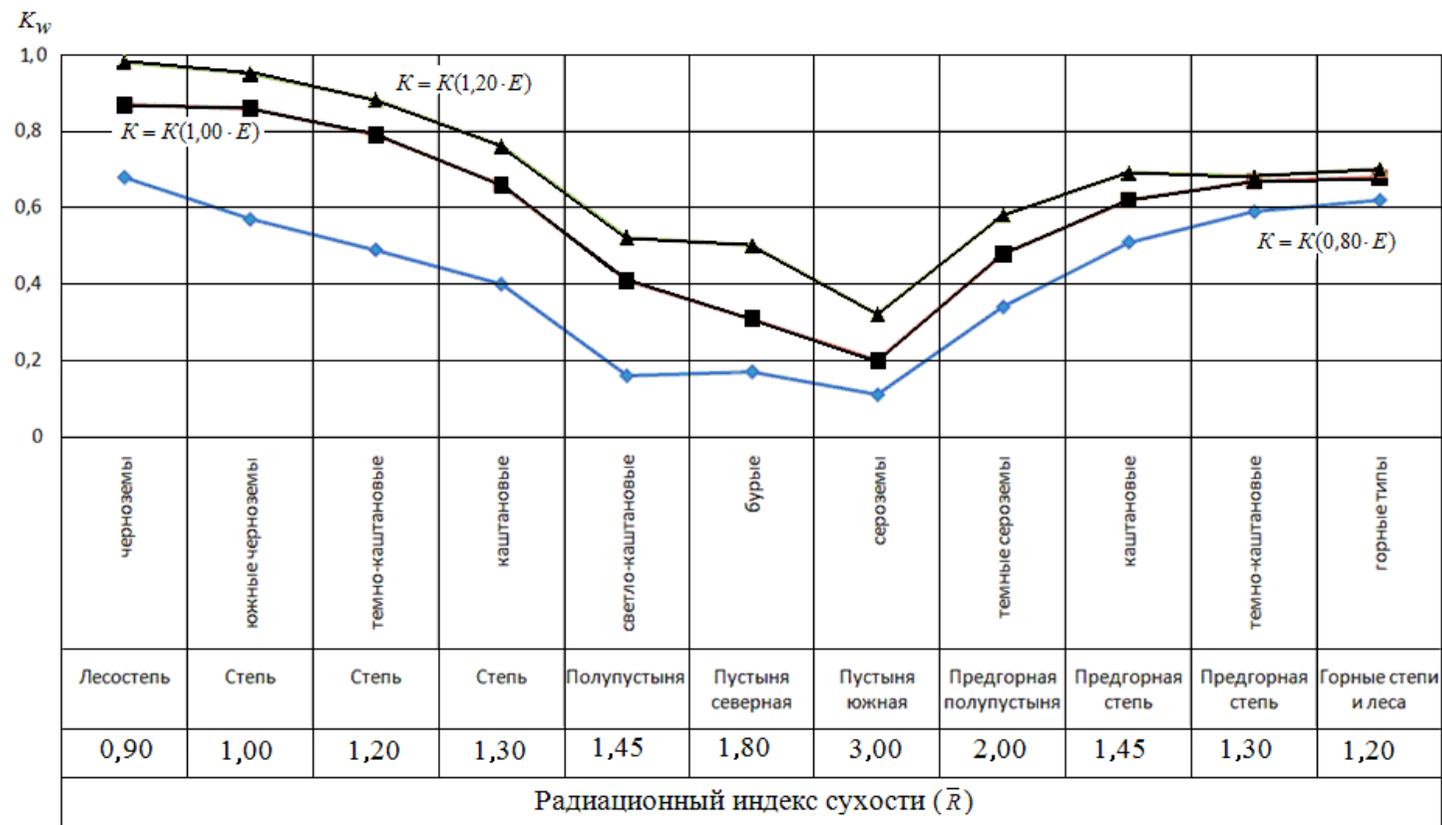


Рис. 2. Влияние колебаний климата на продуктивность экосистемы природных зон Казахстана при изменении влагообеспеченности.

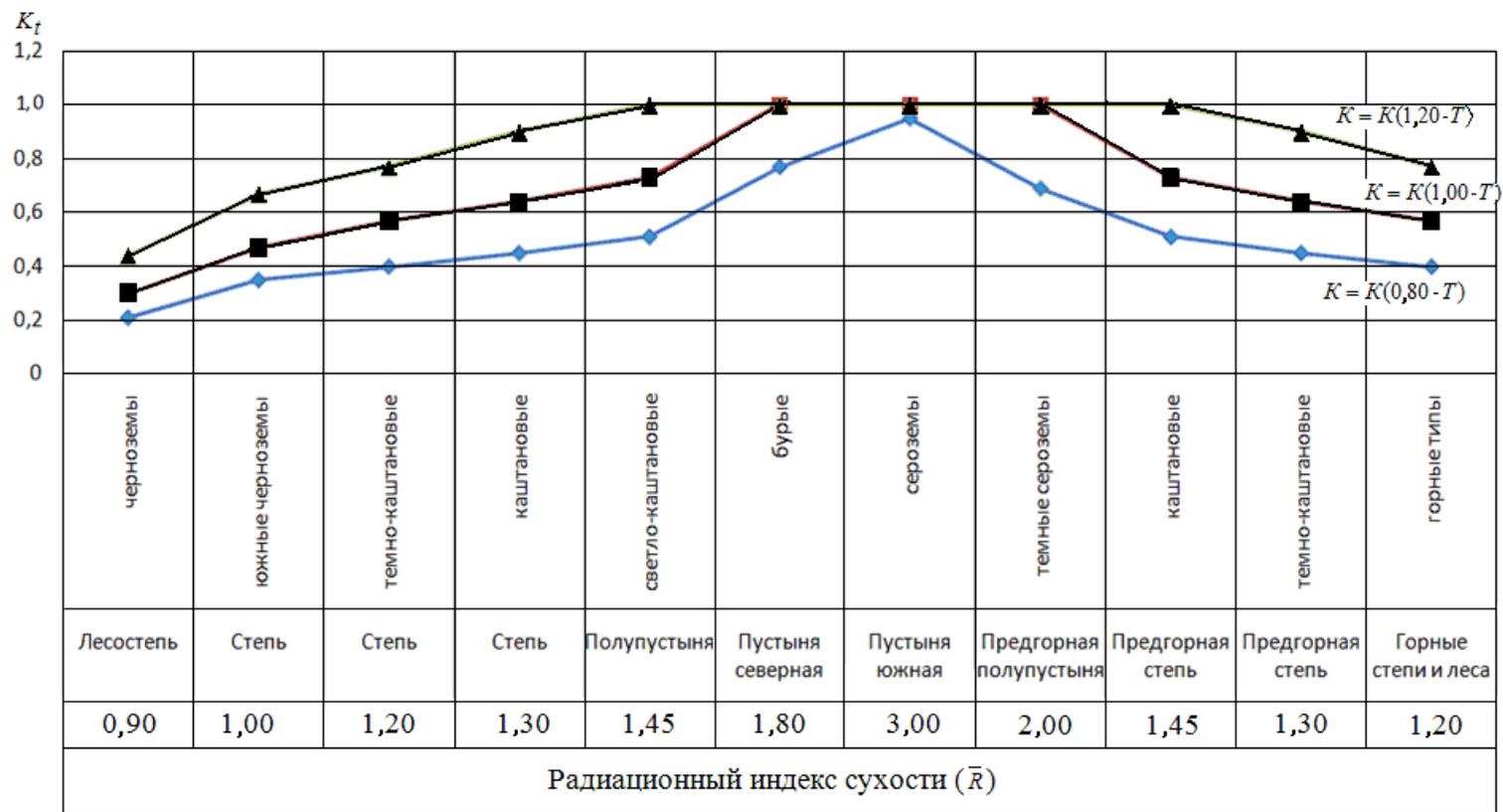


Рис. 3. Влияние колебаний климата на продуктивность экосистемы природных зон Казахстана при изменении теплообеспеченности.

Таблица 3

Продуктивность природных экосистем Казахстана

Природная зона	Индекс сухости (\bar{R})	Основные типы почвы	$Y_i = Y_{max} \cdot K_t \cdot K_w \cdot K_T$		
			0,80	1,00	1,20
Лесостепь	0,90...1,00	черноземы	0,140	0,261	0,431
Степь	1,01...1,20	южные черноз.	0,200	0,404	0,636
	1,21...1,30	темно-каштан.	0,196	0,450	0,677
	1,31...1,45	каштановые	0,180	0,422	0,684
Полупустыня	1,46...1,80	светло-каштан.	0,082	0,299	0,520
Пустыня северная	1,81...3,00	бурые,	0,131	0,310	0,500
		светлобурые			
Пустыня южная	3,01...2,00	сероземы	0,105	0,200	0,320
Предгорная полупустыня	2,01...1,45	сероземы, темные сероземы	0,235	0,480	0,580
Предгорная степь	1,46...1,30	каштановые	0,260	0,453	0,690
	1,31...1,20	темно-каштан.	0,266	0,429	0,612
Горные степи и леса	1,21...1,00	горные типы	0,248	0,388	0,539

Таким образом, разработанная модель продуктивности экосистемы, на основе интеграции природных зон, входящих в нее в соответствии с их географической зональностью, позволяет определить закономерности функционирования природных экосистем не только при долговременном изменении климата, но и от степени антропогенного воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугровский В.В., Лютов Л.И., Меллина Е.Г., Цельникер Ю.Л., Теблеева У.Ц. Моделирование лесных экосистем / Эксперимент «Убсу-Нур». – М.: Интеллект, 1995. – С.3-50.
2. Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности. – Л.: Гидрометеоздат, 1956. – 255 с.
3. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды. – М.: Мысль, 1966. – 382 с.
4. Докучаев В.В. Избранные труды. / Под ред. акад. Б.Б. Польшова. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. – 643 с.
5. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель. – Тараз, 2004. – 306 с.
6. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Гылым, 1997. – 358 с.

7. Теблеева У.Ц. Интегральная математическая модель геосистемы Центрально-азиатского региона // Известия АН. Серия географическая. – 2000. – №1. – С. 94-101.
8. Теблеева У.Ц. Функциональные модели эко- и геосистем различного иерархического уровня. – М.: Институт географии РАН, 1995. – 175 с.
9. Шабанов В.В. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 142 с.

Поступила 23.10.2013

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мустафаев
Техн. ғылымд. докторы	Ә.Т. Қозыкеева
Экон. ғылымд. канд.	К.Ж. Мустафаев

ТАБИҒИ ЖҮЙЕНІҢ ҚЫЗМЕТТІК МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮЛГІСІ

Мақалада табиғи жүйенің жылумен және ылғалмен қамтамасыздығын бейнелеу мәселелері және олардың негізінде климаттың өзгеруі кезінде Қазақстанның негізгі табиғи аймақтарының жұмыс істеу заңдылықтары анықталған.

УДК 554.4

Канд. геол.-мин. наук	Э.И. Нурмамбетов *
Канд. геогр. наук	Ю.Ф. Лый *
Канд. геогр. наук	А.А. Тулепова *

ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПАСНЫХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА В ЦЕЛЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

РЕЛЬЕФ, ОПАСНЫЕ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ

Рассматриваются опасные рельефообразующие процессы на территории Казахстана. Исследование данных процессов необходимо в целях устойчивого развития социально-хозяйственных систем Республики.

Территория Казахстана составляет 2724,9 тыс. км² и характеризуется широким разнообразием как природно-климатических, так и геологических условий, которые обуславливают развитие на территории страны широкого спектра экзогенных геоморфологических процессов (ЭГП). В изучение геоморфологии и современных рельефообразующих процессов территории Казахстана крупный вклад внесли исследования Э.И. Нурмамбетова, А.Р. Медеу, Г.М. Потаповой, Ф.Ж. Акияновой, Л.К. Веселовой, А.Г. Илларионова, А.С. Есжановой и др.

Потенциальную опасность, в том числе, на условия проживания и хозяйственную деятельность человека представляют отдельные рельефообразующие процессы и явления: эрозионные, оползневые, эоловые, карстовые, суффозионные, абразионные.

В числе экзогенных рельефообразующих процессов главенствующее место занимают процессы, обусловленные действием воды: плоскостной смыв и все виды линейной эрозии, абразия, экзарация, инфильтрационный карст и суффозия, а также сопутствующий эффект развития гравитационных процессов и физико-химического выветривания.

Процесс *плоскостного смыва* в той или иной степени развит в ландшафтах всей территории Казахстана. Рельефоизменяющая роль его выражается в параллельном отступании склонов. По данным А.Г. Илларионова средняя величина скорости параллельного отступания

* Институт географии, г. Алматы

склонов палеогеновых останцов в Обаган-Торгайской ложбине составляет 1 см в год. У подножья таких склонов иногда образуются настоящие аккумулятивные такыры. В областях мелкопочного рельефа Сарыарки плоскостной сток смывает мелкие продукты выветривания, обнажая скалистые склоны или опустыненные щебенистые поверхности.

Линейная эрозия. Формы линейной эрозии представляют борозды, промоины, овраги, балки и различные типы речных долин (рис. 1, 2).



Рис. 1. Процесс оврагообразования (Алматинская область).



Рис. 2. Боковая эрозия правого борта р. Улькен Алматы.

Оврагообразование довольно распространенный процесс в ландшафтах Казахстана. Этому способствуют рыхлость пород субстрата, значительные уклоны на бортах долин и других понижений и на склонах останцовых возвышенностей, редкий растительный покров и порой деятельность человека. Данный процесс широко развит в Торгайской столовой стране на склонах эоплейстоценовых и нижнечетвертичных поверхностей плато и останцов, уступах речных террас, на склонах озер, такыров и соров. Густая сеть оврагов развита по северному возвышенному побережью Аральского моря в глинах неогена и палеогена. Западнее на чинках Устюрта и его отторженцев овраги разрушают бронирующий слой неогеновых известняков, но следует отметить, что в их происхождении и росте значительная роль принадлежит карстовому процессу и эти овраги рассматриваются как карстово-эрозионные. В пределах Сарыарки меньшие по размерам овраги фиксируются по берегам рек и озер. Грандиозные по многокилометровой протяженности овраги известны в Северном Казахстане, где они расчлениют борта крупных бессточных котловин, как например, Карой, Теке, Кызылкак. В Западном Казахстане овражная сеть развита по уступам Общего Сырта и по бортам речных долин бассейнов рек Жайык (Урал) и Жем. Эрозионный рельеф присущ, главным образом, районам Сарыарки со складчатым геологическим основанием. В зависимости от планового рисунка гидросети и мо-

заики палеозойских пород, переживших неоднократные эпохи тектогенеза, формируются тектонические, денудационные и приречные типы и подтипы мелкосопочной страны (например, молодой эрозионный мелкосопочник, развитый по склонам глубоко врезанных речных долин Шидерты, Селеты, Нуры, Есиля (Ишима)) [3].

Эрозионная деятельность развивается вдоль русел и берегов всех рек Казахстана. Интенсивность эрозии зависит от скорости водотока и величины уклона реки. Эрозия зависит от геоморфологических особенностей речной долины, состава и свойств горных пород. Кроме того интенсивность эрозии зависит от характера и количества влекомых водотоком наносов, способных производить истирающее воздействие на ложе водотока. Этой способностью обладают обломочные породы, образовавшиеся из твердых скальных пород в виде булыжника, гальки, гравия и кварцевого песка. На равнинных территориях донная эрозия резко ослабевает, уступая место боковой эрозии, которая выражается в расширении русла реки путем размывания берегов. Наибольшему размыванию подвергаются берега, сложенные песками и лёссовидными породами (Митрофанова А.Н., Калита Р.Ш.). Активно проявляются процессы засоления грунтов зоны аэрации, особенно на участках близкого залегания уровня грунтовых вод. Формируются солончаки и солонцы, такыры. В весенние паводки активизируются процессы боковой и донной эрозии по долинам рек и сухих русел.

Боковая (речная) эрозия широко проявляется на рр. Или, Курты, Кугалы, Каратал и др., по руслам временных водотоков в низкогорной и предгорной областях. Из-за скопления больших снежных масс и резкого таяния снега по р. Каратал произошло затопление населенных пунктов.

Абразионно-аккумулятивные процессы развиты в береговой зоне Каспийского моря, группы Алакольских озер, на северном побережье Капшагайского водохранилища и озера Балхаш. Основная опасность абразии состоит в перемещении линии вглубь суши, что может привести к разрушению инженерных, хозяйственных объектов вблизи бровки берега.

В качестве примера можно рассматривать береговой уступ восточного берега Алаколя, который подвергаясь абразионно-аккумулятивным процессам, отступает в среднем на 10...12 м в год (Митрофанова А.Н., Калита Р.Ш.). Западный берег, представляющий собой древнюю озерную равнину с ярко выраженными аккумулятивными процессами, перерабатывается озером и постепенно затопляется. Пологий берег залит водой на ширину до 10 км. Стонно-нагонные изменения уровня и активно размы-

ваемый субстрат, слагающий прибрежную территорию, способствует активизации процессов. Проходящая вблизи железная дорога на отдельных участках подвергается подтоплению.

Коррозия, как один из видов эоловых процессов проявляется в пустынных областях и даже на севере республики, где относительно увеличена влажность. Примером служат рельеф койтас, а также причудливые формы выветривания скал и матрацевидные отдельности на выходах гранитных пород. Особенно отчетливо проявляется коррозия на просторах Турана, где геологический субстрат преимущественно полускальный или слабо литифицированный. В целом, на территории Казахстана процессы эолового рельефообразования протекают с большой интенсивностью, но крайне неравномерно во всех их проявлениях. Эоловые отложения, формирующие рельеф песчаных массивов, встречаются в Приаралье, Прикаспии (рис. 3), Прибалхашье, на площадях Южного и реже Центрального Казахстана.



Рис. 3. Эоловые процессы (Мангистауская область).

Наиболее широкое развитие суффозия получает в области распространения лёссов и лёссовидных суглинков, на плакорах и склонах долин рек, часто по ходам роющих животных. Лёссовидные суглинки и супеси широко развиты на равнинах Северного и Центрального Казахстана [2]. Они встречаются в долинах Казахского мелкосопочника, на террасах и равнинах крупных рек Ертис (Иртыш), Есиль, Сырдарья, Сарысу, Шу, Или и др.

В Казахстане, несмотря на резко континентальный климат и малое количество осадков, карстовые явления развиты довольно широко – 31,5 % от всей площади РК [5]. Карстовые формы рельефа на территории страны распространены спорадически. Активизация карстовых процессов, например, в с. Азгир привела к провалу шахты по добыче соли (рис. 4).

Развитие процессов засоления и такырообразования (рис. 5) приурочено, как правило, к пустынным областям. Они также широко распространены в нижних и средних частях подгорных равнин, на аллювиальных равни-

нах, в сухих дельтах Амударьи, Сырдарьи. Часто встречаются и в Прикаспийской полосе, где эти процессы происходят на соленосных современных и древнекаспийских отложениях. Среди песков Каракумов пятна такыров встречаются по депрессиям рельефа между песчаными всхолмлениями.



Рис. 4. Карстовый провал шахты по добыче соли, с. Азгир.



Рис. 5. Процесс такырообразования.

Образование обвальных, оползневых, осыпных процессов наблюдается преимущественно в юго-восточной горной части РК. Это обусловлено сочетанием орографических и климатических условий, которые в основном predetermined новейшим эндогенным развитием рельефа. По скорости перемещения обломков осыпных тел для горных территорий Казахстана были выделены высокоомобильные, среднеомобильные и слабоомобильные осыпи [6]. Наиболее активные осыпи образуются при крутизне склонов 45° и более, со скоростью перемещения до 3...8 см/год. Обвальные и осыпные процессы проявляются при общих условиях нарушения равновесия склона преобладают на склонах крутизной более $35...37^\circ$. Обвалы наблюдаются также на береговых склонах рек (рис. 6), озер и водохранилищ, где происходит нарушение гравитационной устойчивости блоков вследствие подмыва или абразии.

Оползни. В низкогорных районах Казахстана оползневой материал представлен чаще в виде лессовидных суглинков и щебнисто-дресвяных грунтов с суглинистым заполнителем. Оползни могут проявляться на всех склонах с крутизной более 10° .



Рис. 6. Обвальные процессы в долине реки Кора.

Селевые потоки. По генезису проявления сели на территории Казахстана распределяются в целом следующим образом: ливневые 70 %, гляциальные 20 %, завально-прорывные 10 %. Опасность селей заключается не только в их разрушающей силе, но и во внезапности их появления. В Казахстане к районам наиболее активных селепроявлений относятся юго-восточные постгеосинклинальные и эпиплатформенные области. Крупнейшими селями с катастрофическими последствиями известен хребет Иле Алатау, часты крупные сели также в долинах Жетысу Алатау [4].

Лавины распространены повсеместно в орогенных областях Казахстана (Северный и Западный Тянь-Шань, Жетысу Алатау, Алтай), где возникает снежный покров высотой более 30...50 м и где склоны более 20° с относительной высотой более 20...30 м [1].

В результате совокупного проявления различных видов ЭГП ежегодно увеличиваются площади непригодных к использованию земель, что как следствие оказывает влияние на устойчивое развитие страны. Таким образом, рельеф, особенности его развития в пространстве и во времени, а также комплекс проявляющихся при этом опасных рельефообразующих процессов, играют существенную роль при оценке безопасности территорий в целях устойчивого развития.

Снижение эколого-геоморфологической опасности, ее прогноз требуют наличия достоверных данных о развитии ЭГП, а также о динамике факторов, влияющих на их активность. Своевременная минимизация негативного влияния всего комплекса экзогенных геоморфологических процессов возможна лишь при создании на территории Казахстана современной системы мониторинга ЭГП с использованием материалов дистанционного зондирования и современных ГИС-технологий.

Данные о территориальном распределении экзогенных процессов, условиях и интенсивности проявления могут быть применены при разра-

ботке и проектировании наиболее оптимальных с учетом нынешней продовольственной обстановки почвозащитных, противоэрозионных, противопаводковых и других инженерно-технических мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благовещенский В.П. Снежные лавины Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 24 с.
2. Быкова В.С. Лёссовые породы Казахстана и Средней Азии. Казахская ССР // Лёссовые породы СССР. – М.: Наука, 1966. – 230 с.
3. Достай Ж.Д. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: В 21-м томе. Том II. – Алматы, 2012. – С. 20-24.
4. Медеуов А., Колотилин Н.Ф., Керемкулов В.А. Сели Казахстана. – Алматы: Гылым, 1993. – 160 с.
5. Потапова Г.М. Карст южного Мангышлака и Устирта: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Алма-Ата, 1971. – 25 с.
6. Токмагамбетов Г.А. Тайны природных льдов Казахстана. – Алматы: Наука, 1978. – 152 с.

Поступила 21.10.2013

Геол.-мин. ғылымд. канд.	Э.И. Нұрмамбетов
Геогр. ғылымд. канд.	Ю.Ф. Лый
Геогр. ғылымд. канд.	А.А. Тулепова

ОРНЫҚТЫ ДАМУ МАҚСАТЫҢДА ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫНЫҢ ҚАУІПТІ БЕДЕР ТҮЗУШІ ҮДЕРІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ ТӘЖІРИБЕСІ

Қазақстан территориясындағы қауіпті бедер түзуші процестер қарастырылды. аталған процестерді зерттеу Қазақстанның әлеуметтік-шаруашылық жүйелерін тұрақты дамыту мақсатында қажет.

УДК 9.91.910.3

А.Г. Валеев *

**К ИЗУЧЕНИЮ ОБВАЛЬНО-ОСЫПНЫХ ПРОЦЕССОВ В
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ***ГРАВИТАЦИОННЫЕ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ, ОСЫПИ, ОБВАЛЫ, ЭКСПОЗИЦИЯ СКЛОНА, КРУТИЗНА СКЛОНА, ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЛОМОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ, ДОЛИНА РЕКИ*

Выполнен сравнительный анализ природных условий Жетысу Алатау и Иле Алатау. Исследованы рельефообразующие обвально-осыпные процессы в долинах рек Кора, Чиже (Жетысу Алатау), Киши Турген, Мраморная (Иле Алатау). Заложены мониторинговые площадки в виде покрашенных створов по профилю, приводятся основные характеристики обвально-осыпных процессов, которые в дальнейшем будут основой для мониторинга и выявления динамики прохождения процесса.

За последние 20 лет освоение горных территорий Иле Алатау и Жетысу Алатау происходит быстрыми темпами, порой без учета экзогенных рельефообразующих процессов. Это прокладка автодорог, линий электропередач, водо- и газопроводов, строительство ГЭС, ввод в эксплуатацию новых рекреационных объектов. При этом подрезаются естественные уклоны склонов, уничтожается растительность, подпруживаются мелкие горные речки, в целом изменяется морфология склонов, под антропогенным воздействием усиливаются склоновые процессы. Выходы языков осыпи на проезжую часть, обрушение подрезанного склона с причинением материального ущерба не редкость (рис. 1а, 1б).

Рельефообразующие склоновые процессы приурочены к горным территориям Алматинской области – хребтам Иле Алатау и Жетысу Алатау (рис. 2а, 2б). Обвалы и осыпи широко представлены в долинах рек: Талгар, Есик, Улькен и Киши Алматы, Аксай, Каскелен, Лепси, Баскан, Сарыкан, Аксу, Кора, Буйен и др. [3]. Денудация горных территорий происходит благодаря гравитационным силам, сейсмической активности, физического выветривания и климатических аномалий. Осыпные и обвальные отложения изменя-

* Институт географии, г. Алматы

ют базис эрозии, а также активно принимают участие в формировании селей. Примером грандиозного проявления склоновых процессов являются Акжарский сейсмообвал, Есикский обвал. Осыпные процессы широко распространены в области развития высокогорного скального рельефа альпинотипного облика, на крутых склонах троговых долин, каров и цирков, также локально встречаются и в среднегорной зоне [3]. Склоновые процессы активно развиваются на крутых берегах рек и водоемов, наглядный пример отступления берега отмечается на озере Алаколь.



Рис. 1. Обвал-камнепад на автодороге г. Алматы – оз. У. Алматы (а), правый борт реки Кумбель (б).

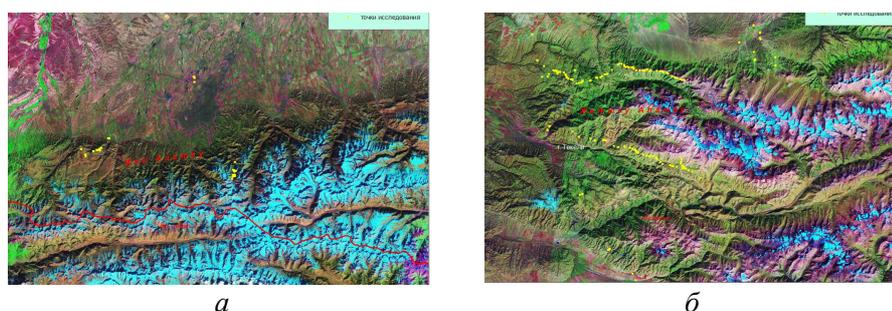


Рис. 2. Космический образ Иле Алатау (а) и Жетысу Алатау (б), пунсонами изображены объекты исследования.

Есть масса примеров актуальности геоморфологических склоновых процессов, что позволяет уверенно говорить об их росте в будущем. В прошлом природные склоновые процессы также происходили достаточно активно, однако негативное воздействие на человека было минимальным. В настоящее время такое воздействие вызывает различные риски. Более подробно рассмотрим обвально-осыпные процессы и их локализацию.

Развитие склоновых процессов в горах зависит от ряда факторов, таких как: тектоника и землетрясения; характер склонов; свойства горных пород, слагающих склон; интенсивность глубинных и боковых эрозий рек;

увлажнение склона; климатические условия; растительный и почвенный покров [1]. Если говорить о специфике основных факторов развития склоновых процессов Иле Алатау и Жетысу Алатау, необходимо отметить различия геоморфологических условий этих хребтов.

Геологическое строение основной части Илейского хребта сложено палеозойскими гранитоидами и в меньшей степени порфиритами, конгломератами, песчаниками, алевритами, известняками и др. Склоны Илейского Алатау ассиметричны. Северный – широкий, ступенчато спускающийся к подгорной равнине; южный – крутой и короткий, опирающийся на высокоподнятые днища внутригорных впадин с продольными речными долинами. Для Жетысу Алатау характерно ступенчатое строение северных и южных склонов. Каждая ступень состоит из участков древних денудационных поверхностей. В сложении гор участвуют метаморфические породы докембрия (гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, мраморы) и эффузивно-осадочные толщи девона, карбона и перми (песчаники, глинистые сланцы, известняки, конгломераты, вулканиты, туфы), широко развиты гранитоидные интрузии. Кайнозойские отложения широко развиты в предгорьях, где породы палеогена и неогена залегают на глинах коры выветривания [5].

Описываемые горные территории входят в зону высокой сейсмической активности, достигающей 8...10 баллов и более по шкале MSK-64. Исторически на территории гор Иле Алатау зафиксированы более частые и максимальные по интенсивности землетрясения, о чем свидетельствуют Верненское 1887 г., Чиликское 1889 г. и Кеминское 1911 г. землетрясения [4]. При таких крупных землетрясениях массово происходят гравитационные обвальнo-осыпные процессы, трансформирующиеся в сели. Геоморфологическое строение исследуемых горных территорий создает отличия по расположению изучаемых долин рек: субмеридиональные в Иле Алатау и субширотные в Жетысу Алатау. Морфология долин рек треугольная (V-образная) форма с прямыми коренными склонами и узким днищем характерны для обеих горных систем. Аллювиальные фации чередуются со склоновыми. В Жетысу Алатау долина реки Чиже имеет трапециевидный тип долины, где левый борт состоит из коренных пород, а противоположный борт состоит из аккумулятивных накоплений. Климатические условия определяются положением горных хребтов внутри материка, окруженные сухими пустынными равнинами. В целом климат резко континентальный с значительной продолжительностью солнечного сияния в Иле Алатау (2200...2300 ч/год), Жетысу Алатау

(2600...2700 ч/год). Среднее годовое количество осадков в двух горных хребтах находятся в одинаковых пределах от 500 и более мм [4]. На большей части описываемых территорий преобладает западный перенос воздушных масс. Почвенно-растительный покров подчинен особенностям вертикальной зональности и связанного с ним пространственного размещения почв и растительности. Низкогорной зоне до 1500...1600 м характерны разнотравье степей, эфемероидные злаки. Почвообразующими породами являются четвертичные лессовидные суглинки. Среднегорная зона от 1600 до 2900 м горно-лесная территория с травянистой и древесной растительностью. В верхнем ярусе горно-лесной территории произрастает ель Шренка и пихта Семенова, последняя произрастает только в Жетысу Алатау. Высокогорный субальпийский пояс расположен на отметках от 2600 до 3100 м выше границы хвойного леса. Широко распространены арчовник и разнотравные луга. Почвы представлены торфяниками под арчовниками и субальпийским горно-луговыми разностями [3].

Для изучения природных закономерностей обвально-осыпных процессов были исследованы обвалы и осыпи, по долинам рек Турген, Улькен Алматы в Иле Алатау, Кора и Чиже в Жетысу Алатау. До полевых исследований была проведена выборка картографического материала и данных дистанционного зондирования. Изучены природные особенности территорий, определены репрезентативные участки и маршруты. Изучены научные труды И.В. Мушкетова, М.Ж. Жандаева, Н.Ф. Колотилина, М.И. Ивероновой, А.Р. Медеу и др.

Конусовидные осыпи встречаются в Жетысу Алатау по бортам рек Кора и Чиже. Долина р. Кора расположена в субширотном направлении. Закрепленность склонов растительностью и проективное покрытие определяют экспозиции долины. Большое количество осыпей обуславливается южной экспозицией склона, низким проективным покрытием растительностью, высокой трещиноватостью горных пород и крутизной склона до 50...55°. Коринское ущелье характеризуется наличием большого количества крупных, средних и мелких осыпей с различной степенью мобильности, расположенных от вершин склона до подошвы, иногда образуя формы в виде шлейфов. Одна из крупных осыпей находится в 1 км выше по ущелью от погранзаставы в долине р. Кора (рис. 3а). Осыпь расположена на правом борту, экспозиция склона восточная, крутизна склона 40...50°. Интрузивные образования выражены гранитами. Осыпь сложена из неокатанного обломочного материала размером от 10 до 100 см и более. В сред-

ней части осыпи размером от 50 до 150 см, в нижней части обломки достигают 300 см. Основную массу осыпи составляют обломки размером до 100 см. По краям осыпи и вдоль ее подошвы развита кустарниково-травянистая растительность, в нижней части произрастает древесная растительность. Только местами фрагменты осыпи доходят до русла р. Кора. В местах аккумуляции крупнообломочного материала осыпи ширины реки составляет 20...25 м. Вверх по течению реки долина сужается и обретает V-образную форму с крутыми склонами. О высокой сейсмичности горного хребта говорят следы сейсмообвала в виде крупных глыб, расположенных у подножия горы с размерами самого большого высотой 7 м, длиной 10 м.

Долина р. Чиже также имеет субширотное течение. Склоны обеих экспозиций долины закреплены растительностью. Осыпи расположены локально и встречаются чаще на склонах северной экспозиции (рис. 3б). Осыпи имеют четкую конусообразную форму, гравитационное распределение обломочных пород. Подошва осыпи до уреза воды не доходит. Развитию осыпных процессов препятствуют хорошая закрепленность древесно-кустарниковой растительностью. Выше по ущелью р. Чиже осыпи не встречаются, густая древесная растительность сменяется можжевельником.



Рис. 3. Осыпи в Жетысу Алатау на правом борту реки Кора (а), на левом борту реки Чиже (б).

Исследование склоновых процессов Иле Алатау произведено по долинам рек: Турген, Улькен Алматы, Каскелен. С правого и левого борта долины р. Турген находятся осыпи по размерам от малых до крупных, иногда занимающие весь склон. Местами языки активных осыпей выходят на обочину дороги. Отдельные глыбы, находящиеся на обочине и на проезжей части, свидетельствуют о прохождении камнепадов, вызванных сейсмическим воздействием.

Для изучения и мониторинга склоновых рельефообразующих процессов были выбраны осыпи в долинах рек Киши Турген (рис. 4а) и Мраморная (рис. 4б). Методика наблюдений основывается на прокраске створа в поперечнике осыпи в нескольких местах. Длина верхнего створа 60...65 м, среднего 35,5 м, нижнего 19,0 м. Осыпь находится на западной экспозиции склона, на правом берегу р. Турген. Склон слабовогнутый, крутизна склона 35...39°, осыпь сложена из крупно-, средне- и мелкообломочных материалов от 2 см до 1 м. Осыпь слабой степени мобильности, шлейфовая, трапецевидная. Дифференциация обломков гравитационная, местами без дифференциации. Обломочный материал, слагающий осыпь, обильно покрыт лишайниками в нижней части, что реже встречается в средней и верхней части. Ниже окончания видимой части осыпи, наблюдается заросший древесно-кустарниковой и травянистой растительностью фрагмент древнего языка осыпи, выходящий к дороге.



а



б

Рис. 4 Осыпи в Иле Алатау на правом борту р. Турген (а), на левом борту р. Мраморная (б).

Близость к мегаполису определила развитие инфраструктуры, строительство жилых и рекреационных объектов, защитных и укрепительных сооружений, прокладку дорожной сети в долине реки Улькен Алматы. Соответственно увеличились антропогенные нагрузки и в результате активизировались склоновые процессы. Например, в результате подрезки естественного откоса склона для расширения дорожной полосы в районе правого борта реки Кумбель, обнажились флювиогляциальные накопления в виде валунно-галечникового материала, отличающиеся рыхлостью своего сложения (рис. 1а). В свою очередь, оголившийся участок стал источником камнепадов и обвалов особенно при сейсмической активности и обильных осадках [2]. В районе космостанции, находящейся выше озера Улькен Алматы, по левому борту р. Мраморной развита серия осыпей, отличающихся по происхождению материнских горных пород:

гранитные и эффузивные обломки с характерными заостренными гранями дресвы и щебня. Используя специальную методику закраски створов для наблюдения за осыпью, описанную выше, произведено подробное описание еще одной осыпи (рис. 4б). Осыпь находится на левом борту р. Мраморная, экспозиция юго-восточная. Осыпь сложена из крупно-, средне- и мелкообломочных материалов от 3 см до 1,5 м, от дресвы до крупных глыб. Гравитационное распределение обломочного гранитного материала четко не прослеживается. Глыбами заполнен древний тальвег, сменяющийся постепенно мелкозернистым и среднеобломочным материалом. В целом осыпь представляет собой шлейф обломочных пород, образованный за счет слияния заполненных осыпным материалом двух тальвегов. По краям осыпи и вдоль нее развита кустарниково-травянистая растительность. Крутизна склона 32...35°, форма трапецевидная. Язык осыпи не доходит до современной горной речки Мраморная. Длина верхнего покрашенного створа 22 м, среднего 19,4 м, нижнего 19,0 м.

Работа по изучению и мониторингу склоновых рельефообразующих процессов является необходимой и востребованной. Для учета сейсмического фактора, когда подземные толчки сопровождаются нарушениями горных и береговых склонов, что проявляется в масштабных обвалах и осыпях. В условиях бесконтрольной застройки предгорной зоны, а также застройки горной зоны туристскими рекреационными объектами, возрастает опасность негативного воздействия склоновых процессов и нанесения физического и материального ущерба сооружениям и населению.

Результаты предварительного исследования обвалов и осыпей Иле и Жетысу Алатау являются основой для мониторинга развития склоновых рельефообразующих обвально-осыпных процессов. Результаты исследования будут рекомендованы при планировании хозяйственного освоения горных территорий для уменьшения негативного воздействия обвально-осыпных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жандаев М.Ж. Геоморфология Заилийского Алатау и проблемы формирования речных долин. – Алма-Ата: «Наука», 1972. – С. 55-59
2. Колотилин Н.Ф. Деформации горных и береговых склонов в условиях сейсмических и селевых районов Юго-Восточного Казахстана. – Алма-Ата, 1961. – С. 87-90.
3. Медеу А.Р. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Основы управления. – Алматы: 2011. Т.1. – С. 122-136

4. Национальный Атлас РК. – Алматы: 2006. Т.1. – С. 23, 57, 64.
5. Республика Казахстан: Том 1: Природные условия и ресурсы / Под ред. Н.А. Искакова, А.Р. Медеу. – Алматы: 2006. – С. 204-207

Поступила 11.11.2013

А.Г. Валеев

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ОПЫРЫЛЫП-ҚҰЛЛАУ ПРОЦЕССТЕРІН ЗЕТТЕУГЕ

Іле Алатауы мен Жетісу Алатауының табиғи жағдайларын сараптау салыстырмалы түрде жүргізілді. Іле Алатауындағы Кіші Түрген, Мраморная және Жетісу Алатауындағы Қора, Шыжын өзендерінің аңғарларындағы құламалы-сырғымалы жер бедерін құрушы үдерістері зерттелді. Негізгі құламалы-сырғымалы үдеріс алаңына мониторинг (түрлі-түсті немесе жай ақ бояу) бояу арқылы профиль жасалынады. Мониторинг арқылы алдағы уақытқа үдерістердің динамикалық өзгерістерін көре аламыз.

УДК 577.4:551.4(574.1)

Канд. геогр. наук Р.К. Темирбаева *

Канд. геогр. наук Ю.Ф. Лый *

**ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, СВЯЗАННЫЕ С
РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ)***РЕЛЬЕФ, ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭКОЛОГО-
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, КАРТОГРАФИРОВАНИЕ*

В статье рассмотрены актуальные проблемы воздействия промышленности на эколого-геоморфологические условия Алматинской области. По результатам исследования определены территории основного техногенного воздействия. Для обеспечения безопасного природопользования необходимо сохранение экологического баланса на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Промышленность технологически связана с процессами воздействия человека на окружающую среду. Стремительный рост потребления природных ресурсов сопровождается не только изменением масштабов антропогенного воздействия, но и появлением новых факторов, влияние которых на природу, ранее незначительное, становится доминирующим. Наносимый природным компонентам ущерб ведёт к ощутимым последствиям и отражает обратную реакцию этого воздействия (негативную для общества) обобщаемую понятием «современная экологическая ситуация». С этим связана актуальность проводимых исследований.

Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров, несмотря на то, что занимает незначительную часть (1,7 %) в объеме промышленного производства Алматинской области, приводит к значительным изменениям внешнего облика поверхности земли. Так, горнодобывающий тип производства связан с наибольшим изменением рельефа: созданием открытых (карьеры, отвалы) и подземных (шахт, терриконов) горных выработок. Из числа разведанных видов полезных ископаемых на территории области промышленный интерес представляли цветные металлы Текелийской группы месторождений, добыча которых из-за исчерпания запасов в настоящее время практически находится на завершающей

* Институт географии, г. Алматы

стадии. Активизируются работы по разведке и добыче руд благородных металлов. Например, одним из наиболее перспективных, по мнению специалистов, является Далабайское месторождение тонкодисперсного золота, расположенное в Коксуском районе. Месторождение по запасам золота оценивается как уникальное, его добыча открытым способом может вестись здесь несколько десятилетий очень активно. Открытая добыча считается наиболее рентабельной и экономичной. При открытой разработке месторождений происходит значительное нарушение поверхности и резко возрастает масса извлекаемой породы. В местах отработки появляются большие объемы отвалов породы, которая из-за низких содержаний в ней рудных компонентов не идет на переработку. На рис. 1 представлены отвалы извлеченных пород только на начальной стадии производственной деятельности предприятия.



Рис. 1. Отвалы Далабайского месторождения золота.

Помимо воздействия на рельеф при разработке месторождений наблюдается рост содержания рудных элементов в почвах и растениях. Далее отмирание зеленой массы растений приводит к повторному и часто более сильному загрязнению тяжелыми металлами поверхностного слоя почв, а ее сжигание – к загрязнению атмосферы.

Наиболее активно на территории области ведется разработка строительных материалов. В настоящее время основные разработки проводятся на участках, расположенных вблизи г. Алматы. Все месторождения (глин, песка, гравия, известняков, строительных камней и др.) выявлены и разведаны вблизи потребителей. Одним из таких районов добычи вблизи крупнейшего мегаполиса является месторождение Таскум в урочище Котырбулак (рис. 2). Вследствие выемки грунта в районах открытой добычи полезных ископаемых, откачки подземных вод, строительства дорог и других объектов в горной части, планировки склонов, прорывов во-

дохранилищ и т.д. развиваются техногенные процессы. Они вызывают оползни, просадки, обвалы, осыпи, изменение скорости направления процессов рельефообразования, изменение процессов почвообразования, загрязнение атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод продуктами дефляции отвалов; изменение микроклимата, изменение условий существования и развития биологического мира.



Рис. 2. Месторождение Таскум в урочище Котырбулак.

В ходе изменения геоморфологической среды происходит деградация почвенно-растительного покрова. Так, например, урочище Котырбулак является территорией распространения абрикоса обыкновенного – уникального генетического ресурса. Корневая система дикого абрикоса выполняет укрепляющую функцию, предотвращая такие опасные процессы как оползень, осыпь и др. Горнодобывающие работы, проводимые в урочище Котырбулак, ведут к сокращению распространения реликтового дикоплодового леса, что очень хорошо видно на рис. 3.



Рис. 3. Остатки дикоплодового леса у месторождения Таскум в урочище Котырбулак.

На территории Алматинской области практически на всех участках добыча полезных ископаемых ведется открытым способом, что приводит к изъятию больших территории, которые в большинстве случаев после завершения работ оказываются исключенными из местных экологических систем. Становясь впоследствии центрами опасных процессов, вовлекая все новые и новые участки земель.

При добыче руды открытым способом необходимо постоянное проведение взрывных работ, что приводит к накоплению в атмосфере пыли, концентрация которой превышает предельно-допустимые значения в десятки, а иногда сотни раз. Это приводит к угнетенному состоянию растительности, часто к ее гибели. У населения, проживающего около этих карьеров, учащаются заболевания дыхательных путей, особенно страдают дети. При добыче руды происходит процесс перемещения громадного количества пород, резко меняется рельеф территории. После отработки рудного месторождения остаются огромные карьеры, а рядом с ними вырастают «горы» из отвалов вынутых пород. Таким образом, можно проследить цепь взаимосвязанных изменений природного комплекса, вызванных добычей ископаемых. Добыча руды – нарушение и изъятие плодородных земель – изменение водного баланса – изменение растительности – полная перестройка ландшафта. Возникает техногенный, полностью преобразованный человеком ландшафт [2]. Таким образом, основными направлениями воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду являются: изъятие минерально-сырьевых (топливно-энергетические, цветные и черные металлы, горно-химическое сырье, гидроминеральные) и экологических ресурсов (земля, вода, воздух, флора, фауна); химическое и тепловое загрязнение биосферы; физическое воздействие (акустическое, электромагнитное, радиоактивное). Эти воздействия могут носить глобальный, локальный (проявляющийся в зоне радиусом от 15 до 70...100 км) и региональный (охватывающий обширные территории на удалении до 1000...1500 км) характер [1].

В целом на территории Алматинской области карьерами (без учета прилегающей промышленной зоны) занято порядка 55,5 км² или 0,02 % территории области. Карьеры были уточнены и оцифрованы по космическим снимкам Image 2013 Digital Globe и 2013 Cnes/Spot Digital Globe. Влияние горнодобывающей промышленности на природно-хозяйственную систему (ПХС) Алматинской области оценивалось по плотности размещения карьеров на единицу площади и рассчитывалось с помощью ГИС-модуля Spatial Analyst с разрешением 20 км (рис. 4).

Для предприятий перерабатывающей промышленности характерно значительно большее воздействие на состояние атмосферы и поверхностных вод, чем для добывающей. Из общего объема промышленных выбросов в атмосферу на долю перерабатывающей промышленности приходится около 80 %. Среди отраслей перерабатывающей промышленности в рамках исследуемого региона по объему выбросов можно выделить крупнотоннажные: в эту группу входят предприятия цветной металлургии, расположенные близ г. Текели и набирающие обороты предприятия по производству золота, а также предприятия по производству строительных материалов. Цветная металлургия – второй после теплоэнергетики загрязнитель биосферы диоксидом серы. В процессе обжига и переработки сульфидных руд, цинка, меди, свинца и некоторых других металлов в атмосферу выбрасываются газы, содержащие 4...10 % SO_2 . Кроме диоксида серы эти газы содержат трихлорид мышьяка, хлорид и фторид водорода и другие токсические соединения. Например, отработанное хвостохранилище Текелийского свинцово-цинкового комбината расположено практически в центре города, в непосредственной близости от жилых кварталов. На сегодняшний день отходы обогащения полиметаллических руд на хвостохранилище составляет около 8,2 млн. м³. В морфологическом составе хвостов обогащения полиметаллических руд имеются свинец – около 0,55 %, цинк – 0,48 %, железо – до 10 %, углерод – до 3 %, и оксиды кремния – 37...39 %. К числу специфических видов загрязнения перерабатывающей промышленностью можно отнести промышленные шумы, вибрацию, электромагнитное и тепловое излучение. Интенсивный шум регистрируется практически во всех технологических процессах машиностроительных предприятий; особенно выделяются кузнечно-прессовое, штамповочное, литейное производства [3]. Особенно сильное шумовое загрязнение создают группы промышленных предприятий, расположенных в пределах промышленных зон Талдыкоргана, Текелей, Капшага, Есика. Шум и вибрация оказывают негативное действие не только на человека, но также на сооружения, конструкции, в частности усиливают процесс коррозии металлов.

Огромный вред наносят водным ресурсам стоки целлюлозно-бумажной, пищевой и нефтехимической промышленности. Проблема загрязнения предприятиями пищевой и химической отраслей с каждым годом увеличивается, поскольку эти отрасли в силу ряда причин становятся отраслями специализации региона.

Согласно данным Министерства по чрезвычайным ситуациям РК порядка 141 промышленного предприятия Алматинской области включено в 1 группу опасности. Однако эти предприятия распределены по территории области неравномерно. В зависимости от степени концентрации в разрезе административных районов опасные промышленные предприятия распределились на пять групп. Так, самой высокой степени воздействия подвергается экология Карасайского и Жамбылского районов, имеющие соответственно 18 и 17 опасных объектов. Практически все обозначенные предприятия относятся к строительной индустрии. Значительной степени воздействия подвержены Илийский район и Талдыкорганская городская агломерация, имеющие по 13 опасных объектов. Это в основном промышленные предприятия, объекты энергетики и строительной индустрии. От 9 до 12 опасных объектов расположено в Енбекшиказахском (11), Талгарском (11) и Алакольском (9) районах, Капшагайской городской агломерации (10). Это в основном предприятия строительной, химической и пищевой промышленности. Следующую группу составляют административные территории, имеющие от 5 до 8 опасных объектов, отнесенных к слабой степени воздействия. Это Кербулакский район, имеющий 8 объектов, и по 5 объектов в Панфиловском и Уйгурском районах в основном представляющих строительную индустрию. К незначительной степени воздействия отнесены административные районы, имеющие на своей территории от 1 до 4 опасных объектов. В Каратальском, Райымбекском районах расположено по 4 опасных объекта, Коксуском районе и Текелийской городской агломерации по 3, Балхашском, Ескельдинском, Саркандском районах по 2 и Аксуском – 1.

В иерархии отраслей теплоэнергетический комплекс страны занимает после нефтяной и угольной промышленности третью позицию. Развитие электроэнергетики является основой успешного развития экономики и ее стратегических задач.

Водно-рельефные особенности Алматинской области способствуют производству гидроэлектроэнергии (рис. 5). Определенным положительным качеством развития ГЭС является отсутствие необходимости в топливе для производства электроэнергии, ведущим в результате к отсутствию загрязняющих окружающую среду вредных выбросов, а также простота обслуживания и эксплуатации сооружения. Однако существуют и определенные минусы – это большие материальные затраты, при перекрытии рек затапливаются огромные территории и создается препятствие для рыбы и других водных обитателей, а также строительство ГЭС чаще всего

возможно только в определенных местах, часто отдаленных от потребителей. ГЭС относятся к разряду так называемых альтернативных источников энергии. Устанавливаются, как правило, на горных реках с целью использования очень большой скорости течения. На равнинных реках их сооружение может приводить к затоплению больших площадей пойменных лугов и пахотных земель, лесов, снижению рыбных запасов и другим последствиям. Таким образом, определяя гидротехнический тип техногенного воздействия.

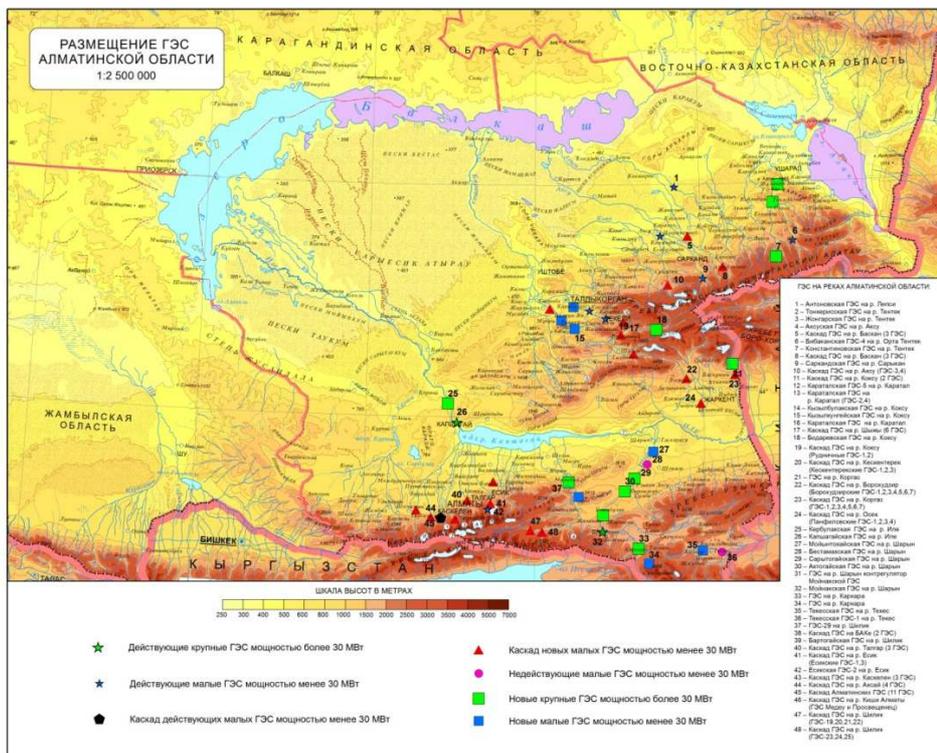


Рис. 5. Размещение ГЭС в Алматинской области.

Гидротехнический тип техногенного воздействия встречается там, где развиты положительные (дамбы, плотины) и отрицательные (водохранилища, каналы) формы рельефа, активизируя экзогенные процессы, такие как: абразия, линейная эрозия, болотообразование, подтопление, аллювиальная и озерная аккумуляция и т.д.

На территории Казахстана создано много водохранилищ, обеспечивающих водохозяйственные потребности промышленных и сельскохозяйственных районов. Одним из крупных является Капчагайское водохранилище с плотинной ГЭС высотой 56 м расположенное на р. Или. Вве-

дена в действие крупная Мойнакская ГЭС. Также на территории области действуют 8 малых ГЭС и 1 каскад (состоящий из 11 ГЭС). Кроме того, для более эффективного использования энергетических ресурсов горных рек планируется строительство около 10 крупных ГЭС, мощностью более 30 МВт на реках Тентек, Коксу, Шарын, Или и др.; 7 малых ГЭС мощностью менее 30 МВт на реках Каратал, Коксу, Шарын, Текес и др.; 18 каскадов малых ГЭС мощностью менее 30 МВт на реках Баскан, Аксу, Коксу, Шилик и др.

Кроме того имеются малые водохранилища, которые используются промышленными центрами районов, чаще служат для обеспечения водой различных отраслей сельского хозяйства, для хозяйственно-питьевых нужд.

Для крупных и сложных гидроузлов сооружаются бетонные плотины с приплотинными зданиями, водосбросами, шлюзами. Строительство более простых водохранилищ возможно с применением насыпных и камненабросных плотин. Во всех случаях плотины должны обеспечивать устойчивость. К сожалению, случаи прорыва низких (до 10 м) плотин нередки, тогда в результате внезапного выброса воды образуются глубокие эрозионные врезы и формируются селевые потоки.

Частыми негативными процессами в водохранилищах, приводящими к локальной трансформации прилегающего рельефа, являются фильтрация, подтопление или переработка берегов, что требует дополнительных защитных мероприятий. На крутых берегах абразия стимулирует обвалы и оползни, низкие, пологие берега подтапливаются и заболачиваются.

В целом снижение негативного воздействия гидроэнергетических объектов возможно посредством постоянного мониторинга уровня вод. Считается, что малая гидроэнергетика является альтернативой централизованному энергоснабжению для удаленных и труднодоступных районов. Использование мини-ГЭС позволяет зафиксировать стоимость энергоресурсов на приемлемом для потребителя уровне, решает проблему перебоев электроэнергии.

Таким образом, под землями промышленности и других несельскохозяйственных предприятий занято 1 % территории области, или 235,2 тыс. га [4]. Заметен рост площади земель промышленности на 1,2 тыс. га с 2008 года.

Анализ и картирование территории исследования с применением геоинформационных технологий, в частности применение метода дешифрирования космических снимков, выявил основные очаги техногенного воздействия. В ходе работ рассмотрены основные отрасли промышленности,

включающие горнодобывающую, обрабатывающую и гидроэнергетику. Воздействие названных отраслей на природно-хозяйственную систему Алматинской области определяется нарушением и изъятием плодородных земель, изменением водного баланса, промышленными выбросами токсичных веществ в атмосферу и водоемы. Также имеются специфические загрязнители – это промышленные шумы, вибрация, электромагнитное, тепловое излучение и др. По результатам исследования определились территории основного техногенного воздействия – это юг и юго-восточная часть области. А в целом центры техногенного воздействия концентрируются вокруг Алматинского мегаполиса и других крупных населенных пунктов области.

Масштабное вовлечение природных ресурсов в активную хозяйственную деятельность не сопровождается реализацией адекватных мер по сохранению, восстановлению, охране от загрязнения и деградации окружающей среды и предупреждением развития опасных процессов в результате некорректного природопользования. В итоге несбалансированной политики, сопровождающейся риском различных природных чрезвычайных ситуаций (особенно в горных районах региона), образовались территории с напряженной экологической ситуацией, в которых необходимо реализовывать специальные программы безопасного природопользования и создания условий для жизнедеятельности людей. В настоящее время безопасность природопользования понимается как совокупность условий и мероприятий рационального освоения и использования земельного фонда, ландшафтов, минеральных ресурсов, обеспечивающих стабильность экосистем в целом и минимальный уровень воздействия негативных антропогенных и техногенных воздействий на здоровье людей. Для обеспечения безопасного природопользования необходимо сохранение экологического баланса на локальном, региональном и глобальном уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базарова С.Б. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности // Региональная экономика и управление: электр. науч. журн. / Вятский государственный университет [Электронный ресурс]. – Киров: ООО «Международный центр научно-исследовательских проектов», 2007. – №2 (10). – № гос. регистрации статьи 0420700035/0016. – Режим доступа к журн.: <http://region.mcniip.ru>
2. Колосов А.В. Эколого-экономические принципы развития горного производства. – Москва: «Недра», 1987.

3. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. – Москва: «Недра», 1990.
4. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель РК за 2011 год. – Астана: 2012. – 250 с.

Поступила 1.10.2013

Геогр. ғылымд. канд. Р.К. Темирбаева

Геогр. ғылымд. канд. Ю.Ф. Лый

**ӨНЕРКӘСІП ДАМУЫМЕН БАЙЛАНЫСТЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-
ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАР (АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ
МЫСАЛЫНДА)**

Мақалада Алматы облысының экологиялық-геоморфологиялық жағдайларына өнеркәсіптің әсер ету мәселелері қарастырылған. Зерттеу нәтижелері бойынша басты техногендік әсерге ұшыраған аумақтар анықталды. Қауіпсіз табиғатты пайдаланумен қамтамасыз ету үшін жергілікті, аймақтық және галамдық деңгейлерде экологиялық тепе теңдікті сақтау қажеттілігі анықталды.

УДК 911.3.001

Канд. геогр. наук Р.Ю. Токмагамбетова *

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ОПУСТЫНИВАНИЯ НА ДЕМОГРАФИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ
КАЗАХСТАНА И ИХ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ***ЭКОЛОГО-ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ, ИНДИКАТОРЫ
ОПУСТЫНИВАНИЯ, ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ, УРОВЕНЬ ЖИЗ-
НЕСПОСОБНОСТИ*

В результате исследования, подверженных процессам опустынивания регионов Казахстана, определена демографическая ситуация, формирующая различный уровень жизнеспособности населения, его состояние здоровья и факторы риска. Составлена карта, на которой фоном отражена степень остроты демографической ситуации и определены мероприятия для стабилизации и улучшения демографических процессов Республики Казахстан.

Основными критериями воздействия процессов опустынивания на эколого-демографическую ситуацию является снижение общего уровня жизнеспособности населения, его здоровье и экологическая миграция. Уровень жизнеспособности населения зависит от генетических особенностей организма, образа жизни населения, социально-экономического уровня развития регионов, природно-климатических условий территорий и др. Критерии оцениваются на основе характеризующих их индикаторов, а основными показателями здоровья населения являются ожидаемая продолжительность жизни, заболеваемость и рождаемость. Индикатором оценки миграционных процессов населения является отрицательное сальдо миграции (табл. 1).

На жизнеспособность населения постоянно воздействуют неблагоприятные факторы окружающей среды. Для снижения их воздействия на демографическую ситуацию в регионах, подверженных процессам природного и техногенного опустынивания необходимо осуществить ряд мероприятий:

- по определению критериев риска заболеваемости населения;
- по проведению систематического контроля гигиенических показателей (вода, воздух), в связи с загрязнением окружающей среды и неблагополучной санитарно-эпидемиологической обстановкой;

* Институт географии, г. Алматы

- по стабилизации и улучшение демографической ситуации в регионах;
- по разработке системы миграционных потоков, их направленности и регулированию.

Таблица 1

Критерии и индикаторы оценки воздействия процессов опустынивания на эколого-демографическую ситуацию

Критерий	Индикатор
Здоровье населения	рост смертности населения;
	рост младенческой смертности;
	сокращение рождаемости;
	сокращение ожидаемой продолжительности жизни;
	рост заболеваемости населения.
Миграция населения	превышение количества эмигрантов над иммигрантами

В настоящее время реализуется ряд национальных программ направленных на повышение уровня жизни и улучшение состояния здоровья населения, снижение материнской и младенческой смертности особенно в перинатальном периоде. Это Государственная программа развития здравоохранения Республики Казахстан «Саламатты Қазақстан» на 2011...2015 годы; Кодекс Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения» от 18 сентября 2009 г.; Программа «Охрана здоровья матери и ребенка»; Программа «Строительство 100 школ и 100 больниц; Программа «Здоровый образ жизни» на 2008...2016 годы, Закон «О миграции населения», «Концепция миграционной политики Республики Казахстан на 2007...2015 годы».

Проблема ухудшения эколого-демографической ситуации имеет место в регионах, расположенных в пустынных и полупустынных природных зонах Казахстана (Кызылординская, Южно-Казахстанская, Жамбылская, Атырауская, Мангистауская и Западно-Казахстанская области), а также в регионах с развитой горнодобывающей промышленностью, подверженных процессам техногенного опустынивания (Карагандинская, Восточно-Казахстанская). Необходимо отметить ухудшение экологической ситуации в крупных городах и промышленных центрах Казахстана, характеризующихся высокой концентрацией населения, где отмечается повышенный уровень заболеваемости населения.

Данное исследование направлено на выявление проблем в сфере демографии в регионах, подверженных процессам опустынивания. Важ-

ным его элементом стала разработка методов оценки эколого-демографической ситуации для принятия организационных и управленческих решений для повышения уровня жизнеспособности населения страны. В результате изучения эколого-демографических процессов автором определены демографические ситуации, формирующие различный уровень жизнеспособности населения, состояние здоровья и факторы его риска. Под выявлением демографических ситуаций подразумевается: установление перечня (набора) демографических проблем; пространственная их локализация; определение комбинаций (сочетания) демографических проблем и отнесение выявленного ареала к той или иной степени остроты демографической ситуации.

В результате научных исследований были установлены причинно-следственные связи между факторами природной и природно-антропогенной среды и состоянием здоровья населения. По состоянию на 01.01.2011 г. на территории Казахстана выделено пять уровней демографической ситуации (стабильная, умеренная, удовлетворительная, напряженная и критическая) (рис. 1).

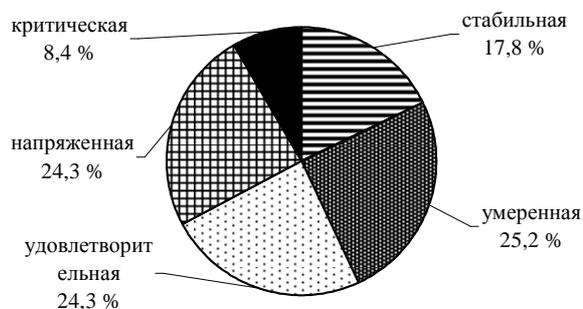


Рис. 1. Структура распределения районов Республики Казахстан по уровням демографической ситуации, %.

Методика анализа и оценки статистических показателей эколого-демографического состояния регионов Казахстана в условиях опустынивания, позволили выявить очаги эколого-демографической депрессивности [1-5]. В результате анализа демографических индикаторов была составлена карта мероприятий для стабилизации и улучшения демографической ситуации.

Фоном на карте показывается степень остроты демографической ситуации, которая определена пятиступенчатой градацией: стабильная (менее 14 баллов), умеренная (15...17 баллов), удовлетворительная (18...20 баллов), напряженная (21...23 балла) и критическая (24 и более

балла). Значками на карте обозначены показатели демографических процессов, по которым, необходимо проведение мероприятий для стабилизации и улучшения здоровья и сокращения смертности населения в пределах административных районов Казахстана.

Стабильная ситуация наблюдается на 15,8 % территории в 32 административных районах Южно-Казахстанской, Мангистауской, Алматинской, Жамбылской областей, которые практически не нуждаются в мероприятиях по улучшению демографической ситуации. *Умеренная ситуация* зафиксирована на 22,2 % территории Казахстана в 45 районах Костанайской, Алматинской, Актюбинской, Жамбылской, Западно-Казахстанской областей, в которых необходимо проведение мероприятий по стабилизации демографической ситуации по 1...2 индикаторам здоровья. *Удовлетворительная ситуация* отмечается на 17,2 % территории в 35 административных районах Акмолинской, Павлодарской, Костанайской, Кызылординской, Западно-Казахстанской областей, в которых необходимо проведение мероприятий по улучшению демографической ситуации по 3 индикаторам здоровья. *Напряженная ситуация* отмечена на 31,5 % территории в 64 административных районах Акмолинской, Костанайской, Карагандинской, Северо-Казахстанской и Восточно-Казахстанской областей республики, в которых необходимо проведение мероприятий по улучшению демографической ситуации по 3...4 индикаторам здоровья. *Критическая ситуация* наблюдается на 13,3 % территории в 27 районах Восточно-Казахстанской и Карагандинской областей, где необходимо проведение мероприятий по всем показателям здоровья (рис. 2).

Мероприятия по стабилизации и улучшению демографической ситуации районов Республики Казахстан

Мероприятия по повышению рождаемости

- усиление государственной поддержки для многодетных семей, включая поддержку семьи в воспитании детей;
- развитие системы предоставления пособий в связи с рождением и воспитанием детей (увеличение размеров пособий с учетом инфляции);
- создание механизмов оказания дополнительной поддержки неполным семьям с детьми и многодетным семьям с низкими доходами, семей, принимающих на воспитание детей, оставшихся без попечения родителей, а также семей, имеющих детей-инвалидов;
- обеспечение услуг дошкольного образования на основе развития всех форм дошкольных образовательных организаций, повышения доступности и качества их услуг;

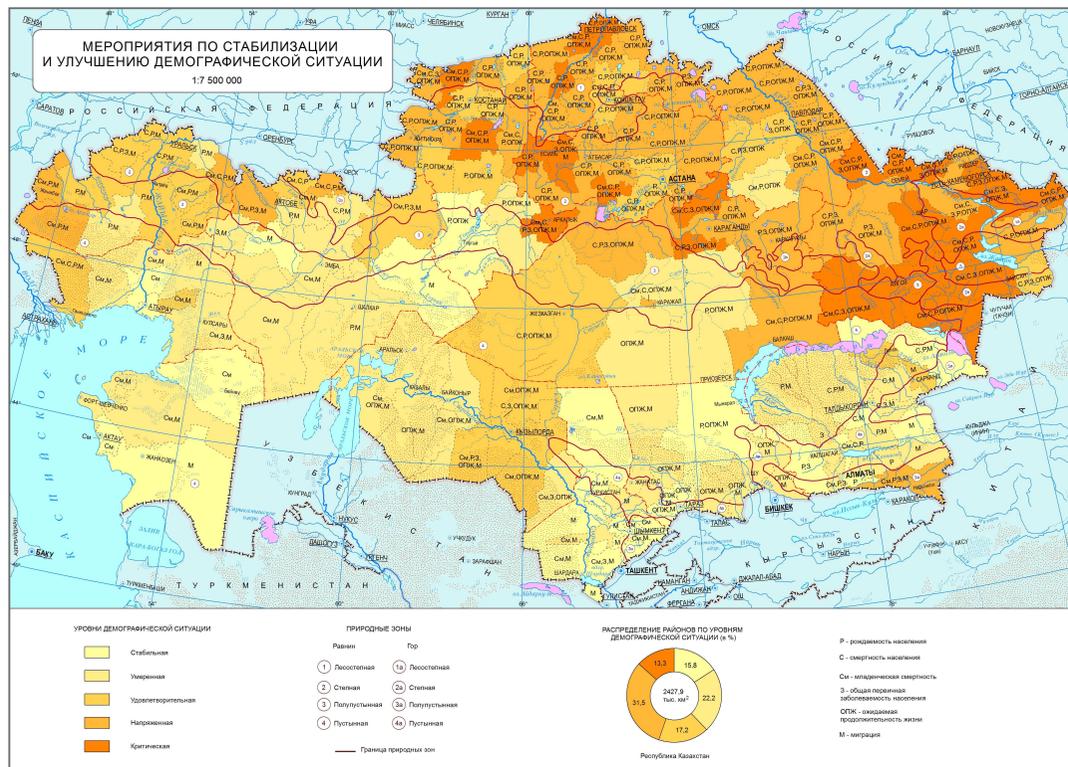


Рис. 2. Мероприятия по стабилизации и улучшению демографической ситуации Республики Казахстан. (Карта составлена Токмагамбетовой Р.Ю.).

- создание условий доступности жилья многодетным семьям и молодым семьям с детьми, за счет развития ипотечного кредитования, расширения строительства доступного жилья, с одновременным строительством объектов социальной инфраструктуры;
- реализация региональных программ обеспечения жильем молодых семей, разработка системы дополнительных мер, направленных на обеспечение жильем малоимущих граждан с детьми, нуждающихся в жилых помещениях;
- создание государственного резервного жилищного фонда по первоочередному предоставлению жилья детям, оставшимся без попечения родителей, по окончании их пребывания в образовательных и иных учреждениях, в приемных семьях, а также по окончании службы в Вооруженных Силах Республики Казахстан;
- реализация комплекса мер по содействию занятости женщин, имеющих малолетних детей, в целях обеспечения совмещения родительских и семейных обязанностей с профессиональной деятельностью;
- создание для женщин, выходящих из отпуска по уходу за ребенком, условий, способствующих их возвращению к трудовой деятельности;
- расширение использования гибких форм занятости матерей имеющих малолетних детей (в том числе надомный труд, частичная занятость), позволяющих совмещать работу с воспитанием детей;
- развитие системы льгот при оплате жилищно-коммунальных услуг в зависимости от материального положения многодетных семей.

Мероприятия по сокращению смертности

- оснащение и кадровое обеспечение учреждений здравоохранения в соответствии со стандартами, создание необходимых служб в региональных учреждениях здравоохранения, повышение доступности высокотехнологичной медицинской помощи;
- сокращение уровня смертности и травматизма в результате дорожно-транспортных происшествий за счет повышения качества дорожной инфраструктуры, дисциплины на дорогах, организации дорожного движения, оперативности и качества оказания медицинской помощи;
- сокращение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода к системе управления профессиональными рисками в сфере охраны труда и за счет экономической мотивации для улучшения работодателем условий труда;

- сокращение уровня смертности от самоубийств, за счет повышения эффективности профилактической работы с гражданами из групп риска, направленной на предупреждение суицидов;
- сокращение уровня смертности от онкологических заболеваний за счет внедрения программ профилактики, а также за счет скрининговых программ раннего выявления онкологических заболеваний;
- сокращение уровня смертности от ВИЧ/СПИДа и туберкулеза за счет совершенствования программ профилактики и лечения этих заболеваний с применением новых инновационных технологий лечения;
- внедрение специальных медико-познавательных программ для населения старших возрастных групп;
- повышение доступности медицинской помощи для жителей сельской местности и отдаленных районов.

Мероприятия по сокращению младенческой смертности

- усовершенствование ведения мониторинга медико-демографических показателей;
- необходимость определения научно обоснованной системы мер по снижению младенческой смертности;
- эффективное использование современных подходов к организации вскармливания детей первого года жизни, включая рациональное питание новорожденных;
- открытие новых перинатальных центров с использованием современных технологий по выхаживанию недоношенных детей;
- обеспечение дополнительными койками для оказания реанимационной помощи новорожденным в родовспомогательных учреждениях;
- оснащение женских консультаций аппаратами экспертного класса для проведения УЗИ плода с целью выявления врожденных пороков развития;
- организация систематического гигиенического воспитания и обучения матерей по ведению здорового образа жизни;
- обеспечение органами и учреждениями социальной системы социально-психологической поддержки семьям, потерявшим ребенка;
- включение в программы до- и последипломного среднего и высшего медицинского образования вопросы организации мониторинга факторов риска возникновения случаев младенческой смертности и принятия адекватных управленческих решений.

Мероприятия по сокращению общей первичной заболеваемости населения в регионах

- формирование у различных групп населения, мотивации для ведения здорового образа жизни через СМИ;
- привлечение населения к занятиям физической культурой, туризмом и спортом;
- разработка мер, направленных на снижение потребляемого алкоголя, осуществление профилактических программ, направленных на запрет потребления алкоголя и табачных изделий детьми и подростками;
- создание эффективной системы профилактики социально значимых заболеваний и предупреждение факторов их развития;
- развитие реабилитационной деятельности, направленной на обеспечение максимальной социализации инвалидов;
- внедрение комплексных оздоровительных и реабилитационных программ после перенесенных заболеваний и травм;
- разработка мер, направленных на сохранение здоровья и продление трудоспособного периода жизни пожилых людей, развитие геронтологической помощи;
- создание эффективной системы здравоохранения, обеспечивающей улучшение состояния здоровья граждан, путем повышения доступной, качественной медицинской помощи;
- укрепление материально-технической базы здравоохранения, внедрение современных технологий, комплектация передвижными средствами медицинской скорой помощи и врачей узких специальностей;
- привлечение молодых специалистов на работу в сельскую местность с созданием необходимых социальных условий;
- увеличение объемов оздоровительных мероприятий в сельских населенных пунктах;
- создание дневных стационаров, для лечения больных в амбулаторных условиях;
- стабилизация ситуации по социально-значимым заболеваниям (туберкулез, бруцеллез, злокачественные новообразования, ВИЧ/СПИД, болезни системы кровообращения);
- улучшение санитарно-эпидемиологической ситуации в регионах;
- обеспечение доступа населения к основным жизненно важным лекарственным средствам;

- повышение эффективности использования бюджетных средств, за счет совершенствования финансирования;
- регулярное ведение мониторинга состояния здоровья в региональном разрезе по отдельным группам населения, в частности детей, подростков и женщин репродуктивного возраста, наиболее подверженных рискам различных заболеваний.

Мероприятия по повышению ожидаемой продолжительности жизни населения

- повышение доступности и качества медицинской помощи для всех категорий населения, в т.ч. для жителей сельской местности, включая специализированную помощь;
- улучшение материально-технического обеспечения учреждений здравоохранения;
- развитие системы здравоохранения для оказания высокотехнологичной медицинской помощи, реализации мер первичной профилактики заболеваний;
- развитие системы экстренной неотложной медицинской помощи больным, в том числе страдающим сердечно-сосудистыми заболеваниями;
- повышение оперативности и качества оказания медицинской помощи людям, пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях;
- совершенствование технологий и подходов к профилактике табако-курения, злоупотребления алкоголем, наркотиками и другими психоактивными веществами;
- совершенствование моделей межведомственного взаимодействия в вопросах профилактики и реабилитации больных, страдающих социально значимыми заболеваниями, в том числе туберкулезом, ВИЧ/СПИДом, наркоманией;
- развитие системы управления профессиональными рисками, улучшение условий труда за счет экономической мотивации работодателей;
- проведение мероприятий по улучшению экологической обстановки и ослаблению вредных средовых воздействий на здоровье людей, усиление государственного контроля качества продовольствия, питьевой воды, состояния окружающей природной среды;
- повышение качества дорожной инфраструктуры, дисциплины на дорогах, организации дорожного движения, направленной на сокращение уровня смертности и травматизма в результате дорожно-транспортных происшествий;

- разработка социальной рекламы, медико-просветительских программ, информационных проектов, ориентированных на различные группы населения и учитывающих их социально-психологические и культурные особенности;

- развитие материальной базы для занятий физической культурой и спортом в учреждениях дошкольного, общего среднего, начального и среднего профессионального образования;

- реализация программы бесплатного обеспечения детей первых трех лет жизни специальными молочными и сухими продуктами детского питания.

Мероприятия по стабилизации и регулирования миграционных потоков населения на территории Республики Казахстан

- разработать системы миграционных потоков, их направленность в точки экономического роста и регулирование, подкрепление материально-технической базой и стимулированием;

- создать стимулы для привлечения населения в точки экономического роста, малые города и сельские населенные пункты на добровольной основе вслед за развитием производства, наличием условий для проживания (вода, экология, климат) с учетом демографической ситуации и политики в регионах;

- предоставить государственные гарантии и льготы;

- выдать субсидии на компенсацию денежных и финансовых затрат на переезд;

- оказывать помощь мигрантам в приобретении жилья на новом месте;

- использовать современные формы кредитования программ добровольного переселения.

Таким образом, разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность страны в регионах подверженных процессам опустынивания, направлена на улучшение жизнеспособности населения. Предложенные мероприятия будут направлены на повышение жизненного уровня и улучшения здоровья населения для сохранения эколого-демографического равновесия в регионах РК подверженных опустыниванию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2011 г. Статистический сборник. Астана-Алматы: 2012. – 320 с.
2. Кочуров Б.И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий). // Тр. ИГ РАН. – 1997. – 156 с.

3. Стурман В.И. Экологическое картографирование. – Ижевск: Удмуртский университет, 2000. – 152 с.
4. Токмагамбетова Р.Ю. Закономерности формирования и развития эколого-демографических процессов Казахстанского Приаралья: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 2001. – 23 с.
5. Токмагамбетова Р.Ю. Методика эколого-демографического районирования по степени депрессивности // Республика Казахстан, Том III. Окружающая среда и экология / Под ред. Н.А. Искакова, А.Р. Медеу / Экология человека – Алматы, 2010. – С. 314-318.

Поступила 30.10.2013

Геогр. ғылымд. канд. Р.Ю. Токмагамбетова

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДЕМОГРАФИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ШӨЛДЕНУ ӘСЕРІН ТӨМЕНДЕТУ ШАРАЛАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ КАРТОГРАФИЯЛАУ

Қазақстан аймақтарындағы экологиялық-демографиялық процестерді зерттеудің нәтижесінде шөлдену процессіне ұшыраған халықтың өміршеңдігінің әр түрлі деңгейін, денсаулық ахуалы мен оның қауіп-қатерлі факторларын қалыптастыратын демографиялық жағдайлары бізге белгілі. Ұсынылған картада демографиялық жағдайдың өткірлік дәрежесі аясымен көрсетілген бес баспалдақты бірізділіктің бойына қарай тұрғызылған: Қазақстан Республикасының демографиялық процестерін жақсарту мен тұрақтандыру үшін тұрақты, бірқалыпты, қанағатандыратын, кернеулі және сыни шаралар анықталған.

УДК 504.054

О.В. Савинкова *

Н.А. Тирская *

**СТЕПЕНЬ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И
ТКАНЯХ ЛЕЩА И СУДАКА ОЗЕРА ЗАЙСАН***ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, СТЕПЕНЬ НАКОПЛЕНИЯ, ЗАКОНОМЕРНОСТЬ, ОРГАНЫ И ТКАНИ РЫБ, БЕНТОФАГ, ХИЩНИК, ОЗЕРО ЗАЙСАН*

В статье представлены сведения о распределении и накоплении тяжелых металлов в органах и тканях (печень, жабры, мышцы) леща и судака, выловленных из озера Зайсан в районе Тарбагатайского побережья. Установлены закономерности распределения токсикантов (медь, цинк, кадмий, свинец) в исследованных органах рыб в зависимости от видовой принадлежности особи, возраста, типа питания, местообитания, функциональных особенностей органов и физико-химических свойств металла.

В рыбохозяйственные водоемы поступает большое количество вредных веществ, многие из которых обладают биологической активностью и способны аккумулироваться в тканях гидробионтов. В их число входят приоритетные загрязнители как органической, так и неорганической природы. Среди всех известных поллютантов, тяжелые металлы представляют наибольший интерес ввиду их стабильности в водной среде, способности к аккумуляции, трансформации внутри биоценоза водоема и высокой токсичности для водных организмов.

Большинство тяжелых металлов в естественных условиях представляют собой микроэлементы, необходимые для развития гидробионтов и способные, подобно биогенным соединениям, вызывать лимитирование роста при их дефиците, но в больших количествах они являются ксенобиотиками [3]. При этом воздействие низких концентраций тяжелых металлов на гидробионты в условиях постоянного загрязнения водных объектов является довольно опасным: уменьшаются индексы видового разнообразия, нарушаются темпы и процессы биопродуцирования, происходит смена доминантных видов биоценоза и т.д. [5].

* Алтайский филиал ТОО «КазНИИРХ», г. Усть-Каменогорск, ВКО.

Уровень накопления тяжелых металлов в различных органах и тканях рыб зависит, главным образом, от видовой принадлежности особи, ее возраста и физиологического состояния, типа питания, а также условий среды, в которой формируется доза воздействия [2]. В соответствии с требованиями, предъявляемыми Объединенной Комиссией ФАО/ВОЗ по пищевому кодексу, наиболее важен контроль содержания в рыбе следующих микроэлементов: кадмия, свинца, меди, цинка, ртути [7].

Цинк и медь – как эссенциальные элементы – имеют высокую физиологическую значимость для жизнедеятельности любого вида рыб. В частности, по степени биологического поглощения цинк сопоставим с такими элементами, как калий, кальций и магний. Кроме того, для цинка характерны синергетические свойства: комбинация цинка и меди для рыб во много раз токсичнее, чем каждый элемент в отдельности [3].

Свинец и кадмий – наиболее распространенные токсические элементы-ксенобиотики, представляющие серьезную угрозу для гидробионтов. Включаясь в метаболический цикл, могут вызывать различные физиологические, генетические нарушения. При повышенных концентрациях они проявляют высокую токсичность, оказывая вредное влияние на состояние, как отдельных организмов, так и экосистем в целом.

Среди трех основных групп рыбной части сообщества, различающихся по типу питания, фитофаги и бентофаги накапливают элементы в больших количествах, нежели хищники, что связано с накоплением тяжелых металлов в объектах их питания [1].

Знания о составе и количестве металлов в органах и тканях (прежде всего, в мышечной) промысловых рыб имеют важное практическое значение. Рыбы являются одним из компонентов пищевого рациона населения, и избыточное содержание металлов в рыбопродуктах, в конечном итоге, отражается на здоровье человека как потребителя продукции.

Целью настоящих исследований являлось определение содержания тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий) в жабрах, печени и мышечной ткани разных видов рыб из озера Зайсан.

В качестве объекта исследования были выбраны представители основных промысловых видов рыб, различающихся по типу питания – лещ и судак. Судак – ценный объект промысла, хищник. Данный вид плохо переносит загрязнение водоемов и при попадании в них токсических веществ гибнет раньше большинства других видов рыб [4]. Лещ – ценная промысловая рыба с широким ареалом распространения. Данный вид яв-

ляется детритофагом и уровень накопления в нем химических веществ зависит не только от концентраций их в воде, но и в донных отложениях и в бентосных беспозвоночных.

Материалом исследований послужили органы и ткани рыб, отловленных в озере Зайсан в районе Тарбагатайского побережья (мыс Волчий и мыс Актубек). Пробы отбирались у свежепойманной рыбы у младше- и средневозрастной категории (по длине) рыб во время летних контрольных уловов ставными сетями. После отбора проб исследуемых гидробионтов органы и ткани рыбы были упакованы в герметичные полиэтиленовые пакеты и хранились в морозильной камере холодильника.

Определение меди, свинца, кадмия, цинка в пробах биологических образцов проводилось на базе санитарно-гигиенической лаборатории РГКП «ВКО ЦСЭЭ» с помощью атомно-абсорбционного и инверсионного вольтамперометрических методов. Результаты исследований представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в органах и тканях леща разных возрастных групп из озера Зайсан Тарбагатайского побережья за ряд лет

Органы рыб	Год исследования	Содержание тяжелых металлов, мг/кг			
		медь	цинк	кадмий	свинец
младшевозрастные					
Печень	2007	7,30	1,10	0,011	0,0440
	2013	1,70	0,18	0,036	0,0038
Жабры	2007	0,18	11,00	0,000	0,0470
	2013	0,00	0,02	0,000	0,0000
Мышцы	2007	0,27	2,70	0,000	0,0230
	2013	0,00	0,00	0,000	0,0006
средневозрастные					
Печень	2007	17,00	4,40	0,052	0,0000
	2010	4,60	5,10	0,039	0,0000
	2013	0,97	0,25	0,038	0,0320
Жабры	2007	1,60	1,00	0,000	0,0850
	2010	0,00	4,10	0,120	0,1200
	2013	0,40	0,31	0,042	0,0550
Мышцы	2007	0,00	2,20	0,000	0,0000
	2010	0,00	2,20	0,000	0,0260
	2013	1,51	0,10	0,000	0,0000
В среднем	2007	4,39	5,07	0,011	0,0330
	2013	0,76	0,14	0,019	0,0150

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в органах и тканях судака разных возрастных групп из озера Зайсан Тарбагатайского побережья за ряд лет

Органы рыб	Год исследования	Содержание тяжелых металлов, мг/кг			
		медь	цинк	кадмий	свинец
младшевозрастные					
Печень	2007	3,300	0,730	0,000	0,0000
	2013	0,000	0,092	0,026	0,0000
Жабры	2007	0,480	5,900	0,000	0,0470
	2013	0,001	0,230	0,043	0,0180
Мышцы	2007	0,360	1,300	0,005	0,0003
	2013	0,043	0,006	0,000	0,0060
средневозрастные					
Печень	2007	7,500	5,900	0,000	0,0000
	2013	0,000	0,017	0,002	0,0000
Жабры	2007	0,480	5,900	0,000	0,0470
	2013	0,000	0,210	0,005	0,0120
Мышцы	2007	0,002	2,800	0,023	0,0350
	2013	0,027	0,070	0,000	0,0000
В среднем	2007	2,020	3,760	0,005	0,0220
	2013	0,012	0,100	0,013	0,0060

В результате исследований выявлено, что среди определяемых элементов медь и цинк характеризовались наибольшими содержаниями во всех исследуемых органах и тканях, содержание свинца и кадмия было невелико. Данная закономерность проявлялась как у судака, так и у леща, причем независимо от их возрастных категорий и местообитания.

При сопоставлении полученных данных за разные годы исследований можно отметить, что среднее содержание тяжелых металлов в биологических образцах рыб в 2007 г. было значительно выше, чем в 2013 г.

По степени накопления в органах и тканях рыб (относительно среднего содержания) исследуемые тяжелые металлы можно расположить в следующий убывающий ряд:

Лещ: $Cu (Zn) > Pb (Cd)$,
Судак: $Zn > Cu > Pb (Cd)$.

Необходимо отметить, что в исследованных органах леща наблюдалось замещение одних металлов другими. При доминирующей роли ионов меди над цинком доля кадмия над свинцом возрастала, и наоборот. Распределение металлов в организме судака носило более стабильный характер: среднее содержание цинка превалировало над медью, происходило

лишь замещение свинца кадмием, и наоборот. Ниже представлена характеристика леща и судака по уровню накопления в них тяжелых металлов.

Лещ. Наибольшие концентрации поллютантов в организме леща отмечены в печени и жабрах. Это объясняется тем, что жабры непосредственно контактируют с водной средой, а печень является депонирующим органом, где накапливаются многие микроэлементы.

В отношении накопления цинка в органах и тканях леща каких-либо закономерностей не выявлено. Высокие концентрации этого элемента наблюдались как у рыб младшевозрастных групп, так и у средневозрастных групп в печени и жабрах в изучаемые годы исследований.

Медь аккумулировалась преимущественно в печени рыб. Для рыб с длиной тела до 21 см (младшевозрастная категория) прослеживалась некоторая особенность по степени накопления: печень > мышцы ≥ жабры. Для рыб с длиной тела от 22 до 29 см (средневозрастная категория) аналогичной закономерности не выявлено, высокие содержания отмечались, как в печени, так и в мышцах (табл. 1).

Кадмий и свинец являются наиболее токсичными элементами. Распределение кадмия по степени накопления в различных органах зависит от возраста рыбы. На рис. 1 представлены ряды по убыванию обнаруженных в них средних концентраций кадмия в органах и тканях разных возрастных категорий леща.

<i>Младшевозрастная группа</i>	<i>Средневозрастная группа</i>
<i>печень > мышцы = жабры</i>	<i>жабры > печень > мышцы</i>

Рис. 1. Схема распределения содержания кадмия в органах и тканях леща разных возрастных групп из озера Зайсан Тарбагатайского побережья.

Основным депо по накоплению свинца для средневозрастной группы леща являются жабры, для младшевозрастной группы наряду с жабрами, повышенные концентрации отмечены также в печени (см. табл. 1).

Судак. При сопоставлении уровня накопления тяжелых металлов в органах и тканях судака, по сравнению с лещом, прослеживаются более четкие закономерности. Не зависимо от возрастной категории судака степень аккумуляции меди, свинца и кадмия выглядит следующим образом (рис. 2). По меди и кадмию выявлены различия в зависимости от местобитания данного представителя ихтиофауны.

На рис. 2 видно, что у судака озера Зайсан свинец в больших количествах накапливается в жабрах, медь – в печени и мышцах, кадмий – в жабрах и мышцах.

<i>Медь</i>	<i>печень > мышцы > жабры (мыс Волчий)</i> <i>мышцы > жабры ≥ печень (мыс Актубек)</i>
<i>Свинец</i>	<i>жабры > мышцы > печень</i>
<i>Кадмий</i>	<i>мышцы > жабры = печень (мыс Волчий)</i> <i>жабры > печень > мышцы (мыс Актубек)</i>

Рис. 2. Схема распределения содержания свинца и кадмия в органах и тканях судака из озера Зайсан Тарбагатайского побережья.

Наибольшие содержания цинка у судака отмечены в жабрах. Распределение цинка в двух других органах в пределах ранжированного ряда не выявило каких-либо закономерностей не зависимо от мест обитания и возраста (см. табл. 2).

При количественном сравнении среднего содержания тяжелых металлов в организмах разных видов рыб, выловленных в одной части озера, обнаружены различия в накоплении микроэлементов в зависимости от трофических групп рыб. Лещ (бентофаг) обладает свойством аккумулировать рассматриваемые тяжелые металлы в несколько больших количествах, нежели судак (хищник). Следовательно, лещ, по сравнению с судаком, находится в менее благополучном состоянии.

Согласно Санитарным правилам и нормам [6], концентрации свинца и кадмия в проанализированных органах и тканях рыб не превышало максимально допустимый уровень (МДУ по свинцу = 1,0 мг/кг; по кадмию = 0,2 мг/кг для всех органов, кроме печени, 0,7 мг/кг – только для печени). Поскольку в данном нормативном документе отсутствуют сведения по МДУ содержаний ионов меди и цинка, судить о превышении указанных элементов в органах рыб не представляется возможным.

Выводы:

1. Отмечено высокое содержание во всех рассмотренных органах и тканях рыб меди и цинка, минимальное – свинца и кадмия.
2. Содержание практически всех токсических веществ в анализируемых органах рыб в 2013 г., по сравнению с 2007 г., значительно снизилось, за исключением кадмия.
3. Установлены ранжированные ряды по степени накопления тяжелых металлов (относительно среднего содержания) для леща и судака.
4. Содержание тяжелых металлов находится в прямой зависимости от возраста рыбы. С увеличением возрастной категории возрастают концентрации металлов. Обнаружена особенность распределения кадмия в органах леща в зависимости от их возраста.

5. Распределение тяжелых металлов в органах леща и судака характеризуется неоднородностью, что определяется физико-химическими свойствами элементов, функциональными особенностями тканей и органов, эколого-биологическими характеристиками рыб. Аккумуляция тяжелых металлов у леща в большей степени наблюдается в печени и жабрах: медь концентрируется преимущественно в печени, свинец – в жабрах, цинк и кадмий – в печени и жабрах. Установленная закономерность у судака следующая: цинк накапливается преимущественно в жабрах, медь – в печени и мышцах, кадмий – в жабрах и мышцах, свинец – в жабрах.

6. Выявлено, что лещ (бентофаг) накапливает тяжелые металлы в большей степени, чем судак (хищник), что вызвано более высокими концентрациями элементов в объектах их питания.

7. Определена зависимость степени аккумуляции токсикантов (медь, кадмий) в различных органах судака от местообитания. Наибольшее содержание меди отмечено в печени и мышцах, кадмия – в мышцах и жабрах.

8. Выявлена видовая специфичность в накоплении металлов: лещ накапливает в больших количествах медь и цинк, судак – цинк.

9. Концентрации нормируемых токсичных элементов (свинец, кадмий) в органах и тканях обследованных рыб не превышали МДУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов М.Я. Миграция тяжелых металлов в системе «водосбор-озеро Воже» и их накопление в рыбе // Экологическое состояние континентальных водоемов северных территории. – СПб.: Наука, 2005. – С. 248-257.
2. Зубкова Н.Н. Закономерности накопления микроэлементов и металлов в органах и тканях карповых рыб // Академику Л.С. Бергу 125 лет. Сб. научн. стат. – 2001. – С. 69-73.
3. Кленкин А.А., Кораблина И.В., Корпакова И.Г. Тяжелые металлы в промысловых рыбах Азовского моря // Вопросы рыболовства. – 2008. – Т. 9. – №2(34). – С. 503-512.
4. Никольский Г.В. Частная ихтиология. – М.: Высшая школа, 1971. – 471 с.
5. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: ВНИРО, 1997. – 350 с.
6. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к пищевой продукции». – Алматы: Министерство здравоохранения РК, 2010.
7. Эйхлер В. Яды в нашей пище. – М., 1993. – 188 с.

Поступила 27.09.2013

О.В. Савинкова
Н.А. Тирская

ЗАЙСАН КӨЛІНДЕГІ КӨКСЕРКЕ МЕН ТЫРАННЫҢ ҰЛПАЛАРЫ МЕН АҒЗАЛАРЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ЖИНАЛУ ДЕҢГЕЙІ

Тарбағатай ауданының жағалауындағы Зайсан көлінде ауланған көксерке мен тыранның (бауыры, қанаты, бұлиық ет) ұлпалары мен арзаларындағы ауыр металдардың жиналуы және таралуы бойынша мағлұмат мақалады көрсетілген. Металдың физика-химиялық қасиеті және мүшелерінің функционалды ерекшеліктері, мекенету жері, қоректену түрі, жасы дара түріне байланысты балықтар мүшесінен зерттелген (мыс, мырыш, кадмий, қорғасын) токсиканттар таралуының заңдылықтары бекітілген.

УДК 556.581

Канд. техн. наук	М.И. Жанпеисов *
Канд. техн. наук	В.Н. Архипов *
	З.Н. Тынбаева **

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИВА НЕФТИ В СТОКЕ РЕКИ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПРЕСС МОДЕЛИ «ГИДРО/EXPRESS TEST»*ОДНОМЕРНАЯ СХЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, КОНЕЧНО-РАЗНОСТНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ, ИНТЕГРИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ*

Представлены пробные расчеты разлива нефти для небольшого участка реки, в русле со сложной конфигурацией, с дискретностью в 15 минут.

При принятии решений о ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) очень часто нет возможности по привлечению традиционных моделей, так как они могут отсутствовать для конкретного водоема, иметь ограниченный доступ к использованию или не имеют возможность смоделировать сложившуюся ситуацию [1]. По этой причине возникла необходимость в создании гибкого инструмента по быстрому расчету основных параметров загрязнения гидрологических объектов. На базе экспресс модели, которая позволит в кратчайшие сроки произвести расчеты по прогностическому моделированию загрязнителей попавших в реку в результате аварий или стихийных бедствий. Это позволило бы более планомерно подходить к вопросу ликвидации последствий ЧС, перераспределять имеющиеся подвижные, человеческие и прочие ресурсы, что в конечном итоге должно сказаться как на сроках ликвидации аварии, так и на общей стоимости затраченных ресурсов.

При решении поставленной задачи стояло условие, что ввод исходных компонентов для расчетов должен быть минимален, при этом инструментальная часть должна либо измеряться на месте (при оценке события) или иметь табличные значения по типам объектов. Для расчета прогноза уровня загрязнения водного объекта в модели необходимы следующие параметры: расход реки, расход загрязнения, ширина реки, средняя

* ТОО «Янтарь», г. Алматы,

** КазНАУ, г. Алматы

глубина реки, концентрация загрязняющего вещества в месте попадания в воду. Также для расчета коэффициента турбулентной диффузии необходим уклон водной поверхности (или скорость потока) [1].

На сегодняшний день модель «ГИДРО/EXPRESS TEST» создается силами ТОО «Янтарь», многие компоненты модели еще находятся в стадии разработки, тем не менее, уже имеются возможности по предварительному тестированию отдельных модулей программы.

В частности, целью эксперимента по расчету загрязнения был опробован временной блок и блок расчета полей концентрации загрязнителей, который пока не имеет анимированный выход, но способен показать результат распределения поля с дискретностью от 15 минут до 1 часа.

Идея теста состояла в получении прогностической динамики распространения загрязняющего вещества (в тестовом варианте нефти) на ограниченном участке русла реки. Для решения этой задачи использована одномерная схема распространения загрязняющих веществ вдоль реки. Для расчета выходных характеристик при тесте данного модуля программы на компьютере были испробованы методы: конечно-разностной аппроксимации и интегрирования дифференциальных уравнений [2, 3, 4].

Для тестового режима бы выбран участок реки, который имел острова, а ширина русла менялась. Выбранный участок реки длиной 9 км был отрисован в цифровой формат модели. Особо стоит отметить, что изначально предполагалось использовать ГИС компонент для расчетов, так как в этом случае имеется множество вспомогательной информации, которая может быть использована (уклоны, характеристика местности и прочее). К сожалению, существует несколько проблем при использовании такой информации, в частности не все базы в ГИСах имеют понятие о ширине реки, даже если принимать, что ширина реки остается постоянной, отсутствует также информация и о глубинах. По этой причине в модели присутствует свое поле для быстрой оцифровки объекта, с использованием общедоступных, бесплатных космических снимков среднего разрешения, без привязки к географическим координатам (рис. 1).

В качестве теста использования модели рассчитан залповый выброс нефти (100 т в течение получаса) при аварии возле русла в среднем течении. Распространение пятна по реке рассчитано для гидрологического режима, соответствующего расходу 50 %-ной обеспеченности [5-9].

В основу расчета модуля к описываемой задаче, положены закономерности переноса дискретной примеси движущейся жидкостью с из-

вестной гидродинамической структурой (в меню оператор выбирает вид загрязнителя или подбирает загрязнитель близкий по своим характеристикам к имеющимся). Перемещение частиц на каждом шаге по времени складывается из детерминированной и случайной составляющей. Искомое поле концентрации находится путем обработки пространственного распределения частиц [10, 11].

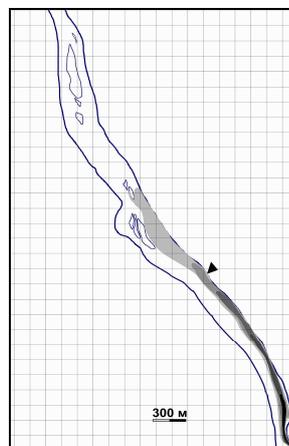


Рис. 1. Оцифрованный участок реки и распространение загрязнителя.

При модельных расчетах имитируется двумерная динамика взвешенных частиц. Горизонтальная структура поля загрязнения, выводимая в виде карты-схемы на экран монитора или принтер, рассчитывается путем осреднения по вертикали показателей концентрации взвеси в верхнем слое воды (модель не учитывает глубину) рис. 2.

Пример результатов расчетов динамики поля загрязнения воды с использованием описанной модели приведен на рис. 3.

Разработка экспресс модели, является полезным и конструктивным элементом успешного решения нестандартных задач, связанных с прогнозом последствий антропогенного воздействия на окружающую среду при ЧС. Применение методов информационного моделирования, оперирующих в рамках одной задачи сведениями различного типа, точности и достоверности, обеспечивает возможность сбалансировано использовать разнообразные данные, которые удастся собрать для построения модели, преодолеть информационный дефицит и получить достаточно детальные, приемлемо точные и практически значимые результаты моделирования [3, 4].

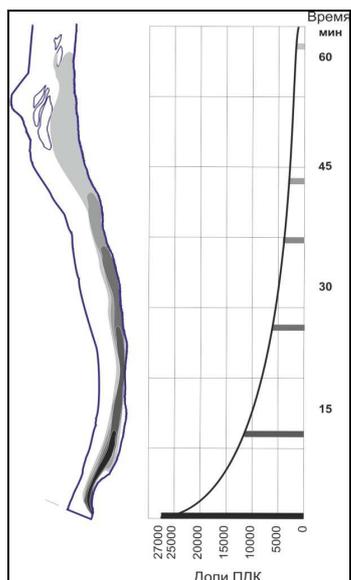


Рис. 2. Динамика распространения пятна и пространственная структура поля концентрации загрязнения вниз в средней части реки при расходе 50 %-ной обеспеченности и отсутствии задержки нефти на берегах и дне реки (внизу указано время, прошедшее с момента аварии, на участке в 3,5 км).

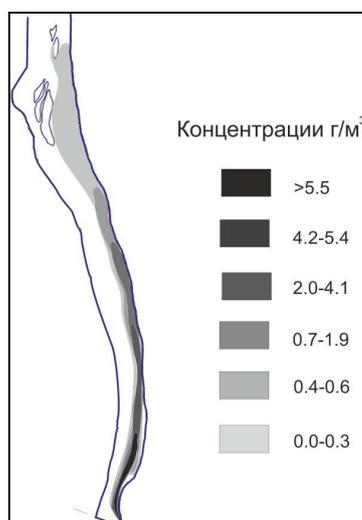


Рис. 3. Горизонтальная структура загрязнения верхнего слоя воды, поступающего от источника загрязнения мощностью 5 кг/с вещества.

Прогнозные расчеты предполагаемых последствий антропогенного воздействия на водные объекты, получаемые в результате имитационного моделирования, позволяют более полно оценить ожидаемые ущербы и сформулировать рекомендации по их минимизации [3, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов В.Н., Тынбаева З.Н. Гидрологическая модель «ГИДРО/EXPRESS TEST». // Гидрометеорология и экология. – 2013. – № 4. – С. 146-149.
2. Галкин Л.М. Решение диффузионных задач методом Монте-Карло. – М.: Наука. 1975. – 94 с.
3. Игнатов А.В. Информационные модели в гидрологии: Автореф. дис. ... доктора геогр. наук – Иркутск, 2006. – 44 с.
4. Игнатов Л. В. Модели и оптимизационные задачи в проблемах природопользования в Байкальском регионе. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 207 с.
5. Максимович Н.Г. Безопасность плотин на растворимых породах (на примере Камской ГЭС). – Пермь: ООО ПС «Гармония», 2006. – 212 с.
6. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Малые водохранилища: экология и безопасность. – Пермь: Пермский ГУ, – 2012. – 256 с.
7. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. – Пермь: Пермский ГУ, – 2011. – 248 с.
8. Методика расчета предельно-допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. – М.: ОГРЭС, 1990. – 34 с.
9. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. – Л: Гидрометеоиздат, 1987. – 286 с.
10. Нарвузов С.Т. Моделирование в управлении водными ресурсами. – Душанбе: «Эр-граф», 2013. – 280 с.
11. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука. 1983. – 616 с.

Поступила 5.11.2013

Техн. ғылымд. канд. М.И. Жанпеисов
Техн. ғылымд. канд. В.Н. Архипов
З.Н. Тынбаева

«ГИДРО/EXPRESS TEST» ЭКСПРЕСС МОДЕЛІНІҢ КӨМЕГІМЕН ӨЗЕН АҒЫНДЫСЫНДАҒЫ МҰНАЙ ТАСҚЫНДАРЫН МОДЕЛДЕУ

Арнасы күрделі пішінді, өзеннің кішігірім бөлігі үшін мұнай тасқындарын 15 минутты дискреттілікпен сынақ есептеулері келтірілді.

УДК 55:502.64.185

Канд. с-х. наук	Н.Э. Бекмухамедов *
Канд. техн. наук	Н.Р. Муратова *
Канд. геогр. наук	С.М. Северская *
	Д. Малахов *

ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ИНДЕКСЫ, МОНИТОРИНГ ПАСТБИЩ, МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ВЫПАСА, ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ

Для общей характеристики состояния растительного покрова пастбищных экосистем по спутниковым данным рекомендуется использовать вегетационные индексы NDVI и SAVI, рассчитанные по данным MODIS и их производные индексы: Grasscover Index GI, Unpalatable Grass Index UGI, Degradation Risk Index DRI.

Пастбища в условиях Казахстана представляют собой сложный биогеоценоз, регулируемый многими факторами. Экологическое состояние пастбищ зависит от целого ряда факторов, важнейшими из которых являются климатические и антропогенные. В понятие деградация пастбищ входит как сокращение общей биомассы, так и изменение видового состава растительности. Прежде всего, исчезновение видов – эдификаторов, замена их другими видами, часто относящимися к категории не поедаемых. Информация, получаемая с различных спутников, позволяет оценивать изменения практически всех природных факторов, определяющих развитие растительных сообществ. Кроме того, огромное влияние на качество пастбищ оказывает интенсивность выпаса и вид скота, питающегося на данном пастбище. Вопросам мониторинга пастбищных земель посвящено большое количество научных разработок. Разработаны методики влияния интенсивности выпаса на состояние пастбищ. Все существующие методики требуют адаптации к условиям Казахстана.

Согласно проведенным исследованиям для общей характеристики состояния растительного покрова пастбищных экосистем по спутниковым данным рекомендуется использовать вегетационные индексы NDVI и

* ИКИ им. акад. У.М. Султангазина, г. Алматы

SAVI, рассчитанные по данным *MODIS*. На их основе в мировой практике используются производные индексы: Grasscover Index ($GI = 210,57 \cdot NDVI - 47,915$) – индекс плотности растительного покрова, Unpalatable Grass Index ($UGI = -318,11 \cdot SAVI + 152,13$) – индекс, показывающий содержание не поедаемых трав и индекс риска деградации естественного травяного покрова Degradation Risk Index ($DRI = 0,5 \cdot (1 - GI) + 0,5 \cdot UGI$).

Расчеты этих индексов по данным *TERRA/MODIS* проведены для Жамбылского района Алматинской области и Шетского района Карагандинской области, где уже в течение двух лет проводятся наблюдения за проективным покрытием почвы растительностью и сбор образцов для оценки биомассы. На рис. 1-4 приведены карты, построенные для всех вышеперечисленных индексов.

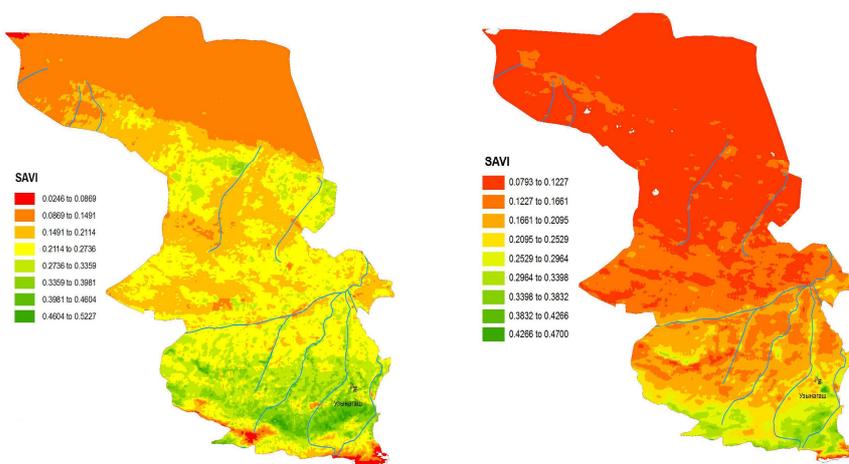
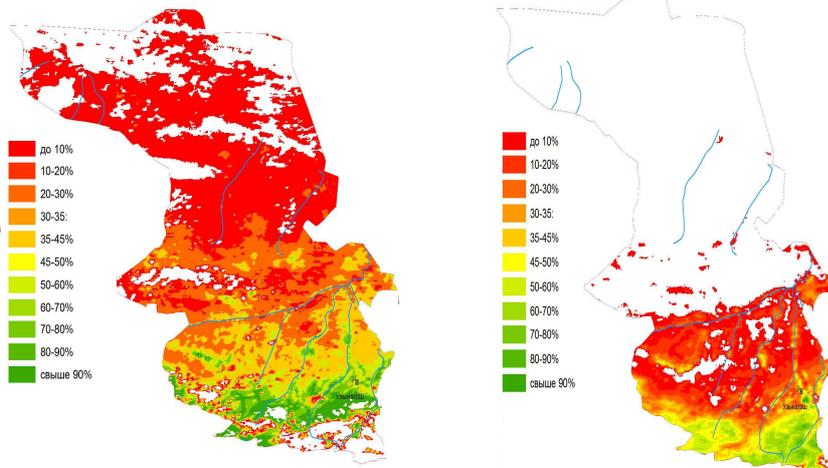


Рис. 1. Распределение индекса SAVI, вычисленного по данным TERRA/MODIS на 16 мая и 28 августа 2010 года. Жамбылский район, Алматинская область.

На картах по вегетационному индексу *SAVI* в мае хорошо прослеживается зональное распределение почвенно-растительного покрова по территории района: от пустынных эфемерово-разнотравно-злаковых пастбищ песчаных массивов Прибалхашья ($SAVI = 0,0869 \dots 0,1491$) до горных лугов и лесов среднегорий Илейского Алатау ($SAVI = 0,4604 \dots 0,5227$). Выделяются также посевы озимых на плато Карой и в предгорных равнинах ($SAVI = 0,3359 \dots 0,3981$) и полынно-эфемеровые пастбища ($SAVI = 0,1491 \dots 0,2114$). В августе, в связи с прекращением вегетации эфемеровой растительности и созреванием озимых, практически на всей территории равнинной части описываемого района отмечаются низкие

значения коэффициента (0,0793...0,1227), тогда как в горах сохраняется зеленый растительный покров о чем свидетельствуют значения SAVI от 0,2964 местами до 0,4266.

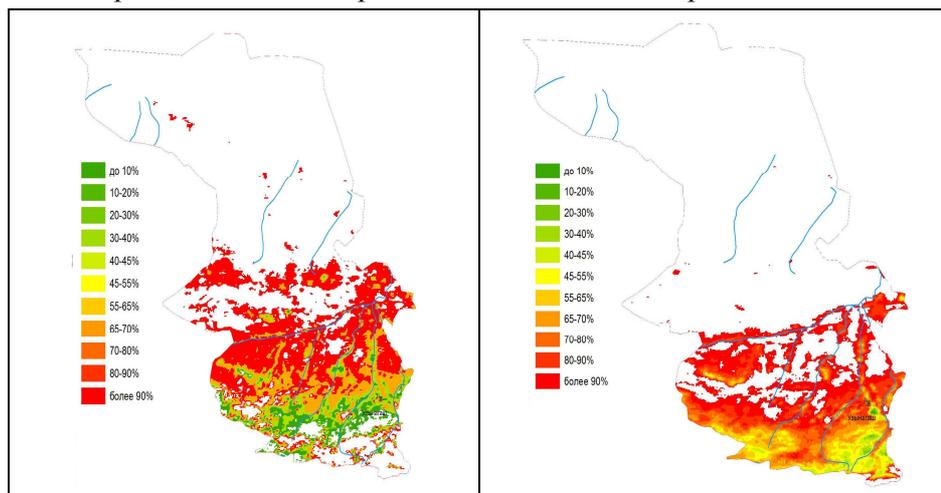


14 июня 2010 г.

28 августа 2010 г.

Рис. 2. Индексы травяного покрова GI, Жамбылский район.

Индексы травяного покрова менее информативны, чем SAVI, однако и по ним можно проследить сезонные различия в изменении растительного покрова, особенно в горной части Жамбылского района.



14 июня 2010 г.

28 августа 2010 г.

Рис. 3. Индекс непоедаемых трав, Жамбылский район.

На первый взгляд, можно отметить, что в горах лучше сохранился естественный растительный покров пастбищ и потому количество сорной растительности меньше, чем на равнинах, где сильно сбиты пастбища.

Информация, полученная по данному индексу, подлежит дальнейшему анализу с привлечением данных полевых обследований.

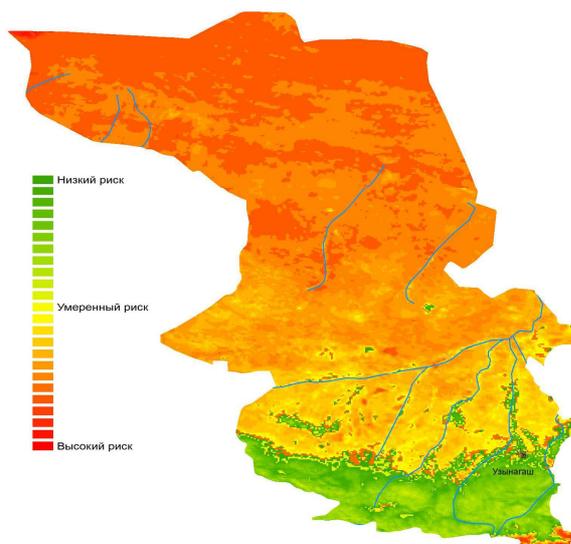


Рис. 4. Риск деградации растительных сообществ. Жамбылский район, Алматинская область, 2011 год.

Данная карта отражает общие тенденции деградации растительного покрова: процессам деградации наиболее подвержены территории пустынных районов.

Анализ карт, построенных по всем перечисленным индексам, свидетельствует о том, что их необходимо применять в дальнейших исследованиях при оценке состояния растительности пастбищ.

Поступила 20.10.2012

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

ТОПЫРАҚ-ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ҚАШЫҚТЫҚТАН БАҒАЛАУ

Серіктік мәліметтері бойынша жайылым экожүйелерінің өсімдік жамылғысы жағдайының жалпы сипаттамасы үшін MODIS ақпараттары бойынша есептелінген NDVI және SAVI вегетативті индекстерін және олардан шыққан индекстерді: Grasscover Index GI, Unpalatable Grass Index UGI, Degradation Risk Index DRI қолдану ұсынылды.

УДК 556.581

Канд. техн. наук В.Н. Архипов *
З.Н. Тынбаева **

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «ГИДРО/EXPRESS TEST»

РАСЧЕТНЫЙ МОДУЛЬ, ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ, ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ, КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ

Представлено описание современных требований к программным комплексам для расчета распространения загрязняющих веществ в водоемах. Описаны модули программного комплекса гидро/express test, для моделирования последствий залповых сбросов в водоем.

Современные гидрологические модели можно, условно, разделить на несколько категорий, по кругу решаемых задач, это модели:

- для эффективного управления водными ресурсами;
- для расчета распределения загрязняющих веществ (ЗВ) в водоемах;
- для моделирования внутренних процессов распределения гидрологических и температурных характеристик;
- быстрого расчета простых параметров при принятии решений;
- прикладные.

Научные интересы авторов сводятся на реализации задач по моделированию растворения примесей в водоемах. При принятии решений о ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) очень часто нет возможности привлечения традиционных моделей, так как они могут отсутствовать для конкретного водоема, иметь ограниченный доступ к использованию или не имеют возможности смоделировать сложившуюся ситуацию.

На сегодня имеется огромное количество математических моделей, которые, как правило, привязаны к определенному гидрологическому объекту, и соответственно имеют возможность рассчитывать комплексные параметры только для него. Такие модели рассчитывают распространение загрязнений не во всем русле реки, а только на ограниченном ее участке.

* ТОО «Янтарь», г. Алматы

** КазНАУ, г. Алматы

Программные комплексы должны позволять в течение 20...30 мин. ввести данные по аварии, рассчитать загрязнения и получить серию карт-схем, показывающих распределение пятна загрязнения в русле реки и его траекторию в назначенные моменты времени, на несколько дней. А также получить серию графиков, показывающих обстановку в населённых пунктах в различные моменты времени.

Обязательным атрибутом моделей является анимационный блок, который визуализирует результаты расчетов и позволяет просмотреть распространение грязевого пятна в динамике, на несколько часов и дней вперед.

Таким образом, программные комплексы должны содержать следующие модули:

- цифровую модель рельефа местности – ложа русла реки (в декартовых координатах);
- цифровую модель рельефа местности в криволинейных координатах, специальных для данного участка реки;
- поля скоростей воды, рассчитанные для нескольких ступеней расхода воды;
- информацию для построения карт-схем на заданный участок реки. Слои карты представлены в открытом стандартном формате.
- Расчётный модуль 1 для полей распределения концентраций загрязняющих веществ.
- Расчётный модуль 2 для построения горизонталей концентрации загрязняющего вещества.
- Программную оболочку, осуществляющую сбор информации об аварии и автоматизированный запуск расчётных модулей 1 и 2 нужное число раз, с подачей им входных данных.
- Модуль, сохраняющий на каждом шагу рассчитанные данные и размещающий их в единую ленту данных.
- Визуализатор результатов расчётов. Создает анимированное изображение движения пятен загрязнения в реке.
- Графопостроитель. Позволяет просматривать динамические графики изменения максимальных для поперечного сечения концентраций загрязняющего вещества.

Река – живая система. Она, в отличие от канала, не может сохранять свой профиль неизменным, ни по горизонтали, ни по вертикали. Могут меняться глубины, река меандрирует. Это приводит, со временем, к тому, что цифровая модель перестаёт отражать реалии на некоторых участках, но в ре-

зультате ошибка сказывается на конечном результате. В этом случае комплексы должны иметь возможность за счёт разделения программного кода и данных позволять сохранять актуальность модели объекта. Как правило, для этого достаточно лишь сделать обновлённую цифровую модель местности и пересчитать поля скоростей на новую геометрию объекта.

Одним из недостатков, традиционного способа расчёта движения загрязняющего вещества в русле реки является переход к одномерной задаче. Обычно рассматривается движение загрязнения вдоль русла. Однако, такие модели не всегда учитывают, что при определенных русловых условиях традиционные подходы недостаточны. Ширина русла может значительно повлиять на расчеты. Поэтому необходимо рассматривать распространение загрязнения не только вдоль русла, но и поперёк. Таким образом, нужно решить двумерную задачу распространения загрязнений.

Перечисленные требования отражают не все запросы пользователей, особенно это касается узко-профильных задач или задач по ликвидации ЧС. Здесь, как правило, необходимо иметь возможность быстро (часто на месте), смоделировать ситуацию при визуальной оценке происшествия, дать прогноз и принять меры по ликвидации ЧС. Модель должна быть гибкой и работать с множеством гидрологических объектов. Соответственно, такая модель может и не иметь некоторых модулей традиционных программных комплексов, но в то же время при ограниченном наборе данных должна выдавать требуемый результат.

Представляемый программный комплекс «ГИДРО/EXPRESS TEST», разрабатываемый в ТОО «Янтарь», является таким инструментом и может, помимо основной задачи – оперативных расчётов, помочь выполнять иные, расширенные функции. Соответственно перед программным комплексом стоит задача оперативного расчёта двумерного распространения загрязнений по руслу реки.

Для расчета прогноза загрязнения водного объекта необходимы следующие параметры: расход реки, расход загрязнения, ширина реки, средняя глубина реки, концентрация загрязняющего вещества в месте попадания в воду. Также для расчета коэффициента турбулентной диффузии необходим уклон водной поверхности.

Модель изначально ориентирована на расчет загрязнения при ЧС, на базе портативных компьютеров. В основу ее легли лёгкость использования, и высокая скорость расчётов. При применении модели возможно проводить множественные численные эксперименты, выяснять некоторые

УДК 551.515:532.5.18

Канд. техн. наук И.Г. Гуршев*

О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЧАСТИЦ ПЕСКА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ*ПЕСЧАНАЯ БУРЯ, РАЗМЕР ЧАСТИЦ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ВЫСОТЕ*

Анализ полученных ранее формул, описывающих вертикальное распределение концентрации частиц с высотой переноса во время бурь, показал преобладание мелких частиц песка над более крупными частицами на верхней границе приземного слоя атмосферы.

Во время песчаной бури, в случае безразличной стратификации атмосферы, концентрация песка $c(z)$ в приземном слое ветропесчаного потока описывается функцией

$$c(z) = c_1 \left(\frac{z}{z_1}\right)^{-\beta} \quad (\text{а}), \quad \text{или} \quad c^* = \frac{1}{z^{*\beta}} \quad (\text{б}), \quad (1)$$

где c_1 – концентрация песка на высоте $z_1 = 1$ м, z – величина вертикальной координаты по оси OZ , начало которой находится на поверхности верхнего слоя частиц, $z^* = z/z_1$ – безразмерное значение координаты z , $c^* = c/c_1$ – безразмерная величина концентрации песка, β – экспериментально определяемая величина [1, 2, 3, 4, 8].

Как показано в работах [1, 2, 3, 8], величина β является функцией отношения w_g/u_* . Прандтль в работе [3] получил показатель степени β в следующем виде

$$\beta = \frac{w_g}{bu_*} = \lambda w_g, \quad \lambda = \frac{1}{bu_*}, \quad (2)$$

где u_* – динамическая скорость потока, w_g – скорость свободного гравитационного падения частиц песка, b – безразмерная постоянная. По оценке Прандтля постоянная b имеет значения $b = 0,55 \dots 0,65$ [3].

Для развитых пыльных бурь в условиях стационарного во времени и однородного в пространстве потока с мелкими взвешенными монодисперсными частицами пыли размером порядка мкм Баренблатт и Голицын [1, 2, 8] теоретически получили следующее выражение для профиля объемной концентрации

* АО Жасыл Даму МОСВР РК, г. Алматы

$$s(z) = s_0 \left(\frac{z}{z_0} \right)^{-\frac{w_g}{\alpha_0 \cdot \kappa \cdot u_*}}, \quad (3)$$

здесь $\alpha_0 = k_m / k_\tau$ – отношение коэффициентов обмена массы и импульса, $\kappa = 0,4$ – постоянная Кармана.

Показатель степени β имеет следующий вид $\beta = w_g / \alpha_0 \kappa u_*$. Значит, величина c^* является также функцией скорости падения частиц песка w_g , а не только функцией переменной z^* .

Согласно работам [6, 7], величина w_g связана со средним геометрическим размером x_0 песчаных частиц. Используя эмпирическую зависимость между w_g и x_0 , полученную Шаповым [7], можно определить средний геометрический размер частиц x_0 . Таким образом, величина концентрации песка на произвольно заданной высоте $z = h$ также определяется значением x_0 .

Равенство (1б) можно представить таким образом

$$c^* = \frac{1}{h_1^{\lambda w_g}}, \quad h_1 = \frac{h}{z_1}. \quad (4)$$

В работе [5] показано, что на высоте $h = 16$ м функция распределения частиц по размерам имеет максимум при значении переменной $x_0 = 50$ мкм, т.е. на этой высоте частицы песка с такими размерами преобладают над частицами других размеров. Ниже приводится возможное объяснение такому положению. Используя равенство (1б), получим следующие соотношения для концентрации частиц песка с произвольными скоростями падения w_{g1} и w_{g2} ($w_{g1} \neq w_{g2}$) на произвольной высоте h_2

$$c_{11}^* = h_2^{-\beta_1} \quad (\text{а}), \quad \text{и} \quad c_{22}^* = h_2^{-\beta_2} \quad (\text{б}), \quad (5)$$

где c_{11}^* , c_{22}^* – соответственно безразмерные концентрации песка со скоростями w_{g1} и w_{g2} . Предположим, для определенности, что $w_{g1} > w_{g2}$, т.е. выполняется неравенство $\beta_1 > \beta_2$. Поделив равенство (5б) на равенство (5а), получим

$$\frac{c_{22}^*}{c_{11}^*} = \frac{h_2^{-\beta_2}}{h_2^{-\beta_1}} = h_2^{-\beta_2 - (-\beta_1)} = h_2^{\beta_1 - \beta_2}. \quad (6)$$

Так как $\beta_1 > \beta_2$, то $\beta_3 = \beta_1 - \beta_2 > 0$. Поэтому функция $c_{22}^* = c_{11}^* h_2^{\beta_3}$ является возрастающей функцией, и $c_{22}^* > c_{11}^*$. Последнее неравенство показыва-

ет, что частиц песка размером x_{02} больше, чем частиц с размером x_{01} , так как величина w_g зависит от величины x_0 [6, 7]. Если принять h_2 равной величине высоты приземного слоя атмосферы, то в этом случае получаем, что на верхней границе приземного слоя преобладают частицы песка с небольшими размерами. Такие частицы легко проникают в пограничный слой атмосферы и увеличивают его загрязнение твердым аэрозолем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 44 с.
2. Баренблатт Г.И. О движении взвешенных частиц в турбулентном потоке // Прикладная математика и механика. – 1953. – Т. 17, Вып. 3 – С. 261-274.
3. Прандтль Л. Гидроаэромеханика /Пер. с нем. – 2-ое изд. – М.: Изд-во иностр. лит., 1951 – 575 с.
4. Семёнов О.Е. О массовой концентрации частиц в пограничном слое ветропесчаного потока // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 2. – С. 7–27.
5. Семёнов О.Е. Об ускорении потока во время сильных песчаных и пылевых бурь // Гидрометеорология и экология. – 2000. – № 3-4. – С. 23 – 48.
6. Семёнов О.Е. О физическом содержании параметров профилей массовой концентрации частиц в пограничном слое ветропесчаного потока // Гидрометеорология и экология. – 2010 – №1. – С. 11-21.
7. Шапов А.П. Определение гидродинамической крупности частиц реального песка // Гидрометеорологические проблемы Приаралья. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 154-157.
8. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S., Local structure of Mature Dust Storms // Journal of the Atmospheric Sciences, – 1974. – V. 31, No 7, – P. 1917-1933.

Поступила 4.09.2013

Техн. ғылымд. канд. И.Г. Гуршев

АТМОСФЕРАНЫҢ ЖЕР БЕТІ ҚАБАТЫНДА ҚҰМ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ТІГІНЕН ТАРАЛУЫ

Дауыл уақытындағы бөлшектер концентрациясының тасымалдануын тігінен таралуын суреттейтін, бұрын алынған формулалар талдау барысында атмосфераның, ауаның жер беті қабатының жоғарғы шекарасындағы құм бөлшектерінің майдасы ірі бөлшектерден көп болатынын көрсетті.

УДК 551.506.2:551.509.51

Б.А. Сазанова *
Т.В. Худякова *
А. Мынжанова *
Т.И. Криворучко *
К.Е. Бектурсунов *
Л.М. Соколова *
Е.И. Васенина *
Д.К. Байбазаров *

СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2012 ГОДУ

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

Краткий обзор погоды по территории Казахстана

Средняя за год температура воздуха была выше нормы на 1...2 °С, местами на западе и северо-западе, ниже нормы на 1 °С – в отдельных районах северо-востока и востока страны, около нормы – на остальной территории.

Осадков на большей части территории Казахстана выпало около и в 1,3...1,7 раз больше нормы, лишь местами на западе, северо-западе, центре, юго-западе юге, юго-востоке, и в отдельных районах северо-востока республики – меньше нормы.

Зима в целом была холодной, лишь в январе на западе республики отмечались положительные аномалии температуры, осадков выпало меньше нормы. Начало весны было теплым, лишь на западе и юге страны прохладным, с частыми осадками. В конце сезона установилась аномально теплая и относительно сухая погода. На протяжении всего лета преобладала жаркая и умеренно влажная погода, на юго-востоке страны температурный режим был в пределах нормы. Начало зимы было холодным с дефицитом осадков.

* РГП «Казгидромет»

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной на западе, севере, востоке и в центре произошел в конце марта; на юго-западе – в середине второй и начало третьей декады марта; на юге – в конце первой декады марта, на юго-востоке – в начале второй декады марта.

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

Январь был холодным. Средняя месячная температура воздуха была ниже нормы на 1...8 °С (с очагами холода $\Delta T = 8,3$ °С на М Кокпекты в Восточно-Казахстанской, $\Delta T = 7,3$ °С на М Аул-4 в Алма-тинской и $\Delta T = 6,5$ °С на М Жетыконур в Карагандинской областях), за исключением западных и южных регионов где было около и выше нормы на 1...2 °С (с очагом тепла $\Delta T = 1,7$ °С на М Уральск в Западно-Казахстанской области).

Осадков выпало почти на всей территории до 23 мм, в отдельных районах запада, юга и юго-востока 29...62 мм, что меньше нормы почти на всей территории, около и в 1,3...2,9 раза больше нормы местами на западе, а также в отдельных районах юго-запада, юга, юго-востока и востока.

В средней тропосфере над Казахстаном в первую и во вторую декады наблюдалось развитие высотного гребня, ориентированного на районы Карского и Баренцево морей. Затем углубление высотной ложбины из районов Восточной Сибири привело к ультраполярному вторжению на территорию республики. Таким образом, приземный слой атмосферы над Казахстаном в течение января находился под влиянием усиливающегося Сибирского антициклона, явившегося причиной повсеместных морозов. В начале второй и конце третьей декады отмечались осадки и кратковременные ослабления морозов с прохождением циклонов по юго-западу республики.

Февраль, как и январь, был экстремально холодным со среднемесячной температурой ниже нормы на 1...10,8 °С, с очагом холода на М Семипалатинск в Восточно-Казахстанской области.

Осадков почти на всей территории выпало до 23 мм, 27...74 мм – местами на юге и юго-востоке страны; что меньше нормы в большинстве областей, около и в 1,3...1,7 раза больше нормы местами на западе, юго-западе и юго-востоке, а также в отдельных районах востока и севера республики.

Холодную и преимущественно сухую погоду на территории Казахстана по-прежнему определял отрог Сибирского антициклона. Лишь в середине первой и конце второй декады влияние циклонической деятельности привело к выпадению осадков, усилению ветра, местами с метелью и кратковременному ослаблению морозов. В конце месяца развитие высотного гребня над центральными районами Казахстана обусловило вынос теплых воздушных масс из Средней Азии и постепенное повышение температуры.

В целом **март** выдался теплым. Средняя месячная температура воздуха была выше нормы на 1...3,8 °С на севере, востоке и в центре (с очагом тепла на М Астана Акмолинской области), около и ниже нормы на 1...3,3 °С – на западе, юге и юго-востоке (с очагом холода на М Урда Западно-Казахстанской области).

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 25...49 мм – местами на западе, северо-западе, севере, востоке, юго-востоке, юге и в центре, 51...108 мм – в отдельных районах юга и юго-востока, что около и больше нормы в 1,3...3,9 раза в большинстве областей, меньше нормы – в отдельных районах юго-запада, юго-востока, востока и центра республики.

Апрель был экстремально теплым и относительно сухим. Средняя месячная температура воздуха была выше нормы на 3...8,4 °С на всей территории Казахстана (с очагом тепла $\Delta T = 8,4$ °С на М Мугоджарская, Актюбинская область).

Осадков выпало на большей части республики до 22 мм; 25...49 мм – местами на востоке, юго-востоке, юге и в центре Республики, 56 мм – на М Кзылжар (Карагандинская область), что около и больше нормы в 1,3...1,6 раза в отдельных районах запада, северо-запада, севера, востока, юго-востока, юга и центра республики, меньше нормы – на остальной территории.

В мае средняя месячная температура воздуха была выше нормы на 1...4,8 °С – на большей части территории Казахстана (с очагом тепла $\Delta T = 4,8$ °С на М Атырау, Атырауская область), лишь местами на востоке и северо-востоке области – в пределах нормы.

Осадков выпало на большей части республики до 23 мм; 27...72 мм – на севере, местами на северо-западе, западе, центре, юге и юго-востоке Республики, что около и больше нормы в 1,3...2,6 раза на севере, местами на северо-западе, в центре, юге, в отдельных районах запада и юго-востока республики, меньше нормы – на остальной территории.

В начале месяца в результате северо-западного вторжения на территорию Казахстана, произошло резкое понижение температуры, выпали осадки в виде снега преимущественно в северной половине республики, на остальной территории наблюдались неблагоприятные погодные условия. Лишь в конце месяца произошла перестройка воздушных потоков, когда на территорию Казахстана наблюдался вынос тепла из районов Средней Азии, температура при этом значительно повысилась.

В **июне** температура была около и выше нормы на 1...3,7 °С на всей территории республики, с очагом тепла на М Актобе, Актюбинская область ($\Delta T = 3,7$ °С).

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 25...108 мм – на северо-востоке, востоке, на большей части севера, центра, местами на западе, северо-западе, юго-востоке и в отдельных районах юга; что около и больше нормы в 1,3...4,2 раза на большей части территории Казахстана, лишь местами на севере, северо-западе, западе, юго-западе, юге, юго-востоке, центре и в отдельных районах востока области – меньше нормы.

С юго-западными тропосферными потоками на территорию Казахстана поступал жаркий и сухой воздух из Передней и Средней Азии. Такая синоптическая ситуация сохранилась до конца второй декады, способствуя усилению жары до +36...+44 °С в Западно-Казахстанской, Атырауской и Мангистауской областях, что привело к возникновению высокой пожарной опасности в этих областях.

Погода в **июле** была контрастной: на смену сильной жаре охватившей западные, южные, а затем и северные регионы Казахстана, с прохождением атмосферных фронтов выпали дожди, количество которых в отдельных районах за сутки превышало месячную норму, также наблюдались грозы, град и шквалистые ветры.

Средняя месячная температура воздуха была около нормы местами на юго-западе, востоке, юго-востоке, юге и в центре, выше нормы на 1...3,9 °С – на остальной территории (с очагом тепла на М Иртышск, Павлодарской области).

Месячное количество осадков составило 25...85 мм местами на северо-востоке, на западе, юго-западе, в отдельных районах северо-запада и юга Республики; 0...24 мм – на остальной территории, что меньше нормы местами на западе, севере, юге, юго-востоке, в центре и в отдельных районах востока, около и больше нормы в 1,3...9,6 раз – на остальной территории.

Август был теплым на 1...5,4 °С выше нормы, лишь местами на востоке, юго-востоке и в центре республики – в пределах нормы.

Осадков выпало на большей части республики до 23 мм; 28...101 мм – на севере, местами на северо-западе, северо-востоке, востоке, в центре, в отдельных районах запада, юга и юго-востока; что около и больше нормы в 1,3...8,8 раза в Восточно-Казахстанской, на большей части Костанайской, Северо-Казахстанской, Карагандинской, местами в Западно-Казахстанской, Атырауской, Мангистауской, Актюбинской, Кызылординской, Алматинской и в отдельных районах Жамбылской области; меньше нормы – на остальной территории.

В **первой декаде** прохождение циклонов и обострение фронтальных разделов вызывали на северо-востоке Казахстана дожди, местами сильные, шквалистое усиление ветра и выпадение града. На юго-западе республики с установлением отрога антициклона было без осадков, и температура вновь повысилась до +33...+43 °С.

Сентябрь был теплым на 1...2 °С выше нормы, местами на северо-западе, севере, востоке и юго-востоке Казахстана; в пределах нормы – на остальной территории.

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 28...48 мм – в отдельных районах востока, севера, запада и юго-востока; что около и больше нормы в 1,3...6,3 раза местами в Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Алматинской, Кызылординской, Карагандинской, Мангистауской и Атырауской областях; на остальной территории отмечался их дефицит.

Западные вторжения и атмосферные фронты обусловили неустойчивый характер погоды. В конце первой декады и конце месяца в ночные часы в ряде областей северо-запада, севера и востока отмечались заморозки до -7 °С.

В **октябре** происходила частая смена погоды, что является характерным для переходных сезонов.

Средняя за месяц температура воздуха была выше нормы на 1...5 °С на большей части территории Казахстана, лишь в Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Алматинской областях – в пределах нормы.

Осадков выпало на большей части территории республики до 24 мм; 26...71 мм – местами на северо-западе, севере, юго-востоке и востоке; что около и больше нормы в 1,3...3,1 раза в Восточно-Казахстанской, местами в Северо-Казахстанской, Костанайской, Акмо-

линской, Павлодарской, Карагандинской и на северо-востоке Алматинской области; на остальной территории отмечался их дефицит.

Ноябрь был тёплым ($\Delta T = 1 \dots 4,2$ °C) на западе и севере республики, холодным ($\Delta T = -1 \dots -1,8$ °C) – в горных и предгорных районах юга, юго-востока и востока, а также в отдельных районах центра республики, на остальной территории температуры были в пределах средней климатической нормы.

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 27...138 мм – на севере, северо-востоке, востоке, юге, юго-востоке и центре, а также местами на западе, северо-западе республики; что около и больше нормы в 1,3...3,1 раза в Северо-Казахстанской, Акмолинской, Павлодарской, Костанайской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской, Алматинской, Южно-Казахстанской, местами в Западно-Казахстанской и Актюбинской областях, меньше нормы – на остальной территории. Значительное количество осадков в ноябре было связано с частыми северо-западными вторжениями на территорию Казахстана.

Декабрь был холодным, аномалия температуры $-1 \dots -13$ °C наблюдалась почти на всей территории Казахстана, очаг холода $\Delta T = -12,6$ °C отмечался на М Михайловка в Павлодарской области, лишь в отдельных районах Западно-Казахстанской области температура была около нормы.

Осадков выпало на большей части республики до 24 мм; 26...108 мм – местами на востоке, юго-востоке, юге, в отдельных районах севера и центра республики, что около и больше нормы в 1,3...3,2 раза на востоке, юго-западе, местами на северо-западе, северо-востоке, юго-востоке, юге, в центре, а также в отдельных районах запада и севера республики, на остальной территории – меньше нормы.

В первой и третьей декадах месяца чередование северо-западных вторжений и выхода южно-каспийских циклонов привело к колебаниям температуры воздуха от умеренных морозов до слабых оттепелей, с выпадением обильных снегопадов. Погода во второй декаде характеризовалась наличием двух стационарных барических образований: антициклона с центром над Северным Уралом и высотным циклоном, находящимся над восточными районами Казахстана. Между двумя этими барическими образованиями по ультраполярной траектории происходил непрерывный заток холодного воздуха из районов п-ова Таймыр. И на протяжении всей второй декады морозы изо дня в день усиливались, достигнув критерия опасных явлений (ОЯ), а на отдельных станциях критерия стихийного гидрометеорологического явления (СГЯ). Так ночью 15 декабря в г. Астане

температура воздуха понизилась до -41°C , похожая погода наблюдалась 15 декабря 1877 г., когда абсолютный минимум дня составил -44°C .

Самая низкая температура была зафиксирована 18 декабря на М Жангизтобе Восточно-Казахстанской области – -47°C . Лишь в конце декады с отступлением блокирующего антициклона за пределы Казахстана морозы ослабели.

Краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших возникновение СГЯ

Сильный ветер, шквал. В 2012 году на 13 метеорологических станциях Казахстана было зафиксировано 33 случая сильного ветра со скоростью 30 м/с и более.

Наибольшее число случаев (12) юго-восточного ветра ураганной силы относятся к району М Жаланашколь Алматинской области в период с ноября по март, когда порывы ветра достигали 32...38 м/с, 4 марта в течение 20 часов скорость ветра была 40 м/с. Максимальная продолжительность ветра 43 часа отмечалась 22-23 декабря.

В Актубинской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областях 24-26 марта на большей части территории отмечался сильный юго-западный ветер и метели. На М Саумалколь, М Железнодорожный и М Бурабай 25 марта сила ветра достигла критерия СГЯ. Кроме сильного ветра в период 24-26 марта в Актубинской, Костанайской и Акмолинской областях местами были сильные метели. Стихийные гидрометеорологические явления в этот период были связаны с циклоном, образовавшимся на волне арктического фронта над центральными районами европейской территории России (ЕТР), и сместившимся на Западный Казахстан.

Над Западной Сибирью в 00 ч средне Гринвичского времени (СГВ) 23 марта располагался заполняющийся циклон, прослеживающийся до высоты 12 км. Одна ложбина циклона была направлена на северные и центральные районы Казахстана, вторая распространялась на северо-запад ЕТР. С этой ложбиной был связан арктический фронт с волной над г. Петрозаводском. Эта волна под влиянием термических (адвекция холода с Баренцева моря) и динамических факторов (расходимость изогипс в слое АТ850...АТ500) быстро превратилась в самостоятельный центр. В виде частного циклона уже в 12 ч СГВ он переместился на центральные районы ЕТР, его центр расположился восточнее Москвы ($P_{\text{ц}} = 1002$ гПа). В передней и южной частях циклона падение давления составило 2,5...4,8 гПа/3 ч, рост за холодным фронтом в отроге антициклона 2,7...5,1 гПа/3 ч, вынос

тёплых и влажных масс воздуха (на АТ850 адвекция тепла была +5...+9 °С и дефицит точки росы 0,0...2,7 °С), интенсивная адвекция холода в тылу циклона -5...-13 °С привели к обострению высотной фронтальной зоны (ВФЗ) (20...25 гПа/500 км). ВФЗ проходила под осью струйного течения, скорость которого была 160...180 км/ч.

Циклон углубляясь, перемещался под активной ВФЗ направленной со Скандинавии на Западный Казахстан и далее на Северный Казахстан, и в 06 ч СГВ 24 марта его центр находился над г. Уральском. Давление в центре циклона понизилось на 12 гПа до 990 гПа, воздух был влажным, дефицит точки росы в слое Земля...АТ500 составлял 0,0...2,5 °С. С прохождением тёплого фронта начались осадки, которые быстро перешли в снегопады (рис. 1).

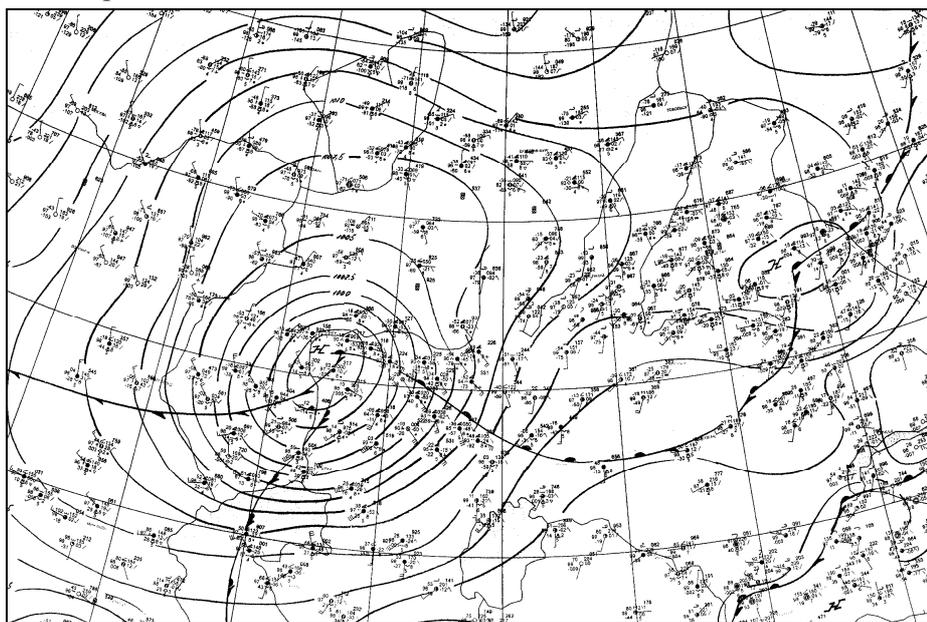


Рис. 1. Приземная карта погоды за 6 ч СГВ 24.03.2012 г.

Одновременно на Каспийское море сместился отрог антициклона, центр которого располагался над Северным морем. В результате этого между циклоном и ядром антициклона над Западным Казахстаном образовалась штормовая зона с барическими градиентами 20...25 гПа/500км. В Актюбинской области 24 марта сильные юго-восточные ветры 15...21 м/с в передней части циклона в сочетании со снегопадами привели к возникновению метелей, местами сильных. Видимость уменьшалась временами до 200...500 м. Циклон и связанные с ним атмосферные фронты 25 марта в 00 ч СГВ переместились на северо-восток. Падение давления в передней

части циклона, перед тёплым фронтом составляло 3,0...5,5 гПа/3 ч, рост за холодным фронтом над Актыбинской и Костанайской областями 2,2...4,4 гПа/3 ч. В Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областях повсеместно усилился ветер, начались снегопады и метели. Средняя скорость ветра была 15...24 м/с, порывы достигали 25...28 м/с. С прохождением холодного арктического фронта произошло дальнейшее усиление ветра: на М Железнодорожный Костанайской области порывы достигли 30 м/с, на М Бурабай Акмолинской области – 31 м/с, на М Саумалколь Северо-Казахстанской области порывы ветра были 31...35 м/с с 8 до 11 ч СГВ, а в период с 11 до 16:40 ч СГВ средняя скорость ветра была 30, порывы 40 м/с. Благодаря сохранявшемуся длительное время подтоку влажных и тёплых воздушных масс в передней части циклона и адвекции холода в тылу, интенсивность циклона не менялась, а снегопады, сильный ветер и метели продолжались 24 и 25 марта. В Актыбинской, Костанайской и Акмолинской областях метели были сильные и продолжались 13...14 часов. После того как, двусторонняя адвекция прекратилась, циклон начал заполняться и 26 марта в виде ложбины переместился на восток Западной Сибири, метели и сильный ветер прекратились.

В 2012 году наблюдалось 5 случаев шквалистого усиления ветра. Все случаи носили локальный характер и отмечались с мая по июль во второй половине дня. Все шквалы возникли на медленно смещавшихся холодных фронтах или вблизи вершины волны. 2 мая с 8:00 до 8:10 ч СГВ и 3 мая с 8:45 до 8:55 на М Тасты Южно-Казахстанской области скорость ветра достигала 30 и 34 м/с соответственно. На М Самарка Восточно-Казахстанской области 4 июня и 1 июля отмечался шквал со скоростью 34 м/с. На М Карашокты Алматинской области 28 июля скорость ветра была 32 м/с.

Сильная метель. Метели при средней скорости ветра 15 м/с и более, продолжительностью 12 часов и более, с видимостью менее 500 метров в течение 3 часов и приносящие значительный ущерб народному хозяйству относятся к особо опасным явлениям погоды. За исследуемый период на территории Казахстана зарегистрировано 5 периодов сильных метелей.

Сильными метелями в период 19-20 и 24-26 марта была охвачена большая часть территории Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Карагандинской областей, также метели отмечались на отдельных станциях Актыбинской и Восточно-Казахстанской областей. Скорость юго-западного ветра составляла 15...24 м/с. Продолжались – от 13

до 23 часов. Метели сопровождалась значительными снегопадами, видимость ухудшалась местами до 50...500 метров.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 19-20 марта, при которой на АМП Новоишимский Акмолинской, АМП Акжол Карагандинской, ГП Каракожа Восточно-Казахстанской областей выпало снега 21,6 мм, 27,9 мм и 21 мм соответственно. А в северной половине Казахстана, кроме сильных метелей отмечался ураганный ветер 31 м/с на М Саумалколь Северо-Казахстанской области.

Этот период был обусловлен смещением циклона с Кольского полуострова через Северный Урал на Западную Сибирь, с одновременным перемещением антициклона через южные области республики на его восточные районы. В результате сближения циклонической и антициклонической барических систем образовалась штормовая зона с большими барическими градиентами, которые в приземном слое достигли 15...20 гПа/500 км, на АТ500 – 20...25 гПа/500 км, что и послужило возникновению сильного ветра и сильных метелей.

Днём 20 марта, с началом адвекции тепла в тыл циклона, он начал медленно заполняться и со скоростью 20 км/ч смещаться на северо-восток. По мере заполнения циклона метели и снегопады на территории Казахстана прекратились.

26-29 января и 1-3 февраля сильные метели, преимущественно низовые, наблюдались в Атырауской, Западно-Казахстанской и Актюбинской областях. Синоптическая ситуация была следующей. Обширный антициклон 24 января занимал территорию Западной Сибири, центральные районы ЕТР, Западный и Северо-Западный Казахстан. Центр его с давлением 1050 гПа располагался над Средним Уралом. Антициклон прослеживался до высоты АТ200 гПа. Безоблачная погода способствовала выхолаживанию воздуха, а адвекция холода из районов Таймыра привели к усилению антициклона. 26 января давление в центре антициклона выросло до 1055 гПа, 27-29 января достигло 1059 гПа, температура понизилась до минус 38 °С. Под интенсивной ВФЗ располагавшейся над Средиземным морем – южной половиной Каспийского моря – Средней Азией перемещались полярный и арктический фронтальные разделы, связанные с циклоном над Малой Азией. В тропосфере этому циклона соответствовал замкнутый центр. На волне тёплого фронта над Каспийским морем 26 января образовался частный циклон. Сближение циклонического и антициклонического полей над территорией Западного Казахстана привело к усилению

восточного и юго-восточного ветра до 15...22 м/с и возникновению метелей с видимостью 50...500 м. По мере смещения циклона на Туркмению, а центра антициклона со Среднего Урала на северо-запад ЕТР штормовая зона, а следовательно сильный ветер и метели над Западным Казахстаном сохранялись. После того, как циклон сместился на Узбекистан, градиент давления над западными районами республики ослабел до 5...10 гПа, скорость ветра понизилась до 5..8 м/с и метели прекратились (рис. 2).

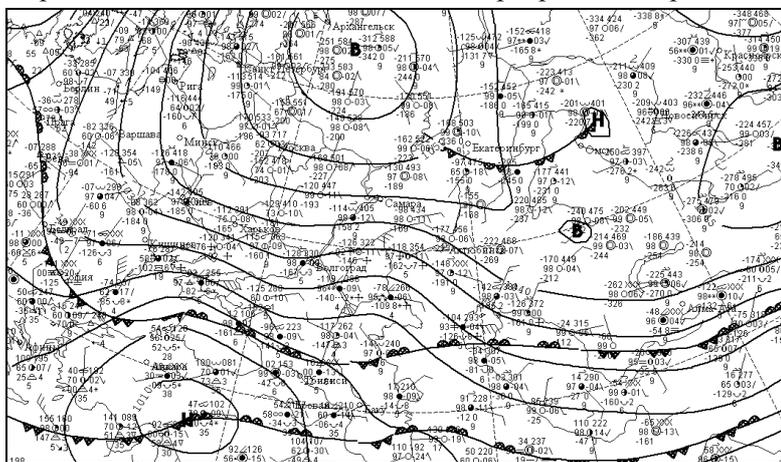


Рис. 2. Анализ приземной карты погоды за 12 ч СГВ 27.01.2012 г.

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

В 2012 году в большинстве областей Казахстана наблюдался дефицит осадков, исключение составили ноябрь и декабрь. Сильные осадки наблюдались преимущественно в горных и предгорных районах юга и юго-востока республики. Эти дожди, как правило, были связаны с северо-западными и западными вторжениями антициклонов и холодными атмосферными фронтами.

Самые сильные дожди отмечались на равнинной территории республики. Наибольшее количество осадков зафиксировано на М Михайловка Костанайской области днём 1 августа. Здесь за 10 часов количество выпавших осадков составило 107,9 мм при месячной норме 34 мм (3,2 нормы). В Северо-Казахстанской области 31 июля на М Возвышенка ночью за 4 часа выпало 59 мм (норма 55 мм), днём на М Явленка за 12 часов – 66 мм (норма 67 мм). В Павлодарской области на

М Щарбакты днём 1 июля за 10 часов выпало 55 мм осадков (норма 48 мм), на М Лозовая ночью 2 июля за 8 часов выпало 77 мм (норма 43). А также на М Кзылжар в Карагандинской области днём 27 апреля в течение двух часов выпало 50 мм дождя при месячной норме 16 мм, в Кызылординской области на М Джусалы ночью 27 июля за 8 часов выпало 53 мм (норма 7 мм).

В Северо-Казахстанской области 31 июля и в Костанайской области 1 августа ливневые дожди были обусловлены высоким малоподвижным циклоном. С такими циклонами, как правило, дожди наблюдаются в любое время суток, и зона их распространения перемещается в соответствии с перемещением очага холода. Ливни сопровождались грозами, градом и сильным порывистым ветром.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 30 июля – 1 августа. На карте АТ500 30 июля в 00 ч СГВ прослеживалась глубокая ложбина, ось которой была направлена из районов Карского моря на Западную Сибирь и Северный Казахстан. Над Южным Уралом и северо-западом Казахстана в барической ложбине располагался высотный циклон, очерченный несколькими изогипсами в слое АТ850...АТ200.

С ложбиной был связан арктический холодный фронт, проходивший через Нижневартовск – Омск – Аральское море, на волнах которого в течение суток возникали частные циклоны. В зоне этих циклонов в Северном и Центральном Казахстане прошли дожди, местами сильные, что способствовало дальнейшему увлажнению воздуха в этих районах. 31 июля центр циклона переместился на территорию Северного Казахстана.

Вынос теплого воздуха из районов Средней Азии на центральные области республики, и заток влажного холодного воздуха с арктического бассейна, способствовали дальнейшему углублению высотного циклона. В термической ложбине на карте ОТ 500/1000 образовался очаг холода, и в 12 ч СГВ высотный циклон и очаг холода переместились на Северный Казахстан. У поверхности земли и на высотах отмечалась значительная кривизна изогипс (циклон был очерчен несколькими изогипсами), что способствовало усилению восходящих упорядоченных токов и образованию мощных кучево-дождевых облаков. Воздушная масса до высоты 12 км была влажной, с дефицитом точки росы 0...5 °С. Большая увлажнённость атмосферы, неустойчивая её стратификация, вызванная наличием очага холода на высоте, и адвекцией тепла у земли в передней части циклона, создали благоприятные условия для развития мощной кучево-дождевой облачно-

сти. Циклон стал квазивертикальным, малоподвижным и сохранялся над данной территорией до 1 августа. И как следствие – сильные ливневые дожди с грозами, порывистым ветром и градом. На М Возвышенка и М Явленка в Северо-Казахстанской области 31 июля и на М Михайловка в Костанайской области 1 августа дожди были очень сильные и достигли критериев СГЯ.

Дождь, местами сильный сохранялся над Северным Казахстаном и 2 августа. Начавшаяся днём 2 августа адвекция тепла в тыл высотному циклону привела к его заполнению и разрушению очага холода. Только после того, как 3 августа циклон заполнился и переместился на юго-восток, дожди в Северном Казахстане прекратились.

Аналогичная синоптическая ситуация наблюдалась 1-2 июля над Павлодарской областью. В этот период, под влиянием высокого малоподвижного циклона, на большей части территории области прошли дожди, местами сильные, а на М Шарбакты 1 июля и 2 июля на М Лозовая количество выпавших осадков достигло критериев СГЯ.

В Восточно-Казахстанской области в период 16-18 июня также под влиянием высокого циклона прошли дожди, местами сильные, на ГП Рассыпное 16 июня за 7 ч выпало 54 мм, ГП Ульба Перевалочная 18 июня за 12 ч – 70,5 мм осадков.

Сильные дожди ночью 4 ноября в Южно-Казахстанской области были вызваны прохождением холодных арктических фронтов северо-западного вторжения. На М Аул Турара Рыскулова, ГП Аул Жаскешу, ГП Пистели, ГП Подгорное их количество составило 34...45 мм.

В 2012 году было зарегистрировано 19 случаев сильного снегопада и один случай сильного мокрого снега. Сильные снегопады, как обычно, наблюдались преимущественно в горной и предгорной зоне южного, юго-восточного и восточного Казахстана.

В Южно-Казахстанской и Жамбылской областях 19 ноября наблюдались сильные снегопады, которые были связаны с прохождением арктического холодного фронта северо-западного вторжения. Синоптическая ситуация развивалась аналогично ситуации 4 ноября, но так как процесс произошёл во второй половине ноября и ночью, то в связи с сезонным понижением температуры воздуха в данном случае наблюдались сильные снегопады, а не дожди, как это было в начале ноября. В Южно-Казахстанской области на М Чуулдак за 9 ч выпало 24,8 мм осадков, на М Аул Турара Рыскулова за

12 ч – 35,3 мм. В Жамбылской области на ГП Зыковское за 7 ч количество выпавшего снега составило 23,5 мм, на ГП Васильевка за 6 ч – 28,4 мм.

В Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях сильные снегопады, наблюдавшиеся 6-7 ноября, были связаны с прохождением «ныряющего циклона». В барической ложбине 5 ноября над Северо-западом ЕТР на волне тёплого участка арктического фронта образовался частный циклон (рис. 3).

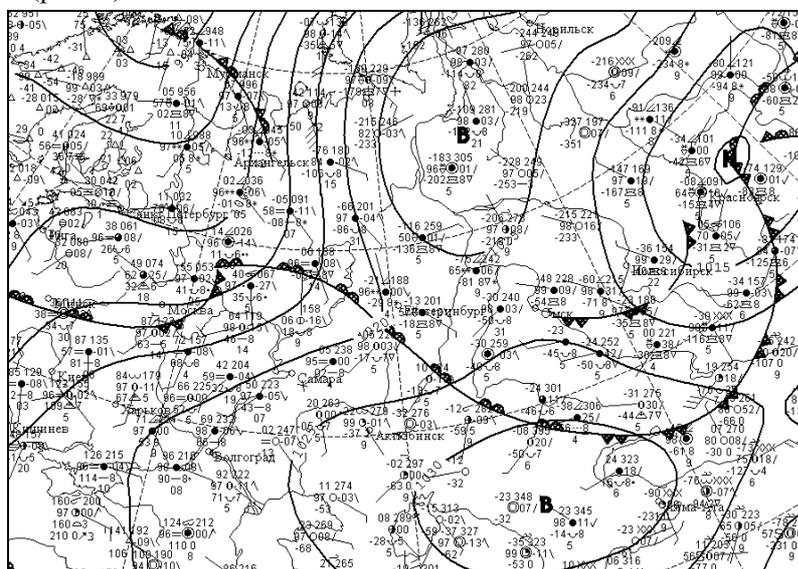


Рис. 3. Анализ приземной карты погоды за 00 ч СГВ 5.11.2012 г.

Перемещаясь в юго-восточном направлении под активной высотной фронтальной зоной через Южный Урал и Центральный Казахстан, циклон углублялся и уже 6 ноября в 09 ч СГВ его центр достиг восточных областей Казахстана.

Снегопады начались ночью с подходом передней части циклона и продолжались ещё и 7 ноября, пока циклон и связанные с ним холодный арктический и вторичные фронты не переместились на юг Западной Сибири, а в тыл ему на территорию Восточного Казахстана – отрог антициклона. Сильные снегопады, достигшие критериев СГЯ отмечались на ГП Каракожа, Рассыпное, Джумба Восточно-Казахстанской области и АМП Дмитриевка Павлодарской области.

Сильный снег, выпавший 1 декабря, нанёс значительный ущерб инфраструктуре Алматинской области и её жителям. В горных и предгорных районах, а также на северо-востоке области снег был очень сильный. Днём на М Медео выпало 20 мм снега, М Шелек – 23 мм, М Есик и аэро-

логической станции г. Алматы по 25 мм. Высота снежного покрова за 12 ч и за сутки увеличилась на 19...22 см и составила от 48 см на М Алматы до 78 см на М Шымбулак. Такая высота снежного покрова является нормой на конец 2-й декады декабря.

Сильные снегопады были вызваны вторжением холодных арктических масс воздуха в тыл циклона, смещавшегося с северо-запада ЕТР через северные и центральные районы Казахстана на Алтай. Характерным для этого процесса было наличие интенсивной фронтальной зоны, с контрастом температуры 8...10°C/500 км, струйного течения на высоте АТ300 со скоростью 150...200 км/ч, ориентированного над территорией Казахстана с северо-запада на юго-восток, и значительной влажностью вторгшегося воздуха в слое земля...АТ500 (дефицит точки росы 0,9...3,1 °С). Северному вторжению на юго-восточные районы Казахстана предшествовала облачная погода с осадками, обусловленная западным вторжением на юг.

Рассмотрим подробнее этот синоптический процесс. Циклон, образовавшийся 26 ноября в высотной ложбине над северо-западными районами ЕТР, медленно со скоростью 10...20 км/ч смещался в юго-восточном направлении под активной ВФЗ. Достигнув северо-западных районов Казахстана 28 ноября, циклон начал перемещаться на восток, и днём 30 ноября его центр располагался над югом Западной Сибири. С этим циклоном были связаны арктическая и свежearктическая системы фронтов. Ещё один фронт полярный, перемещался в параллельных потоках под активной ВФЗ по югу и юго-востоку Казахстана. С этим фронтом днём 28-29 ноября на юге и 29-30 ноября на юго-востоке республики прошли осадки, преимущественно мокрый снег. Днём 30 ноября под влиянием северо-западных потоков полярный фронт переместился в горные и предгорные районы Алматинской области.

Арктический фронт, располагавшийся над Карагандинской областью, на волне которого в ложбине циклона днём 30 ноября над востоком области образовался частный циклон, ночью 1 декабря он сместился на Восточно-Казахстанскую область (рис. 4).

В тыл циклона на Северный Казахстан из районов Шпицбергена переместился антициклон ($P_{ц} = 1040,3$ гПа), по восточной периферии которого произошёл заток холодного воздуха. Отрог антициклона распространился на Центральный Казахстан, вызвав там понижение температуры ночью 1 декабря до -17...-29 °С. Адвекция холода из центральных районов и адвекция тепла +3...+6 °С с юга, перестройка барического поля, быст-

рый разворот ложбины, ось которой была направлена через Нижневартовск на Екатеринбург в 00 ч СГВ 30.11, а в 12 ч СГВ ложбина переместилась на северную половину Казахстана (ось её уже проходила через Томск на Караганду) привели к обострению арктического фронта и смещению его ночью 1 декабря на Алматинскую область. Контраст температуры в зоне холодного фронта у поверхности земли составил 8...10 °С, на АТ850 8..10 °С/500 км, на ОТ 500/1000 – 16...20 гПа/500 км, дефицит точки росы в слое земля – АТ500 гПа – 0,3...3,2 °С.

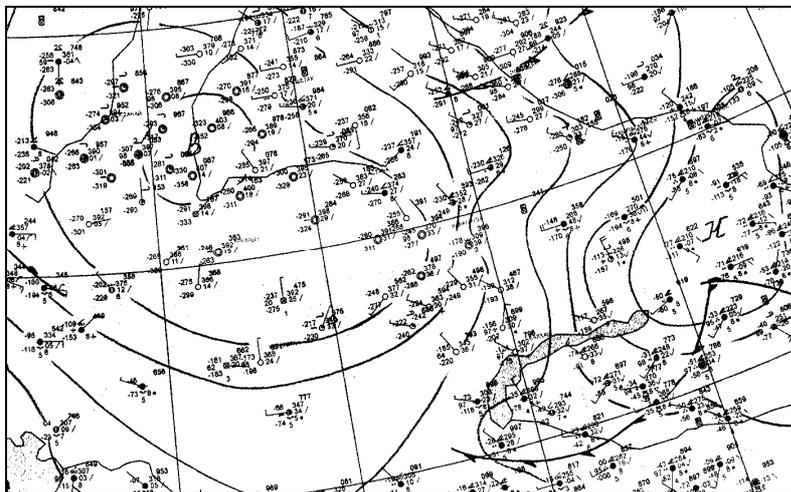


Рис. 4. Кольцевая карта погоды за 00 ч СГВ 1.12.2012 г.

Полярный фронт, располагавшийся над территорией Алматинской и Жамбылской областей, с разворотом барической ложбины и под воздействием северо-западных потоков переместился глубоко в горы. С приближением активного, влагонасыщенного арктического фронта, снегопады в горах усилились, а на равнине в первой половине ночи 1 декабря начались дожди, которые быстро перешли в мокрый снег. С подходом свежearктического фронта к северным районам Алматинской области произошло дальнейшее обострение фронтов, понижение температуры и усиление снегопадов, видимость в которых понизилась до 500...1000 м.

Антициклон вторжения в 12 ч СГВ 1 декабря переместился на Карагандинскую область, давление в его центре повысилось до 1044 гПа и снегопады в Алматинской области стали ослабевать. В 15 ч СГВ 1 декабря центр антициклона вторжения переместился на юго-восток Карагандинской области, свежearктический фронт на южную половину Алматинской области, произошло резкое понижение температуры до 14...20°С мороза, на юге области до 7...13 °С мороза и снегопады прекратились.

1 декабря было отмечено ещё одно СГЯ. Это отложение мокрого снега в г. Алматы. Процесс начался в 2 ч 15 мин СГВ 1 декабря и продолжался 51 ч. Диаметр отложения составил 124 мм, вес отложения 752 г, при том, что явление относится к категории СГЯ при достижении диаметра отложения мокрого снега от 35 мм и более. За последнее 20-летие это наиболее значительное явление. В январе 2007 года диаметр отложения составил 94 см, вес – 160 г, в декабре 2009 года 70 см и 320 г соответственно.

Ночью 30 ноября в 21 ч 40 мин местного времени начался дождь, температура воздуха при этом была +1...+3 °С, около 6 ч местного времени с понижением температуры дождь перешёл в интенсивный мокрый снег, в 8 ч снегопад усилился, видимость ухудшилась до 500 м. Сильный снегопад продолжался до 16 ч 35 мин, затем снег перешёл в небольшой, видимость увеличилась до 1500 м, и в 20 ч 30 мин местного времени снег прекратился. За сутки в первый день зимы выпало 35 мм осадков, что составляет 88 % от месячной нормы (норма 40 мм). В результате такого снегопада было повалено множество деревьев, которые стали причиной повреждения 70 автомобилей, рухнуло 100 крыш, произошло 250 обрывов линий электропередач. Так же зафиксировано 85 случаев падения деревьев на линии газопроводов, огромные сугробы на улицах и автодорогах г. Алматы парализовали движение.

Сильный снегопад, наблюдавшийся 17 марта в горах Алматинской области, был связан с выходом Южно-Каспийского циклона на южные области Казахстана.

Обзор стихийных гидрологических явлений

Период декабрь 2011 г. – первая половина февраля 2012 г. на юге и юго-востоке Казахстана был холодным. В связи с чем, на реках этой территории происходило интенсивное ледообразование, образование зажоров, резкие подъемы уровней воды, разливы, подтопления.

На р. Сырдарье зимой 2011...2012 года установился ледостав более мощный, чем обычно. При этом кромка неподвижного льда продвинулась в пределы Отрарского района Южно-Казахстанской области.

9 января в результате зажора в районе п. Маякум Отрарского района вода вышла на пойму реки, в некоторых местах затопило трассу Маякум – Туркестан, были подтоплены посевные земли. 15 января специалистами МЧС были произведены взрывы в районе поселков Маякум и Ешки-Кара (ниже с. Коксарай). На границе Южно-Казахстанской и Кызылординской областей (ГП Коктюбе) также образовался зазор льда, отмечался выход воды на пойму.

В период 18-26 января в связи с резким понижением температур воздуха на реках Талгар, Каркара, Шарын (Алматинская обл.) образовались зажоры льда, что привело к подъемам уровней воды; в районе гидростов наблюдались разливы. 23 января по р. Каскелен (в районе нового моста) прошел шугоход. В результате чего была подтоплена одна улица в г. Каскелене. 24 января в г. Талгаре (на малой речке Бесагаш) промерз трубный переход моста, в результате чего вода р. Бесагаш вышла на автодорогу местного значения и образовалась наледь.

В первой половине февраля на юге республики было по-прежнему холодно. Снегозапасы в горах и предгорьях Южно-Казахстанской области в 1,5...2 раза превышали норму. С 18 февраля в Южно-Казахстанской области резко потеплело, начались дожди. В период с 18 по 21 февраля на юге области выпало от 10 до 30 мм. На фоне оттепели и в связи с дождями сформировался интенсивный местный сток. В следствие этого в с. Монтайтас Арыского района было подтоплено 19 дворов, а жители 56 домов были эвакуированы; в с. Тамирлановка Ордабасинского района подтоплено 300 дворов, 5 домов разрушено, 59 домов пришли в аварийное состояние.

По рекам Южно-Казахстанской области (Арысь, Бадам, Бугунь) в этот период прошли высокие тало-дождевые паводки. Подъемы уровней воды на реках составили от 2 до 4 м.

22 февраля произошел прорыв обводного канала Алтынбек (р. Арысь), создалась угроза подтопления п. Шаульдер.

27-28 февраля в Южно-Казахстанской области сложилась аналогичная ситуация. В результате интенсивного снеготаяния и дождей на р. Бадам наблюдался выход воды из поливного канала Боз-Саурат, подтапливались дворовые участки в п. Забадамский (пригород г. Шымкента). В Ордабасинском районе в результате переполнения канала Найманарык (расход воды по сведениям ЧС был приблизительно 30...35 м³/с, при пропускной способности канала 8 м³/с) были подтоплены школа и лицей в с. Темирлановка. В Сайрамском районе в поселках Карабастау и Жулдыз отмечалось подтопление домов. В г. Шымкенте подтапливались мкр. Ынтымак, Самал-3, Достык. По низкоречным рекам Южно-Казахстанской области вновь прошли высокие тало-дождевые паводки. Подъемы уровней воды составили: на рр. Бадам, Бугунь, Шубарсу 1,5...1,7 м, Арысь – ж/д. ст. Арысь – 4 м.

4 марта из-за интенсивного таяния снега и прошедшего дождя в Созакском районе Южно-Казахстанской области сформировался склоновый сток, в результате чего в п. Кайнар были подтоплены дворы и хозяйственные постройки.

В 2012 году на р. Ертис (Иртыш) сложилась неблагоприятная ситуация для проведения природоохранных попусков из Шульбинского водохранилища с целью затопления пойменных лугов. Раннее потепление привело к быстрому сходу снега, при этом осадки в апреле были в 3 раза меньше нормы, а в мае их практически не было. В итоге, в апреле среднемесячный боковой приток воды в Шульбинское водохранилище был равен $668 \text{ м}^3/\text{с}$, что составило 90 % от нормы. В мае приток был $339 \text{ м}^3/\text{с}$, что составило всего лишь 30 % от нормы. Это самый низкий майский сток рек Оба и Ульба за весь ряд наблюдений. Перед началом экологических попусков из Шульбинского водохранилища РГП «Казгидромет» сделал расчет ожидаемого гидрографа стока рек Оба и Ульба. Расчеты показали падение стока. Дальнейшие наблюдения подтвердили правильность этого прогноза. Для рационального использования водных ресурсов бассейна р. Ертис максимальные попуски должны быть приурочены к максимальному боковому притоку воды в Шульбинское водохранилище (реки Оба и Ульба). Максимум суммарного бокового притока наблюдается, как правило, в конце апреля – начале мая и достигает величин $2000 \dots 3000 \text{ м}^3/\text{с}$. В 2001 году максимальная величина бокового притока достигала $4000 \text{ м}^3/\text{с}$. Максимум бокового притока в 2012 году наблюдался 16-17 апреля и был равен **$1230 \text{ м}^3/\text{с}$** .

Межведомственной паводковой комиссией было принято решение о невозможности проведения экологических попусков из Шульбинского водохранилища в полном объеме в связи с маловодьем. В результате отсутствия попусков, пойменные луга в Павлодарской области не были затоплены. Максимальный уровень воды в р. Ертис в створе гидропоста г. Павлодар наблюдался 23 апреля (норма 8 мая) и был равен 554 см, тогда как выход воды из русла реки на пойму начинается с уровня 710 см. Максимальный уровень воды в период весеннего половодья 2012 года в районе г. Павлодара был самым низким уровнем воды за ряд наблюдений. Предыдущий самый низкий уровень в период половодья наблюдался 17.04.1963 г. и был равен 591 см.

Такое маловодье на реках Оба и Ульба в период экологических попусков (апрель-май) – явление редкое. В 2012 году средний расход воды за

апрель-май составил $504 \text{ м}^3/\text{с}$. Еще более низкий сток за этот период наблюдался на реках Оба и Ульба только в 1963 году – $494 \text{ м}^3/\text{с}$.

На р. Или условия для формирования стока в весенне-летний период 2012 года перед началом половодья были вполне удовлетворительные. В апреле приток воды в Капшагайское водохранилище был в 1,5...1,7 раза больше нормы. В мае началось уменьшение водности. Фактический сток р. Или в мае составил $374 \text{ м}^3/\text{с}$ (при норме $530 \text{ м}^3/\text{с}$), это самый маловодный май за последние 17 лет после экстремального маловодного 1995 года. В июне-августе сток р. Или был более чем в два раза меньше нормы и одним из низких после 2008 года. В результате чего отмечалась значительное сокращение объема воды в Капшагайском водохранилище. Уровень воды в нем за период май – сентябрь понизился на 2,5 м. Минимальный объем воды в Капшагайском водохранилище составил 15010 млн. м^3 (31.08 – 1.09), его величина была на 2640 млн. м^3 меньше, чем в прошлом году на эту же дату. Низкий сток р. Или связан не столько с недостаточными влагозапасами в бассейне, сколько с водозаборами на территории Китая. В сентябре наблюдалось увеличение расходов воды на р. Иле выше Капшагайского водохранилища за счет регулирования стока на территории КНР. Среднемесячный приток воды в Капшагайское водохранилище составил $455 \text{ м}^3/\text{с}$, что в пределах нормы.

С 3 на 4 ноября в Южно-Казахстанской области прошли ливневые дожди (до 40 мм). В результате сильных дождей в Толембийском районе сформировался склоновый сток, что привело к подтоплению следующих населенных пунктов: Киелитас, Достык, Султан-Рабат, г. Ленгер (пос. Новостройка). Также подтапливались жилые дома в поселках Алатау, Екпенды, Первое мая. В пос. Жылан-Бузган произошел разлив воды из русла канала.

Во второй декаде декабря на реках юга и юго-востока республики отмечался процесс ледообразования. 21 декабря в связи с низкими температурами воздуха и обильным скоплением шуги на реках Каскелен, Талгар, Шу образовались зажоры льда, резкие подъемы уровней воды. Водами р. Каскелен была подтоплена одна улица в г. Каскелене, на р. Талгар отмечался перелив через мост, на р. Шу в районе п. Оразалы Барыт было размыто 200 м автодороги местного значения.

Обзор снеговой обстановки в горах

В январе в большинстве горных районов высота снега была в пределах средних многолетних значений. Исключение составляли некоторые горные районы в Восточно-Казахстанской и Южно-Казахстанской областях, где

высота снега была выше нормы. В этот период отмечался сход лавин в горных районах Восточного Казахстана. Лавины отмечались в бассейнах р. Белая-Берель и р. Горельный, а также на автодорогах Усть-Каменогорск – Самарка, Усть-Каменогорск – Серебрянск. Объемы лавин изменялись от 100 до 2 тыс. м³. В Илейском Алатау в бассейнах рек Большая и Малая Алматинка отмечалось несколько лавин объемом от 300 до 1800 м³.

В феврале отмечались небольшие оттепели на фоне осадков, это способствовало обострению снеготавинной обстановки. В этом месяце наблюдался сход многочисленных лавин в различных районах Казахстана. Объемы лавин изменялись от 100 до 20 тыс. м³. Самые значительные лавины наблюдались в горах Илейского и Таласского Алатау.

В марте с началом процесса снеготаяния увеличилось количество сошедших лавин. На сход лавин оказали сильное влияние снегозапасы в горах, которые составляли 120...180 % от нормы. Только на хребте Тарбагатай высота снега была ниже средних многолетних значений. Сход лавин наблюдался во всех горных районах Казахстана. Основной причиной схода лавин в этот период являлось выпадение осадков на фоне оттепели.

В период 10-22 марта во время сильных метелей в Восточно-Казахстанской области отмечался сход метелевых лавин в районе автодорог Усть-Каменогорск – Самарка, Усть-Каменогорск – Зыряновск, Усть-Каменогорск – Риддер. Объемы лавин менялись от 100 до 1 тыс. м³. После обильных осадков в горах Южно-Казахстанской области в период 13-19 марта так же наблюдались лавины. Объемы лавин менялись от 200 до 10 тыс. м³. Значительная лавина, объемом 45 тыс. м³, сошла 15 марта в бассейне р. Балдыбрэк (район Дарбазы). С 10 по 27 марта в бассейне р. Каратал отмечался массовый сход лавин объемом от 50 до 2000 м³.

17 марта в бассейне р. Малая Алматинка в районе Сухого лога сошли лавины, в которые попали 8 лыжников, погиб лыжник-инструктор.

31 марта в бассейне р. Котырбулак сошла лавина объемом 7000 м³, которая повредила опору канатной дороги, о жертвах не сообщалось.

Ориентировочно в конце марта двое охотников спровоцировав лавину в Таласском Алатау, стали ее жертвой. Информация предоставлена местными жителями в ходе командировки сотрудников.

В апреле лавины сходили в основном в Илейском Алатау, западном Алтае и Жетысуском Алатау. В высокогорной зоне Илейского Алатау лавины сходили до конца апреля, так в период 19-25 апреля в бассейне р. Большая Алматинка сошли лавины объемом от 1 до 20 тыс. м³.

Снежный покров в большинстве горных районов Казахстана установился с середины ноября 2012 года.

В конце ноября в Илейском Алатау наблюдался сход лавин, объемом от 100 до 1000 м³. Отмечался один лавиноопасный период – с 30 ноября по 2 декабря, вследствие сильных осадков. Лавины сходили в бассейне р. Малая Алматинка и р. Котырбулак.

С 3 по 6 декабря в связи с сильными осадками отмечался лавиноопасный период в Жетысусском Алатау. Также наблюдался сход лавин в Илейском Алатау и Западном Алтае. Объемы лавин были незначительными.

Всего за 2012 г. наблюдалось более 200 случаев схода лавин. Наиболее лавиноопасными были февраль и март (более половины случаев схода лавин). Объемы самых больших лавин достигали 100 тыс. м³. Основной причиной схода являлись обильные осадки и оттепели или сочетание этих двух факторов. В горах Восточного Казахстана причиной схода лавин являлись метель и сильные ветры. Большинство лавин сошли самопроизвольно, несколько лавин спровоцированы людьми. Восемь раз давались рекомендации по проведению профилактических спусков лавин. Два раза сход лавин сопровождался человеческими жертвами (3 человека погибло).

Сгонно-нагонные явления на Каспийском море

Состояние водной поверхности. По данным береговых и островных морских станций и постов в 2012 г. уровень Каспийского моря в его северо-восточной мелководной части колебался около отметки минус 27,48 м в пределах значений минус 26,90 м и минус 27,93 м.

В глубоководной казахстанской части Каспийского моря по данным МГ Форт-Шевченко, МГ Актау и МГП Фетисово среднее значение уровня моря соответствовало отметке минус 27,56 м, с максимальным значением при подъёме – минус 27,15 м и минимальным при спаде – минус 27,90 м.

Зима 2011...2012 гг. на Каспийском море по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полугодие и степени распространения границы льда была холодной и продолжительной с устойчивым ледовым покровом в северной мелководной части Каспийского моря.

Первые ледовые явления морские станции и посты отметили в районе северного побережья Каспийского моря в начале ноября 2011 г. Устойчивый припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился в конце ноября 2011 г. Максимальное значение толщины льда зафиксировано у северо-восточного побережья Северного Каспия в середине февраля в районе МГП Жанбай – 58 см. У восточного побережья Се-

верного Каспия МП Каламкас в течение всего ледового периода отмечал сильное сжатие и торошение льдов. Согласно данным российского Научно-Исследовательского Центра Космической Гидрометеорологии «Планета», припайная зона в этом районе имела толщину льда 30...70 см.

В середине третьей декады января процесс ледообразования достиг центральной глубоководной части Северного Каспия при этом, по данным морской станции Кулалы, остров, в районе станции наблюдалось неоднократное установление припая, шириной более 15 км с последующим полным очищением моря ото льда. Максимальная толщина льда припайной зоны в этом районе в середине второй декады февраля достигала 9 см.

По данным морской станции Форт-Шевченко, начиная с середины третьей декады января, в бухте установился устойчивый припай с максимальной толщиной льда – 22 см, зафиксированный в конце первой декады февраля.

У западного побережья Северного Каспия, по данным российских морских станций Лагань и Тюлений устойчивый припай установился сразу за началом ледообразования в третьей декаде января. Согласно космическим снимкам, в конце второй декады февраля ледовый покров распространился по всей акватории Северного Каспия.

В Среднем Каспии первые ледовые явления в виде блинчатого льда были зафиксированы морской станцией Актау и морским постом б/о «Хазар» в конце января 2012 г. В середине первой декады февраля эти станции отметили установление припая, толщина которого достигла 10 см к началу второй декады февраля. Процесс ледообразования затронул также более южные районы восточного побережья Каспийского моря. Туркменские морские станции Туркменбаши и Челекен с середины первой декады февраля до конца второй декады февраля отмечали установление припая шириной 0,1...0,5 км и толщиной льда до 3 см. У западного побережья Среднего Каспия российские морские станции Махачкала и Изберг с конца января до середины первой декады марта фиксировали дрейф льда до 9 баллов.

Постепенное очищение моря ото льда началось с его южных глубоководных районов в середине февраля, а в конце второй декады марта процесс весеннего разрушения ледового покрова Каспийского моря продолжился в глубоководной части Северного Каспия. Полное очищение моря ото льда произошло в конце второй декады апреля.

Сгонно-нагонные колебания уровня Каспийского моря. У побережья Северного Каспия в 2012 г. морскими станциями и постами

РГП «Казгидромет» было зафиксировано 19 случаев сгонно-нагонных явлений, из них 4 случая с ветровым сгоном воды ниже опасной для этого района отметки – минус 27,80 м. 31 июля у северо-восточного побережья, в районе морской станции Пешной под воздействием сильного, устойчивого северо-западного ветра (до 10 м/с) наблюдался опасный сгон воды до отметки уровня минус 27,93 м. 17 октября МГП Каламкас зарегистрировал у восточного побережья Северного Каспия опасное понижение уровня воды до отметки минус 27,88 м, произошедшее в результате продолжительного (более 3-х суток) воздействия сильного восточного ветра (до 10 м/с).

Станция	Период	Сгон	
		наименьший уровень моря, м	величина спада уровня, см
МГП Каламкас	13.10-17.10	-27,88	28
	10.11-12.11	-27,87	15
М Пешной	28.07-31.07	-27,93	41
	01.11-03.11	-27,92	22

У восточного побережья Среднего Каспия в рассматриваемый период было зафиксировано 7 сгонно-нагонных случаев с незначительными изменениями уровня моря. Опасные для данного района сгонно-нагонные колебания уровня моря не наблюдались.

Обзор стихийных агрометеорологических условий

Весна 2012 г. на преобладающей территории Республики наступила в обычные сроки, аномалия температуры воздуха в основном была в пределах нормы. Однако на севере страны (Костанайская, Акмолинская, Северо-Казахстанская и Павлодарская области) весна наступила раньше обычных сроков на 7...10 дней, положительная аномалия температуры воздуха отмечалась в I и III декаде марта в пределах +3...+4 °С, затем в апреле месяце повсеместно по всей территории страны +5...+10 °С. В целом переход температур через 0 и 5 °С произошел в обычные сроки за исключением севера страны. Переход температур воздуха через 10 °С наблюдался повсеместно ранее обычного местами на 10...20 суток, за исключением Южно-Казахстанской и Алматинской области, где все прошло в обычные сроки.

Повышенный температурный фон в марте и в начале апреля способствовал быстрому таянию снежного покрова. В южных регионах республики поля местами освободились от снега в конце февраля, повсеместно в начале марта. Поэтому к весенне-полевым работам приступили в обычные сроки, в

некоторых регионах чуть позже. Темпы проведения весенне-полевых работ несколько сдерживали обильные осадки в середине марта и начале апреля, но способствовали увеличению запасов влаги в почве.

Расчет запасов продуктивной влаги на период весенних полевых работ, показал, что на преобладающей территории республики в основном сформировались удовлетворительные запасы влаги в метровом слое почвы. В Южно-Казахстанской, Жамбылской и Алматинской областях, благодаря обильным осадкам в осенне-зимний период увлажнение почвы было в основном оптимальным.

В Алматинской области к посеву яровых зерновых культур приступили в конце первой декады апреля, что несколько позже по сравнению с прошлым годом.

На наблюдаемых полях Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызылординской областей сев ярового ячменя был проведен в начале первой декады апреля.

В северных регионах приступили к посеву яровых зерновых культур после предварительной обработки почвы во 2-й декаде мая, на востоке и в центре страны в конце 1-й декады мая.

Ночные заморозки, наблюдавшиеся в 1-2-ой декадах мая в предгорных районах юго-востока страны до минус 2 °С, в горных до минус 5...6 °С, могли быть опасными для плодовых и теплолюбивых культур. Заморозки во 2-й и 3-й декадах мая на севере, центре и востоке страны в районах посева яровых зерновых культур не повлияли на рост и развитие растений.

В целом посевная кампания 2012 года продолжалась в течение 7...8 декад, начиная с 1 марта в Жамбылской области (самая ранняя дата сева) и до 10 июня в Жамбылском районе Северо-Казахстанской области (самая поздняя дата сева).

Осень 2012 года почти повсеместно была теплой и сухой. Аномалии температуры воздуха составляли от минус 2 °С до плюс 7 °С.

В осенний период вегетации, как и в прошлом году, первые слабые заморозки в воздухе интенсивностью от минус 1 °С до минус 3 °С были отмечены в обычные сроки в северной половине республики (конец сентября).

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С, характеризующий завершение периода активной вегетации растений, осенью 2012 года на преобладающей территории Казахстана наступил в обычные сроки (в конце сентября). На юго-востоке и западе республики он отмечался в 1-2 декадах октября, на юге в 1-ой декаде ноября.

Первые осенние заморозки в воздухе в южных районах республики наблюдались в сроки близкие к среднесуточным и прошлогодним (в первой и второй декадах октября).

Атмосферная засуха. В 2012 году устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 15°C , характеризующий наступление летнего сезона, наступил на севере, западе, востоке и центре страны в период с 1-ой по 2-ю декаду мая, что около и несколько раньше обычного. На юге, юго-востоке и юго-западе в конце марта в начале апреля, что около и несколько раньше обычного.

Летом 2012 года наблюдался повышенный температурный фон на преобладающей территории республики. Максимальная температура воздуха в июне – июле составляла $25...38^{\circ}\text{C}$ при отсутствии эффективных осадков (более 5 мм в сутки). Такие метеорологические условия привели к установлению атмосферной засухи. В отдельных районах юга республики атмосферная засуха отмечалась в период с начала августа до начала октября, кое-где с начала июля до конца августа.

Летняя засуха обычно оказывает значительно большее отрицательное воздействие на растения, чем весенняя и осенняя, т.к. наблюдается в период формирования урожая с/х культур. Она снижает накопление вегетативной массы, обуславливает засыхание листьев, снижает фотосинтез растений, вызывает череззерницу, пустоколосость, щуплость зерна. Из-за атмосферной засухи яровые зерновые культуры сформировались низкорослые и изреженные. На рис. 5 показаны районы страны, где наблюдалась атмосферная засуха

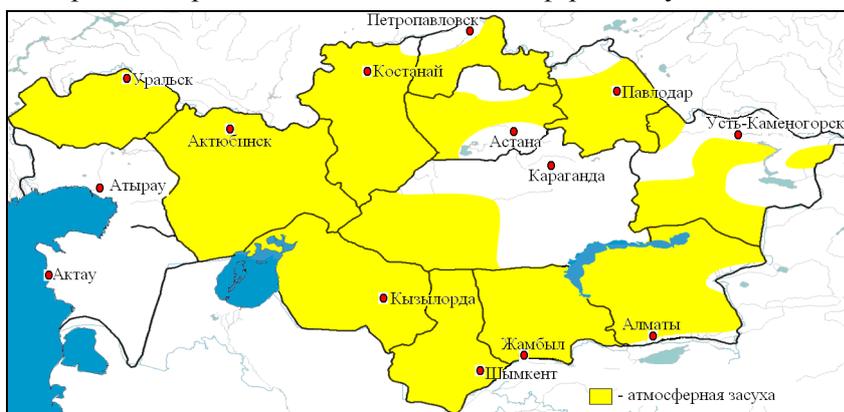


Рис. 5. Атмосферная засуха за вегетационный период 2012 г.

Почвенная засуха. В зимний период 2011...2012 гг. на территории Казахстана выпавшие осадки в основном были ниже нормы. Обильные

осадки выше нормы выпали местами на западе и повсеместно на юге и юго-востоке страны.

Положительная аномалия температуры воздуха на большей территории страны в третьей декаде марта (+2...+3 °С) и повсеместно в апреле (+5...+10 °С), способствовала испарению влаги из почвы, особенно иссушению верхнего пахотного слоя почвы 0...20 см.

По результатам маршрутного обследования в основном недостаточные влагозапасы в метровом слое почвы сформировались в Павлодарской и Карагандинской области, а также в некоторых районах Северо-Казахстанской, Восточно-Казахстанской и Западно-Казахстанской областей, на остальной территории в основном были удовлетворительные и местами оптимальные запасы влаги в почве. Однако установление сухой, жаркой погоды в конце мая, июне, июле вызвало развитие почвенной засухи в ряде районов запада, севера и центра Казахстана. Под действием высоких дневных температур воздуха, длительного периода без дождя, местами сильного ветра, накопленные в предыдущий период запасы влаги в почве, здесь значительно снизились. Наиболее подвержены действию почвенной засухи были пустынные районы юга и запада Казахстана, когда запасы влаги в верхнем (0...20 см) слое почвы в течение почти всей вегетации растений были меньше нормы и составляли всего 0...10 мм.

Почвенной засухой были охвачены не только пустынные районы, но и ряд зерносеющих районов республики. В течение засушливого периода растения в основном находились в фазах цветения и колошения. Низкие влагозапасы в почве, в сочетании с высоким температурным фоном способствовали формированию низкорослых хлебов, а также преждевременному пожелтению листьев нижнего яруса у зерновых культур и череззернице, что привело к уменьшению урожайности низкорослых хлебов (рис. 6).

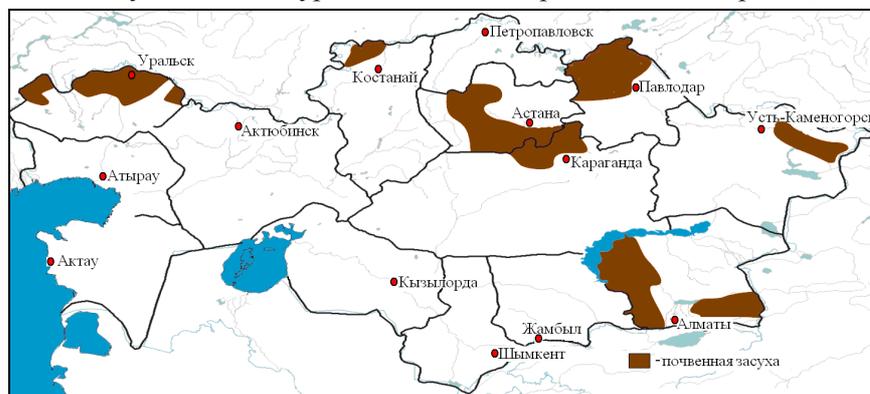


Рис. 6. Почвенная засуха в течение вегетационного периода 2012 г.

Заморозки. В начале периода вегетации растений ночные заморозки отмечавшиеся в первой декаде мая с интенсивностью до минус 2...4 °С на севере, в центре и на востоке страны в районах посева яровых зерновых культур не повлияли на рост и развитие растений. Заморозки местами до -1...-2 °С наблюдались во второй декаде мая в Акмолинской и Павлодарской области, в горных районах Восточно-Казахстанской и Алматинской области, где минимальная температура воздуха составляла -1...-3 °С, коегде до -5...-9 °С и понижение температуры воздуха в третьей декаде мая ночью до -2...-4 °С и кратковременные заморозки на поверхности почвы до -3 °С на севере, востоке и центре страны не были опасными для появившихся всходов зерновых культур. Осень 2012 года почти повсеместно была теплой и сухой. Аномалии температуры воздуха составляли +2...+7 °С. Заморозки отмечались в первой декаде сентября местами в Акмолинской области и в горных районах востока до -1...-4 °С, которые не вызвали повреждение сельскохозяйственных культур.

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С, характеризующий завершение периода активной вегетации растений, осенью 2012 года на преобладающей территории Казахстана наступил на 5...10 суток позже обычных дат (в период с начала до середины октября), на юге республики он отмечался в первой декаде ноября.

Первые осенние заморозки в воздухе в южных районах республики наблюдались в обычные сроки (в первой и второй декадах октября) и не являлись стихийным гидрометеорологическим явлением, т.к. их интенсивность составляла -1...-3 °С в воздухе и -1...-4 °С на поверхности почвы.

Суховеи. Летом 2012 года высокие дневные температуры воздуха, усиление ветра, дефицит осадков и низкая относительная влажность воздуха вызывали суховеи (сухой ветер). Наиболее опасны суховеи в период от цветения до созревания зерновых культур, так как могут вызвать засыхание зерна, формирование которого еще не закончилось. При недостатке влаги в почве суховеи вызывают прекращение роста, потерю тургора и засыхание растений.

Высокие дневные температуры воздуха 25...36 °С, усиление ветра (более 5 м/с), дефицит осадков и низкая относительная влажность воздуха (35 % и менее) вызвали образование суховеев в Жангалинском районе Западно-Казахстанской области.

Также, в большинстве районов Акмолинской области, в Тимирязевском и в районе им. Шал-Ақына Северо-Казахстанской области возникновение суховея наблюдалось в 1-й и 2-й декадах июля. Максимальная ско-

рость ветра в этот период достигала 5...14 м/с, при максимальной температуре воздуха 26...30 °С и относительной влажности воздуха ниже 30 %.

В других зерносеющих областях Казахстана суховеи в основном не наблюдались.

Аномалии температуры воздуха и количества осадков на территории Казахстана в 2012 г. Отрицательные аномалии температуры воздуха наблюдались в январе и феврале, в остальные месяцы года аномалии были положительными или около нормы. В феврале и апреле наблюдались значительные отклонения температуры воздуха от нормы.

В январе было холодно на большей территории Казахстана, температуры воздуха формировались вследствие меридиональных процессов. В январе аномалии температуры воздуха уменьшаются с запада на восток от -1 до -6 °С, лишь на западе республики аномалии были в пределах нормы ± 1 °С. Февраль был экстремально холодный на всей территории Казахстана, в южных областях Казахстана аномалии температуры воздуха достигали -2...-4 °С, в восточных, центральных и некоторых северных областях -7...-9 °С. В марте на большей территории Казахстана аномалии были положительными 1...2 °С, на западе около нормы, и на 1 °С ниже нормы узкой полосой в прикаспийском регионе. Апрель выдался экстремально тёплым, особенно на западе республики, где температуры воздуха превышали норму на 6...8 °С, на остальной территории на 4...5 °С. В мае аномалии температуры увеличивались с востока на запад от 1 до 4 °С, только в Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях температуры воздуха были в пределах нормы. В летние месяцы температуры воздуха были выше нормы на 1...3 °С на большей территории Казахстана. Из летних месяцев по аномалиям температуры самым тёплым был август, на западе аномалии температуры воздуха достигали 4 °С. В сентябре температуры воздуха были около и немного выше на 1...2 °С нормы. В октябре температуры воздуха увеличивались с востока на запад от 1 до 4 °С.

Дефицит количества осадков наблюдался в зимние месяцы (январь, февраль) на большей части территории Казахстана и составил 5...25 мм, только на западе и местами на юге республики осадков выпало около нормы. Из весенних месяцев по количеству осадков можно выделить март, так как в марте почти по всему Казахстану выпавшее количество осадков превысило норму на 5...25 мм, тогда как в апреле и мае, за исключением центральной части, где количество осадков было в пределах нормы, наблюдался дефицит осадков (5...25 мм). В летние месяцы наблюдается

большая пятнистость в распределении осадков по территории Казахстана. В июне дефицит осадков (5...15 мм) наблюдался в Костанайской и Жамбылской областях. В Восточно-Казахстанской, Павлодарской, местами в Мангистауской, Кызылординской областях осадков выпало выше нормы на 5...15 мм. В июле недостаток осадков наблюдался в северных и южных областях Казахстана (5...15 мм), на остальной территории осадков выпало около и выше нормы. В августе практически по всей территории Казахстана осадков выпало в пределах нормы. В сентябре недостаток осадков наблюдался в северных, местами западных и южных областях республики (5...15 мм). В октябре дефицитом осадков был охвачен почти весь Казахстан, исключая Восточно-Казахстанскую область.

Обзор особенностей распределения засухи различной интенсивности по территории Казахстана. Засуха значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур, усиливает ветровую эрозию почв и является предпосылкой лесных пожаров. В результате засух нередко наблюдается обмеление рек, понижается уровень водоемов и т.д.

В 2012 году во многих регионах Казахстана наблюдалась продолжительная засуха. Вегетационный период 2012 г. по температурному режиму характеризовался в основном теплой (местами в отдельные периоды жаркой) или близкой к норме погодой. Жаркая и сухая погода практически на всей территории республики наблюдалась в апреле-мае, первой-второй декадах июня, во второй декаде июля и августа (за исключением отдельных районов).

Продолжительные (от 10 до 13 декад) сильные засушливые явления наблюдались на территории Жамбылской, Кызылординской, Мангиустанской областей и в отдельных районах Алматинской, Западно-Казахстанской и Южно-Казахстанской областей. В Актюбинской, Атырауской областях в третьей декаде июня засухи ослабевали и затем вновь усиливались до сильных, продолжительность их составляла 8...9 декад. В Алматинской области (за исключением отдельных районов) сильная засуха отмечена с первой декады июля до первой декады сентября. На территории Акмолинской, Восточно-Казахстанской, Карагандинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областей преобладали в основном (за исключением отдельных декад в ряде районов) засушливые явления средней интенсивности. Почти на всей территории Республики, где наблюдались засухи средней или сильной интенсивности (продолжительность которых превышала четыре и более декад), наблюдалось снижение влаго-

обеспеченности сельскохозяйственных посевов и наступление почвенной засухи, что способствовало снижению качества и объема урожайности.

В условиях засушливого климата Казахстана очень важным является такой показатель, как *максимальная продолжительность периода, когда осадки были менее 1 мм* (рис. 7). В 2012 году практически на всех метеостанциях продолжительность периода без осадков была около месяца. Особо длительные периоды без осадков, от 90 до 134 дней, наблюдались в Мангистауской (Бейнеу), Кызылординской (Шиили), Южно-Казахстанской (Туркестан, Шардара, Арысь) и Жамбылской (Кулан, Уюк) областях.

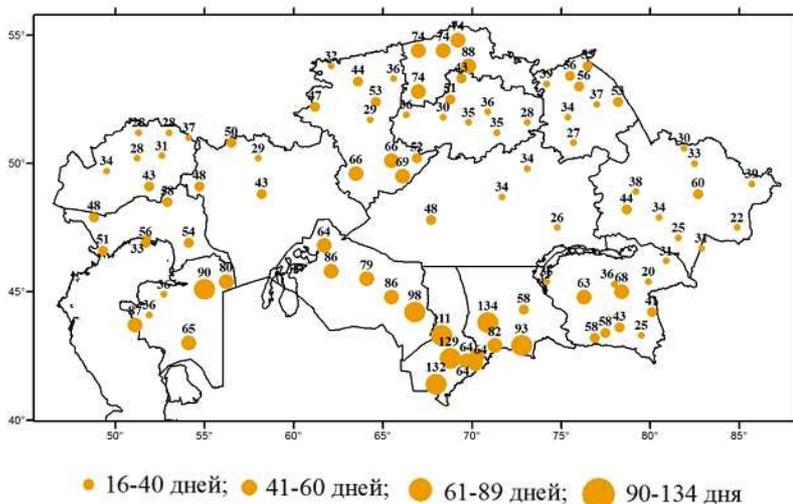


Рис. 7. Максимальная продолжительность безосадочного периода (в днях) в 2012 году на территории Казахстана.

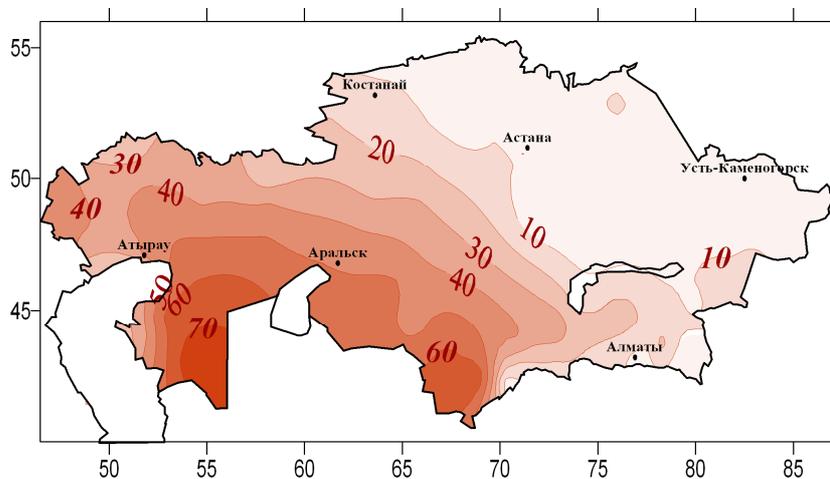


Рис. 8. Количество дней с температурой воздуха выше 35 °С на территории Казахстана в 2012 г.

На рис. 8 приведено пространственное распределение количества дней с температурой воздуха выше 35 °С в 2012 году. Максимальное количество дней с высокими температурами наблюдалось на территории Южно-Казахстанской, Кызылординской, Атырауской и Мангистауской областей – 40...70 дней, на территории ЗКО, Актюбинской и Жамбылской областей количество жарких дней составило 20...30. Во всех перечисленных областях, а также во всех областях северного Казахстана число дней с температурой воздуха выше 35 °С было экстремально высоким (вероятность непревышения 90...100 %).

Именно в тех регионах, где наблюдалось сочетание продолжительного периода без осадков и высокая повторяемость дней с экстремально высокой температурой воздуха зарегистрирована наиболее длительная засуха.

Поступила 30.10.2013

Б.А. Сазанова
Т.В. Худякова
А. Мынжанова
Т.И. Криворучко
К.Е. Бектурсунов
Л.М. Соколова
Е.И. Васенина
Д.К. Байбазаров

2012 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 қума толқынды құбылыстарға шолу жасалған.

УДК 556.18.004.14

Канд. техн. наук

С.П. Шиварёва *

**О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕЖСЕКТОРАЛЬНОЙ
РАБОЧЕЙ ГРУППЫ В КАЗАХСТАНЕ**

Изменение климата может значительно увеличить опасность стихийных бедствий в Центральной Азии – регионе, характеризующемся высокой вероятностью таких природных катастроф, как селевые потоки, снежные лавины, наводнения и засухи. Изменение климата и стихийные бедствия являются трансграничными проблемами и зависят от условий управления природными ресурсами. Следовательно, эффективное предупреждение стихийных бедствий требует трансграничного мониторинга и раннего предупреждения, а также хорошего сотрудничества и координации.

Этим задачам посвящен проект «Адаптация к климатическим изменениям путем устойчивого управления природными ресурсами и трансграничного сотрудничества с целью предупреждения стихийных бедствий в Центральной Азии» (SRM4DP), проводимый в 2011...2013 гг. Германским обществом по международному сотрудничеству (GIZ).

В ноябре 2011 г. GIZ провёл в Алматы семинар, на котором представители министерств по чрезвычайным ситуациям, сельскому хозяйству, водным ресурсам и окружающей среды, сотрудники национальных гидрометеорологических служб и научных учреждений стран Центральной Азии обсудили возможные действия в рамках настоящего проекта. На семинаре различные эксперты из Центральноазиатских стран неоднократно указывали на недостаточное межсекторальное, междисциплинарное и трансграничное сотрудничество.

В апреле 2012 г. была организована учебно-ознакомительная поездка в Германию по повышению квалификации для экспертов и руководителей в области управления природными ресурсами и трансграничного сотрудничества из стран Центральной Азии. Участники познакомились с видами существующего трансграничного сотрудничества в области предупреждения стихийных бедствий в западноевропейском контексте, с методами работы ряда учреждений, которые направляют своих представителей в специальные рабочие группы для обсуждения определенной проблемы. В

* РГП «Казгидромет»

ходе такой межсекторальной и междисциплинарной работы делегаты вырабатывают определенный подход для улучшения ситуации и возвращаются в свои организации с соответствующими рекомендациями. Такой подход был признан инновационным и многообещающим для стран Центральной Азии. Участники поездки высказали предложение, чтобы проект SRM4DP способствовал образованию национальных межсекторальных рабочих групп (МРГ) в странах Центральной Азии (ЦА) по анализу и определению трансграничного мониторинга и систем раннего предупреждения. Исходя из опыта, в 2012 г. в сотрудничестве с Региональным центром гидрологии (РЦГ), Региональным экологическим центром Центральной Азии (РЭЦЦА) и GIZ была создана межсекторальная рабочая группа в Казахстане, которая курируется сейчас РЦГ ЦА. МРГ в Казахстане состоит из ведущих экспертов – представителей научных, учебных и государственных учреждений, работающих в области управления, мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций в водном секторе: Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Институт географии, Казгидромет, Международный Фонд спасения Арала (МФСА), Комитет Водных Ресурсов, ГУ «Казселезащита», Институт космических исследований им. У.М. Султангазина, Региональный центр гидрологии Центральной Азии, Региональный экологический центр Центральной Азии. Участники МРГ в Казахстане являются официальными делегатами своих учреждений и освобождаются на период заседания рабочей группы от прочих обязанностей. Заседание национальной МРГ длится один день и проходит в филиале РГП «Казгидромет» по г. Алматы. МРГ собирается на регулярной основе примерно каждые два месяца. В Казахстане МРГ с сентября 2012 г. по октябрь 2013 г. провела уже 6 встреч. МРГ представляет собой попытку протестировать новый способ работы, который успешно применяется в других странах мира для решения междисциплинарных проблем. Проект SRM4DP поддержал эту инициативу лишь в начальной фазе.

В ходе работы первой встречи была определена тема для выработки рекомендаций – «Раннее предупреждение и оповещение в области климатических рисков, связанных с водными ресурсами в бассейне р. Сырдарья». На последующих встречах участники МРГ обсудили возможные геориски в бассейне реки Сырдарья, основным из которых было названо наводнение, подтопление, безопасность плотин. Участники МРГ в Казахстане предложили в качестве основного направления работы – разработку рекомендаций по мониторингу состояния водных ресурсов бассейна р. Сырдарья, управ-

ление водными ресурсами в свете происходящего изменения климата и раннему предупреждению стихийных бедствий, связанных с георисками для представления их заинтересованным организациям и лицам, принимающим решения. Был обсужден вопрос о статусе МРГ, предложено, чтобы МРГ по георискам функционировала под эгидой РЦГ ЦА.

В настоящее время GIZ финансирует проводимый в странах Центральной Азии на основе опыта работы МРГ в Казахстане анализ ситуации для создания таких групп. В связи с масштабом проблемы и сложным финансовым положением большинства центральноазиатских стран цель состоит не в том, чтобы выработать идеальные, технически продуманные системные решения. Напротив, здесь необходимо сконцентрироваться на практических решениях, которые могут быть реализованы в обозримом будущем. В многочисленных проектах международного сотрудничества и инициативах уже проведена определённая часть работы. Данный опыт уже используется МРГ в Казахстане и будет применяться в предстоящей работе МРГ в других странах Центральной Азии. Поскольку значимой целью МРГ является развитие транснациональных согласований, представители национальных рабочих групп по необходимости будут обсуждать свои результаты на межнациональных региональных семинарах.

Положительные результаты работы МРГ можно ожидать в следующих сферах:

- Для участников: инновационный способ межсекторальной, междисциплинарной разработки решений и рекомендаций, адаптированных к местным условиям и согласованных на трансграничном уровне, может значительно повысить мотивацию участников.
- Для организаций, которые делегируют представителей в МРГ: будут представлены рекомендации, выработанные межсекторальной рабочей группой, адаптированные подходы решения проблем, повышение профессионального опыта участников, полученного в рабочих группах, в результате чего будет подниматься статус организации.
- На международном уровне данная инициатива положительно повлияет на межгосударственные договоренности.
- В среднесрочной перспективе внедрение выработанных предложений по мониторингу и системам раннего предупреждения снизит уязвимость населения.
- Опыт МРГ может поддержать и дополнить работу других инициатив по снижению рисков стихийных бедствий в Центральной Азии.

Для систематизации работы группы была разработана и роздана членам МРГ Схема «Дерево построения работы Межсекторальной рабочей группы в области трансграничного мониторинга и систем раннего предупреждения георисков». Была представлена членам МРГ для обсуждения схема планирования дальнейшей деятельности МРГ «Стрелка планирования». В соответствии со схемой «Стрелка планирования» была проведена интерактивная работа с членами МРГ по определению проблем и обсуждению, какую информацию, связанную с георисками на р. Сырдарье, могут представить члены МРГ, представляющие соответствующие ведомства, для составления Реестра рисков. Все члены МРГ дали свои предложения в Реестр рисков и приняли участие в обсуждении каждого риска, важности сбора информации по перечисленным рискам и распределили задания членам МРГ. Необходимо отметить, что проведенная работа по созданию Реестра рисков определяет цели, направления и результаты работы МРГ на дальнейший период работы. Реестр станет основной канвой работы по георискам в бассейне Сырдарьи на перспективу.

Период времени с января по апрель 2013 года был самым ответственным для раннего предупреждения и оповещения о наводнении в низовье р. Сырдарьи. Представители МРГ из РЦГ, Казгидромета, Казселезащиты, КВР и МФСА очень активно работали, постоянно и внимательно следили за текущей ситуацией, обменивались мнениями, сотрудничали с гидрометслужбами соседних государств, регулярно докладывали лицам, принимающим решения, сложившуюся обстановку, прогноз погоды, прогноз водности реки Сырдарьи и ледовые явления на реке. Благодаря совместному сотрудничеству членов МРГ и других организаций в части раннего предупреждения, т.е. ежедневных уточнений прогнозирования, удалось избежать зимнего затопления.

В Казахстане в настоящее время разрабатывается Государственная программа управления водными ресурсами, в которой, по мнению членов МРГ обязательно должны быть отражены мероприятия по мониторингу и раннему предупреждению георисков, связанных с воздействием изменения климата в водном секторе. Наибольшую значимость в Реестре рисков имеет риск разрушения плотины Шардаринского водохранилища при экстремальных паводках в условиях изменения климата. МРГ также признала важность мониторинга озёрных систем р. Сырдарьи для снижения георисков в южных регионах РК. Было принято решение подготовить предложение МРГ к Государственной программе управления водными ресурсами о

включении вопросов, связанных с георисками в бассейне р. Сырдарьи. Рекомендации МРГ по «Регулированию безопасности гидротехнических сооружений» и «Предотвращению георисков и созданию условий по восстановлению природных экосистем в дельте р. Сырдарьи» 28 июня 2013 г. были отправлены Министру окружающей среды и водных ресурсов РК Н.Ж. Каппарову. Так же рекомендации были переданы разработчикам Государственной программы по управлению водными ресурсами Республики Казахстан на 2014...2040 гг. На заседании Круглого стола 4 октября 2013 г., проводимого Водным партнерством Казахстана, эти предложения поддержали другие государственные учреждения. Разработчики Государственной программы подтвердили, что одним из приоритетов Программы является «Переход от разрушительной эксплуатации инфраструктуры к поддержке её в надлежащем состоянии». В частности в план мероприятий по инициативе МРГ внесены пункты «Строительство аварийного водосброса Шардаринского водохранилища в Южно-Казахстанской области» и «Подписание Соглашения между Правительствами республик Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана об использовании водных и энергетических ресурсов бассейна р. Сырдарьи».

Тот факт, что рекомендации МРГ были включены в Государственную Программу, вдохновляет на дальнейшие действия по предотвращению георисков на территории Казахстана. К сожалению, проект SRM4DP, проводимый в 2011...2013 гг. Германским обществом по международному сотрудничеству, завершает свою работу, и мы ищем партнёров по поддержке и развитию МРГ в Казахстане и Центральной Азии.

Анализ проведенной работы:

1. Созданная МРГ состоит из компетентных и влиятельных экспертов по выбранной теме.
2. Все члены МРГ являются волонтерами. Они номинированы организациями, компетентными в области управления водными ресурсами, мониторинга и предупреждения стихийных бедствий
3. МРГ в Казахстане нацелена на решение приоритетных задач в области мониторинга и раннего предупреждения стихийных бедствий в бассейне р. Сырдарьи.
4. Опыт работы МРГ в Казахстане может быть полезен при создании соответствующих МРГ в странах Центральной Азии.

Поступила 16.10.2013

ПАМЯТИ

ХОНИНА РОСТИСЛАВА ВАЛЕРЬЕВИЧА



5 ноября 2013 г. на 80-м году жизни после продолжительной болезни скончался известный казахстанский ученый, физико-географ, гляциолог, крупный специалист в области селеведения, кандидат географических наук, доцент Ростислав Валерьевич Хонин.

Р.В. Хонин – коренной алмаатинец. Он родился в Алма-Ате 1 августа 1934 г. В 1958 г. окончил КазГУ по кафедре физической географии. Будучи студентом, принимал участие в ледниковых экспедициях Сектора географии в Джунгарском Алатау. После окончания КазГУ работал в КазНИГМИ, в Отделе географии АН КазССР, на кафедре геоморфологии КазГУ. Изучал современное оледенение Казахского Алтая, Заилийского и Джунгарского Алатау. Организовал первые режимные наблюдения на крупнейшем в Казахстане леднике Корженевского в верховьях р. Чилик. Участвовал в полевых и камеральных работах по составлению Каталога ледников Казахстана. По праву первооткрывателя присвоил ряду ледников имена известного казахстанского гляциолога К. Макаревича в Заилийском Алатау, космонавтов А. Николаева и П. Поповича в верховьях р. Белой Берели на Алтае и др.

Особенно плодотворным в исследовательской деятельности Ростислава Валерьевича был период с 1966 по 1980 гг., когда он изучал условия формирования селевых очагов и грязекаменных потоков в разных регио-

нах бывшего СССР. Впечатляет обширная география его селевых исследований. В составе экспедиций отдела селевых потоков КазНИИ и некоторых подразделений КазУГКС, под научным руководством Ю.Б. Виноградова, он производил выборочные наземные обследования селевых бассейнов и очагов в Северном, Западном и Внутреннем Тянь-Шане, в Джунгарском Алатау, в Бадахшане и на Памире, в Ферганском и Алайском хребтах, на северном и южном склонах Большого Кавказа, в Закавказье, Карпатах, на хребтах Станового нагорья (в частности, прилегающих к трассе БАМа), на хребте Хамар-Дабан в Южном Прибайкалье, на отдельных горных хребтах Камчатки.

Кроме названных горных районов, по данным материалов аэрофотосъемки (АФС) он изучил распространение селевых очагов в Хибинах, Крыму, Саянах, Сихотэ-Алине, Путоране, в горных системах Хабаровского края и Магаданской области, на Северном и Полярном Урале, Русском Алтае и на Сахалине.

В начале 70-х гг. вместе с Ю.Б. Виноградовым был одним из организаторов поистине уникальных полевых экспериментов по искусственному воспроизведению грязекаменных потоков высокой плотности с расходами от 45 до 430 м³/с (т.е. на 1...2 порядка превышающими величину предшествующих опытов) в естественных условиях в верховьях р. Чемолган в Заилийском Алатау. Эти эксперименты, наблюдения за формированием аналогичных потоков в селевом очаге Кокчека в бассейне р. Большой Алматинки, обследования свежих следов прохождения селей высокой плотности в долинах Малой (1973 г.) и Большой (1975 и 197 гг.) Алматинок показали принципиальные различия условий возникновения и развития селевых процессов, приводящих к образованию грязекаменных и наносоводных потоков.

Конкретизация Ю.Б. Виноградовым понятия «селевой очаг» позволила Р.В. Хонину по материалам АФС выявить прямые признаки дешифрирования основных типов очагов, выделить их разновидности и разграничить переходные формы. При изучении очагов в разных горах СССР эти признаки были унифицированы и определены эталоны дешифрирования. Последние предоставили возможность достаточно уверенно опознавать основные формы очагов в различных регионах.

Разработанные Ростиславом Валерьевичем принципы составления крупномасштабных карт селевых очагов были им использованы для среднemasштабного картирования селевых бассейнов и мелкомасштабного об-

зорного картирования селевых явлений. Принципы обзорного картирования и географические закономерности распространения селевых явлений нашли отражение при составлении карты селеопасных районов СССР в масштабе 1:1 000 000 и обзорной карты селевых явлений Северного полушария в масштабе 1:8 000 000.

Результаты своих исследований Р.В. Хонин докладывал на конференциях и совещаниях в Тбилиси, Азау, Чите, Ташкенте и др. городах, организованных Селевой комиссией при АН СССР и Госкомитете Совмина СССР по науке и технике, существовавшей с 1947 по 1991 г. А в декабре 1981 г. в ученом совете Тбилисского университета он защитил кандидатскую диссертацию «Географическое распространение селевых очагов на территории СССР и методы их изучения».

В 1982 г., когда Р.В. Хонина, по его словам, «укатали сивку крутые горки», он перешел на географический факультет КазГУ, где до ухода на пенсию в 2000 г. работал доцентом кафедры геоморфологии, пользуясь заслуженным авторитетом и уважением среди преподавателей и студентов.

Р.В. Хонин единолично и в соавторстве опубликовал более 40 научных работ, в т.ч. книги «Каталог ледников СССР. Т.13, вып.2, ч.1» (1967), «Руководство по изучению селевых потоков» (1976), «Руководство селестоковым станциям и гидрографическим партиям» (1990).

Он был опытным альпинистом и инструктором туризма, большим любителем классической музыки (в его домашней фонотеке сотни пластинок), весьма самобытным художником, его картины украшают стены в домах многих его друзей и знакомых.

Имя и деяния Ростислава Валерьевича навсегда сохранятся в нашей памяти, в памяти людей, кто долгое время работал и общался с ним.

Е.Н. Вилесов, Л.К. Веселова
Коллеги и товарищи по работе в КазНИГМИ
Редколлегия журнала

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

опубликованных в журнале «Гидрометеорология и экология» в 2013 г.

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Ахмадиева Ж.К., Долгих С.А. К модернизации реперной климатической сети наблюдений РГП «Казгидромет». №3, С. 42-48.

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К., Искаков А.Н. Алгоритм расчета вертикального распределения парниковых газов в атмосфере по спутниковым данным. №1, С. 35-43.

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К., Искаков А.Н. Распределение метана на территории Казахстана на основе спутниковых данных. №3, С. 61-66.

Байшоланов С.С., Байбазаров Д.К. Влияние изменения климата на урожайность яровой пшеницы. №1, С. 16-23.

Бегалиева А.Б., Боголюбова Е.В. Особенности статистической структуры осредненных по площади месячных сумм осадков на севере и юге Казахстана. №1, С. 52-64.

Бекмухамедов Н.Э., Муратова Н.Р., Северская С.М. Перспективы изучения состояния естественных кормовых угодий на подспутниковых полигонах Казахстана. №3, С. 55-60.

Бекмухамедов Н.Э., Муратова Н.Р., Северская С.М. Спектральные характеристики наиболее распространенных типов пастбищ южного Прибалхашья. №1, С. 44-51.

Бекмухамедов Н.Э., Муратова Н.Р., Северская С.М., Жумабекова Р., Курбанова Р. Тематическое дешифрирование экологического состояния и продуктивность естественных пастбищ на основе космоснимков TERRA/MODIS. №2, С. 27-33.

Беку Б., Нысанбаева А.С. Оценка биоклиматических условий юга и юго-востока Казахстана. №1, С. 65-72.

Бултеков Н.У. Режим пыльных бурь на территории Атырауской области. №2, С. 34-39.

Вакарь Д.В. Устройство защиты метеорологического оборудования. Достоинства и недостатки. №2, С. 150-157.

Верецагина Н.Г., Видинеева Е.М., Рахматова Н.И. О возможном влиянии пылесолепереноса с обсыхающей поверхности Айдаро-Арнасайской системы озер на засоление земель Джизакского вилоята. №1, С. 24-34.

Ерисковская Л.А. Атмосферные осадки и их влияние на баланс массы ледника Туйыксу. №2, С. 18-26.

Ерисковская Л.А. Влажность и температура воздуха на леднике Туйыксу. №4, С. 26-31.

Ерисковская Л.А. Скорость ветра и её влияние на температуру воздуха на леднике Туйыксу. №3, С. 49-54.

Жданов В.В., Долгих С.А. Влияние основных метеорологических факторов на лавинную активность (на примере бассейна реки Кишы Алматы). №1, С. 7-15.

Илякова Р.М., Долгих С.А., Петрова Е.Е. К вопросу о системе мониторинга режима осадков на территории Казахстана. №3, С. 16-29.

Кожаметова Э.П., Загидулина А.Р., Аппазова Т.Б. Точность воспроизведения температуры воздуха и осадков на территории Казахстана климатическим архивом CRU TS 2.1. №3, С. 30-41.

Молдахметов М.М., Махмудова Л.К. Солтүстік Қазақстан аумағының қар жамылғысы сипаттамаларының аймақтық климаттық өзгерістер шеңберіндегі динамикасы. №4, С. 32-44.

Турулина Г.К., Сальников В.Г., Полякова С.Е., Муратова Н.Р. Современные тенденции продолжительности залегания устойчивого снежного покрова в Северном Казахстане. №3, С. 7-15.

Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В., Чердниченко В.С. О связи между типами макропроцессов и количеством осадков на метеостанциях Уральск и Костанай. №4, С. 7-25.

Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В., Чердниченко В.С., Кожаметова Э.П., Смирнова А.Ю. Распределение по территории Казахстана циклов в рядах температуры. №2, С. 7-17.

ГИДРОЛОГИЯ

Абдрахимов Р.Г., Джаксыкельдинов А.А. Сток в верхнем течении реки Ертис (Иртыш). №4, С. 61-67.

Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Первалов А.С., Бурлибаева Д.М. Современные гидроэкологические и токсикологические проблемы трансграничного стока рек бассейна Жайка (Урала) и характер трансформации их параметров. №2, С. 76-107.

Вилесов Е.Н., Северский И.В., Морозова В.И. Изменение ледниковой системы Казахстанского Алтая во второй половине 20 – начале 21 века. №4, С. 45-60.

Воронцов А.А., Степаненко С.Р. Основы метода определения амплитудно-частотных характеристик короткопериодных и долгопериодных колебаний температуры воды в Каспийском море. №2, С. 61-75.

Галаева А.В. О возможности применения модели НВУ для моделирования стока рек Или и Иртыш. №2, С. 108-114.

Жубатов Ж., Бисариева Ш.С., Степанова Е.Ю. Экологическая устойчивость районов падения боковых блоков ракеты-носителя «Союз» (зона Ю-25). №2, С. 140-149.

Климентьева О.А., Чигринец Л.Ю. Максимальные расходы воды и селевые потоки горных рек Жетысуского Алатау. №3, С. 91-111.

Магай С.Д. Эффективность и технологии орошения сельскохозяйственных культур минерализованными водами на юге Казахстана. №2, С. 132-139.

Степанов Б.С. Явление скачкообразного изменения плотности селевой массы. Теоретическая и практическая значимость его открытия. №3, С. 68-90.

Турсунов Э.А., Романова С.М., Куншыгар Д.Ж. Донные отложения как фактор формирования качества воды оз. Балхаш и нижнего течения р. Или. №2, С. 124-131.

Уваров Д.В., Мазур Л.П. Исследование ледникового стока р. Киши Алматы (Малая Алматинка). №3, С. 112-130.

Усманова З.С. Оценка изменений ледников бассейна реки Текес (китайская часть бассейна реки Или) по данным космического мониторинга №1, С. 73-82.

Чигринец А.Г., Чигринец Л.Ю., Долбешкин М.В. Водные ресурсы основных правобережных притоков Иртыша и тенденции их изменения. №2, С. 115-123.

Шиварева С.П., Ли В.И., Голубцов В.В. Моделирование уровня Каспийского моря с учетом водопотребления и в условиях изменяющегося климата. №1, С. 83-101.

ЭКОЛОГИЯ

Бельгибаев М.Е., Камышева С.Е. Вопросы создания и развития трансграничной биосферной территории «Алтай». №3, С. 188-199.

Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Муртазин Е.Ж., Шенбергер И.В., Первалов А.С., Бурлибаева Д.М. Современные состояния гидрохимического режима и токсикологических параметров в трансграничных реках Балкаш-алакольского бассейна. №1, С. 117-128.

Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Первалов А.С., Бурлибаева Д.М. Современный режим гидрохимических и токсикологических параметров трансграничного стока реки Сырдарья и характер их трансформации в пределах территории Казахстана. №3, С. 141-160.

Бурлибаев М.Ж., Куц С.И., Шенбергер И.В., Бурлибаева Д.М. Анализ влияния весенних попусков реки Ертис (Иртыш) на обводнение ее поймы. №4, С. 68-80.

Валеев А.Г. К изучению обвально-осыпных процессов в Алматинской области. №4, С. 101-108.

Жанпеисов М.И., Архипов В.Н., Тынбаева З.Н. Моделирование разлива нефти в стоке реки с помощью экспресс модели «ГИДРО/EXPRESS TEST». №4, С. 139-143.

Лопарева Т.Я., Шарипова О.А. Оценка качества воды озера Балхаш согласно комплексным индексам загрязнения №1, С. 145-149.

Лопарева Т.Я., Мукашева А.С. Оценка уровня бионакопления токси-кантов в гидробионтах озера Балхаш. Сообщение 1. Накопление тяжелых металлов в кормовых организмах. №1, С. 150-155.

Магай С.Д. Оценка и технологии орошения сельскохозяйственных культур на агроэкосистемах Южного Казахстана. №1, С. 156-163.

Муздыбаева К.К., Исаков Е.Д. Әлемдік кластерлердің құрылу тарихы мен тәжірибесін талдау. №1, С. 164-171.

Мукашева А.С., Лопарева Т.Я. Оценка уровня бионакопления токси-кантов в гидробионтах озера Балхаш. Сообщение 3. Водная растительность и ее роль в седиментации и транзите тяжелых металлов из воды в донные отложения. №3, С. 174-179.

Мусабаев Т.Т., Чиканаев А.Ш., Акиянова Ф.Ж., Беркинбаев Г.Д., Брагин А.Г., Яковлева Н.А., Вагапов Р.Р. Проектные решения по охране окружающей среды и улучшению экологической ситуации в рамках комплексной разработки генеральной схемы организации территории Республики Казахстан. №1, С. 102-116.

Мустофаев Ж.С., Казыкеева А.Т., Мустофаев К.Ж. Функциональная математическая модель природной системы. №4, С. 81-93.

Мустофаев Ж.С., Казыкеева А.Т., Рябцев А.Д., Мустофаев К.Ж. Обоснование предельно-допустимых норм водопотребности сельскохозяйственных угодий с учетом социально-экономических и экологических факторов. №3, С. 161-173.

Нурмамбетов Э.И., Лый Ю.Ф., Туленова А.А. Опыт исследований опасных рельефообразующих процессов на территории Казахстана в целях устойчивого развития. №4, С. 94-100.

Савинкова О.В. О взаимосвязи гидрологического и гидрохимического режимов Бухтарминского водохранилища. №1, С. 137-144.

Савинкова О.В. Особенности формирования химического состава вод озера Зайсан. №3, С. 180-187.

Савинкова О.В., Тирская Н.А. Степень накопления тяжелых металлов в органах и тканях леща и судака озера Зайсан. №4, С. 131-138.

Сапаров Қ.Т. Ландшафт өзгерістерін анықтаудағы өсімдік атауларының ролі (Шығыс Қазақстан облысы негізінде). №2, С. 158-167.

Темирбаева Р.К., Лый Ю.Ф. Эколого-геоморфологические условия, связанные с развитием промышленности (на примере Алматинской области). №4, С. 109-119.

Тирская Н.А., Куликова Е.В. Особенности гидрохимического режима Шульбинского водохранилища. №1, С. 129-136.

Токмагамбетова Р.Ю. Мероприятия по снижению воздействия опустынивания на демографическую ситуацию Казахстана и их картографирование. №4, С. 120-130.

Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В., Смирнова А.Ю., Мунайпасова А. Оценка внутреннего потребления гидрофторуглеродов в Республике Казахстан. №3, С. 131-140.

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

Сазанова Б.А., Худякова Т.В., Мынжанова А., Криворучко Т.И., Бектурсунов К.Е., Соколова Л.М., Васенина Е.И., Байбазаров Д.К. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2012 г. №4, С. 155-186.

Шиварева С.П. О деятельности межсекторальной рабочей группы в Казахстане. №4, С. 187-191.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Архипов В.Н., Тынбаева З.Н. Гидрологическая модель «ГИДРО/EXPRESS TEST». №4, С. 148-151.

Бекмухамедов Н.Э., Муратова Н.Р., Северская С.М., Малахов Д. Дистанционная оценка экологического состояния почвенно-растительного покрова. №4, С. 144-147.

Гуриев И.Г. К вопросу переноса частиц песка воздушным потоком. №2, С. 168-171.

Гуриев И.Г. О вертикальном распределении частиц песка в приземном слое атмосферы. №4, С. 152-154.

Лопарева Т.Я., Мукашева А.С. Оценка уровня бионакопления токсикантов в гидробионтах озера Балхаш. Сообщение 2. Накопление тяжелых металлов в промысловых видах рыб озера Балхаш. №2, С. 177-180.

Турсунов Э.А., Бажиева А.М. Малые озера Щучинско-Боровской курортной зоны. Экологические проблемы и решения. №2, С. 172-176.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Чердниченко В.С. Е.Н. Вилесов, В.И. Морозова, И.В. Северский «Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее, будущее». №1, С. 180-184.

ХРОНИКА

Бурлибаев М.Ж. (к 55-летию со дня рождения). №1, С. 187-189.

Горкунова Т.Г. (к 70-летию со дня рождения). №3, С. 200-202.

Дзевицкая М.Т. Сиреневый юбилей. №1, С. 177-182.

Памяти *Тулиной Л.П.* (1934...2013 гг.). №2, С. 186-188.

Памяти *Хонина Р.В.* (1934...2013 гг.). №4, С. 192-194.

Погода и климат не знают национальных границ. №1, С. 190-194.

Степанов Б.С. (к 75-летию со дня рождения). №2, С. 181-185.

Турсунов А.А. (к 80-летию со дня рождения). №1, С. 183-186.

Яфязова Р.К. (к 50-летию со дня рождения). №3, С. 203-205.