

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау
Министрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

эр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 1

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2013

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.К. Кудеков, канд. геол.-мин. наук

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Перевод на казахский язык:

А.М. Бажиева

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 1 (68)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

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

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ИП «Престиж Центр».

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

В.В. Жданов, С.А. Долгих Влияние основных метеорологических факторов на лавинную активность (на примере бассейна реки Кишы Алматы)	7
С.С. Байшоланов, Д.К. Байбазаров Влияние изменения климата на урожайность яровой пшеницы . . .	16
Н.Г. Верещагина, Е.М. Видинеева, Н.И. Рахматова О возможном влиянии пылесолепереноса с обсыхающей поверхности Айдаро-Арнасайской системы озер на засоление земель Джизакского вилоята	24
А.Х. Ахмеджанов, Т.К. Караданов, А.Н. Искаков Алгоритм расчета вертикального распределения парниковых газов в атмосфере по спутниковым данным	35
Н.Э. Бекмухамедов, Н.Р. Муратова, С.М. Северская Спектральные характеристики наиболее распространенных типов пастбищ южного Прибалхашья	44
А.Б. Бегалиева, Е.В. Боголюбова Особенности статистической структуры осредненных по площади месячных сумм осадков на севере и юге Казахстана	52
Б. Беку, А.С. Нысанбаева Оценка биоклиматических условий юга и юго-востока Казахстана	65
З.С. Усманова Оценка изменений ледников бассейна реки Текес (китайская часть бассейна реки Или) по данным космического мониторинга	73
С.П. Шиварева, В.И. Ли, В.В. Голубцов Моделирование уровня Каспийского моря с учетом водопотребления и в условиях изменяющегося климата	83
Т.Т. Мусабаев, А.Ш. Чиканаев, Ф.Ж. Акиянова, Г.Д. Беркинбаев, А.Г. Брагин, Н.А. Яковлева, Р.Р. Вагапов Проектные решения по охране окружающей среды и улучшению экологической ситуации в рамках комплексной разработки генеральной схемы организации территории Республики Казахстан	102

М.Ж. Бурлибаев, Н.А. Амиргалиев, Е.Ж. Муртазин, И.В. Шенбергер, А.С. Перевалов, Д.М. Бурлибаева	
Современные состояния гидрохимического режима и токсикологических параметров в трансграничных реках Балкаш-алакольского бассейна	117
Н.А. Тирская, Е.В. Куликова	
Особенности гидрохимического режима Шульбинского водохранилища	129
О.В. Савинкова	
О взаимосвязи гидрологического и гидрохимического режимов Бухтарминского водохранилища	137
Т.Я. Лопарева, О.А. Шарипова	
Оценка качества воды озера Балхаш согласно комплексным индексам загрязнения	145
Т.Я. Лопарева, А.С. Мукашева	
Оценка уровня бионакопления токсикантов в гидробионтах озера Балхаш. Сообщение 1. Накопление тяжелых металлов в кормовых организмах	150
С.Д. Магай	
Оценка и технологии орошения сельскохозяйственных культур на агроэкосистемах Южного Казахстана	156
К.К. Муздыбаева, Е.Д. Исаков	
Әлемдік кластерлердің құрылу тарихы мен тәжірибесін талдау. . . .	164
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
В.С. Чердниченко	
Е.Н. Вилесов, В.И. Морозова, И.В. Северский «Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее, будущее»	172
ХРОНИКА	
М.Т. Дзевицкая	
Сиреневый юбилей	177
А.А. Турсунов (к 80-летию со дня рождения)	183
М.Ж. Бурлибаев (к 55-летию со дня рождения)	187
Погода и климат не знают национальных границ	190

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

V.V. Zhdanov, S.A. Dolgikh Influence of basic meteorological factors on avalanche activity (on example of Kishy Almaty River basin)	7
S.S. Baisholanov, D.K. Baibazarov Impact of climate change on grain yield	16
N.G. Vereschagina, E.M. Vidineeva, N.I. Rakhmatova Possible impact of dust-salt transport from dries surface of Aydar-Arnasay systems-lakes on saline soil of Dzhizak region	24
A.KH. Akhmedzhanov, T.K. Karadanov, A.N. Iskakov Algorithm of account of vertical greenhouse gases distribution in an atmosphere by satellite data	35
E. Bekmukhamedov, N.R. Muratova, S.M. Severskay Spectral characteristics of the most widespread types of the South Balkhash	44
A.B. Begalieva, E.V. Bogolyuboyva Features of statistical structure average on the area of the monthly sums of a precipitation in the North and the South of Kazakhstan	52
B. Beku, A.S. Niysanbaeyva Estimation of bioclimatic conditions of the South and Southeast of the Kazakhstan	65
Z.S. Usmanova Assessment of a glaciers changes of the Tekes River Basin (the Chinese part of the Ili River Basin) by using the space monitoring data	73
S.P. Shivaroyva, V.I. Li, V.V. Golubtsov Caspian Sea level modeling with the water consumption account and in conditions of the climate change	83
T.T. Musabayev, A.SH. CHikanayev, F.ZH. Akiyanova, G.D. Berkinbayev, A.G. Bragin, N.A. YAKovleva, R.R. Vagapov Planning solutions of environmental protection and improvement of ecological situation within the limits of the complex development of the National Development Plan for the Republic of Kazakhstan	102

M.ZH. Burlibayev, N.A. Amirgaliyev, E.ZH. Murtazin, I.V. Shenberger, A.S. Perevalov, D.M. Burlibayeva	
Modern conditions of hydrochemical regime and toxicological parameters in transboundary rivers of Balkhash-Alakol basin	117
N.A. Tirskaya, Y.V. Kulikova	
Features of a hydrochemical regime of the SHulbinskoe Reservoir . . .	129
O.V. Savinkova	
About relationship between the hydrological and hydrochemical regimes of the Bukhtarminskoe reservoir	137
T.YA. Lopareva, O.A. Sharipova	
Estimation of the Balkhash Lake water quality by complex indexes of pollution	145
T.YA. Lopareva, A.S. Mukasheva	
Estimation of the toxicant bioaccumulation level into hydrobionts of Balkhash Lake. Message 1. Accumulation of heavy metals into forage organisms of the Balkhash Lake	150
S.D. Magay	
Assessment and technologies of crops irrigation on agro-ecosystems of the Southern Kazakhstan	156
K.K. Muzdybayeva, E.D. Isakov	
Analysis of enstehungsgeschichte and world experience of a development cluster model	164
CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY	
V.S. CHerednichenko	
E.N. Vilesov, V.I. Morozova, I.V. Severskiy «Glaciation Jungar (Zhetysu) Alatau: past, present, future»	172
CHRONICLE	
M.T. Dzevitskaya	
Lilac anniversary	177
A.A. Tursunov (to 80-anniversary)	183
M.ZH. Burlibayev (to 55-anniversary)	187
Weather and climate do not know national borders	190

УДК 551.578.48

Канд. техн. наук В.В. Жданов *
Канд. геогр. наук С.А. Долгих **

**ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ЛАВИННУЮ АКТИВНОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ
КИШЫ АЛМАТЫ)**

ЛАВИНЫ, ОСАДКИ, ВЫСОТА СНЕГА, ВОДНОСТЬ СНЕГА, КОРРЕЛЯЦИЯ, СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, ИНДЕКСЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Изучено влияние основных метеорологических характеристик (осадки, высота и водность снега) на лавинную активность в бассейне р. Кишы Алматы. В исследованиях применены различные методы математической статистики. Определены метеорологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на лавинную опасность. Выявлены самые показательные пункты наблюдений. Полученные зависимости можно использовать для оценки лавинной активности на малоизученной территории.

Наибольший ущерб хозяйственным объектам и населению приносят лавины в среднегорной зоне Илейского Алатау в окрестностях г. Алматы. Здесь более 80 % сошедших лавин связаны с осадками (40 % со снегопадами и 40 % со смешанными осадками). Основными критериями схода лавин являются количество выпавших осадков и высота старого снега. Данному вопросу посвящено большое количество исследований [4, 6].

Поэтому учет влияния этих факторов на лавинную активность территории или сезона года очень актуален. Регулярные наблюдения за лавинами в течении долгих лет проводятся только на снеголавинных станциях (СЛС) в бассейнах рек Улькен и Кишы Алматы. Бассейн р. Кишы Алматы является одним из самых изученных районов СНГ. Здесь расположен уникальный «Малоалматинский разрез» – сеть метеорологических станций (М) и снегомерных пунктов (СП) Малоалматинского снегомерного марш-

* Институт географии МОН РК

** Казгидромет, г. Алматы

рута (СМ), расположенных в разных высотных зонах. Наблюдения на СЛС ведутся с 1966 г., на М Мынжылки с 1936 г., на Малоалматинском СМ с 1963 г., на М Алматы – с 1894 г.

Длинные ряды наблюдений в этом районе имеют огромный научный интерес и могут быть использованы для оценки лавинной активности [3, 5]. Достоверность этих наблюдений уже была проверена в работе [2], где выбраны наиболее достоверные данные и исправлены ошибки. Для дальнейшей обработки были восстановлены пропущенные наблюдения в период 1997...1999 гг., когда снеголавинные станции не работали.

В табл. 1 приведены коэффициенты корреляции между следующими параметрами: средние ($V_{cp.}$), максимальные ($V_{макс.}$), суммарные ($V_{сум.}$) годовые объемы лавин; модуль лавинного сноса ($M_{л.}$); количество осадков за холодное полугодие, март и апрель (x_{XI-IV} , x_{III} , x_{IV}); средняя и максимальная высота и водность снега ($h_{cp.}$, $h_{макс.}$, $w_{cp.}$, $w_{макс.}$). Для более точных расчетов выбран 1 % уровень значимости. Взяты наблюдения с начала работы СЛС (1966...2012 гг.).

И.В. Северский рекомендует использовать для количественной оценки лавинной активности модуль лавинного сноса ($M_{л.}$) [6]. Это масса снега, снесенного лавинами с 1 км² лавиноактивных склонов за определенный период. Обнаружена высокая статистическая зависимость между различными параметрами лавинной активности и метеорологическими факторами. Сильно связаны между собой суммарный и максимальный объем лавин; осадки за холодное полугодие и за март; средняя и максимальная высота и водность снега. Наиболее характерными пунктами наблюдений является М Мынжылки и СП 2450 м.

Наибольшее влияние на суммарный и максимальный объем лавин за сезон оказывает количество осадков в марте на М Мынжылки и максимальная высота и водность снега на СП 2450 м. Эти факты объясняются физическим процессом образования лавин: М Мынжылки расположена на высоте 3017 м, близкой к зоне зарождения большинства лавин в районе, а СП 2450 м характеризует залегание снега на северных склонах среднегорной лесной зоны. Март является наиболее снежным и лавиноопасным месяцем. Эти метеорологические характеристики целесообразно выбирать при дальнейшей оценке и прогнозе лавинной активности.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между параметрами лавинной активности и основными метеорологическими факторами

Метеорологическая величина и пункт наблюдения	$V_{ср.}$	$V_{макс.}$	$V_{сум.}$	$M_{л.}$
Лавинная активность и осадки				
x_{XI-IV} М Алматы	0,15	0,26	0,30	0,31
x_{III} М Алматы	<u>0,43</u>	<u>0,48</u>	<u>0,44</u>	<u>0,47</u>
x_{IV} М Алматы	-0,09	-0,04	-0,01	0,02
x_{XI-IV} СЛС Шымбулак	<u>0,40</u>	<u>0,48</u>	<u>0,55</u>	<u>0,53</u>
x_{III} СЛС Шымбулак	<u>0,53</u>	<u>0,61</u>	<u>0,60</u>	<u>0,63</u>
x_{IV} СЛС Шымбулак	-0,03	0,00	0,04	0,03
x_{XI-IV} СЛС Мынжылки	<u>0,46</u>	<u>0,53</u>	<u>0,57</u>	<u>0,56</u>
x_{III} СЛС Мынжылки	<u>0,65</u>	<u>0,71</u>	<u>0,66</u>	<u>0,67</u>
x_{IV} СЛС Мынжылки	-0,01	-0,03	0,03	0,04
Лавинная активность и высота снега				
$h_{ср.}$ СП 2480 м	0,17	0,30	0,33	0,28
$h_{макс.}$ СП 2480 м	0,16	0,28	0,33	0,31
$h_{ср.}$ СП 2450 м	0,29	0,38	<u>0,44</u>	0,38
$h_{макс.}$ СП 2450 м	<u>0,49</u>	<u>0,62</u>	<u>0,64</u>	<u>0,60</u>
$h_{ср.}$ СП 2200 м	0,19	0,30	0,34	0,29
$h_{макс.}$ СП 2200 м	0,30	<u>0,45</u>	<u>0,47</u>	<u>0,43</u>
$h_{ср.}$ СП 2700 м	0,26	<u>0,39</u>	0,37	0,30
$h_{макс.}$ СП 2700 м	0,33	<u>0,40</u>	<u>0,41</u>	0,35
Лавинная активность и водность снега				
$w_{ср.}$ СП 2480 м	0,22	0,35	0,39	0,34
$w_{макс.}$ СП 2480 м	0,13	0,26	0,33	0,29
$w_{ср.}$ СП 2450 м	0,38	<u>0,46</u>	<u>0,51</u>	<u>0,45</u>
$w_{макс.}$ СП 2450 м	<u>0,52</u>	<u>0,63</u>	<u>0,66</u>	<u>0,60</u>
$w_{ср.}$ СП 2200 м	0,31	<u>0,40</u>	<u>0,46</u>	<u>0,40</u>
$w_{макс.}$ СП 2200 м	<u>0,42</u>	<u>0,55</u>	<u>0,60</u>	<u>0,55</u>
$w_{ср.}$ СП 2700 м	<u>0,40</u>	<u>0,48</u>	<u>0,48</u>	<u>0,41</u>
$w_{макс.}$ СП 2700 м	<u>0,51</u>	<u>0,57</u>	<u>0,56</u>	<u>0,49</u>

Примечание: статистически значимые коэффициенты корреляции при 1 % уровне значимости подчеркнуты.

В дальнейшем был проведен факторный анализ рядов наблюдений. Факторный анализ представляет собой изучение и измерение (корреляцию) воздействия некоей неизвестной переменной на изучаемую величину (факторная нагрузка). Проводится для групп однородных и сильно связанных между собой переменных и позволяет разбивать переменные на группы и сократить их количество. Результаты анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты факторного анализа рядов наблюдений

Фактор 1		Фактор 2	
Метеорологическая величина	Нагрузка	Метеорологическая величина	Нагрузка
Лавинная активность и осадки			
x_{XI-IV} , x_{III} , $V_{cp.}$, $V_{макс.}$, $V_{сум.}$, $M_{л.}$	0,50	x_{IV}	0,26
Лавинная активность и высота снега			
$h_{cp.}$, $h_{макс.}$	0,52	$V_{cp.}$, $V_{макс.}$, $V_{сум.}$, $M_{л.}$	0,19
Лавинная активность и водность снега			
$w_{cp.}$, $w_{макс.}$, $V_{макс.}$, $V_{сум.}$, $M_{л.}$	0,66	$V_{cp.}$	0,20

В табл. 2 показано разделение изучаемых параметров и их факторные нагрузки. Из этого можно сделать выводы, что изменение параметров лавинной активности, количества осадков и водности снега принадлежат к одной группе переменных и определяются одним фактором, исключая осадки за апрель. То есть количество осадков и водность являются однообразным предиктором при оценке лавинной активности и в дальнейшем можно использовать один из них. Далее факторный анализ показал, что высота снега попадает в другую группу переменных. То есть распределение высоты снега, хотя и коррелирует с лавинной активностью, но подчиняется влиянию другого фактора. Вероятно, временные колебания высоты снега зависят от влияния ветрового переноса и перекристаллизации снежной толщи. В результате можно сделать выводы, что на лавинную активность влияют две группы метеорологических факторов, во-первых, высота снега, во-вторых, водность снега и количество осадков. Результаты хорошо согласуются с данными, полученными ранее И.В. Кондрашовым [4].

Для изучения временной изменчивости рядов наблюдений был проведен спектральный анализ (Фурье-анализ). Он позволяет выявить

гармонические составляющие временного ряда. Для более точной оценки взят длинный ряд наблюдений за количеством осадков в марте на М Алматы. Выявленные циклы приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты спектрального анализа рядов наблюдений

Метеорологическая величина и пункт наблюдения	Период	Статистически значимые циклы
x_{III} М Алматы	1894...2011	3, 6, 9, 23, 59 лет
x_{III} М Мынжылки	1966...2011	3, 23 года
w_{\max} . СП 2450 м	1966...2012	3, 11 лет
h_{\max} . СП 2450 м	1966...2012	3, 11 лет
$V_{\text{сум}}$.	1966...2012	3, 6, 9 лет

В коротких рядах наблюдений существуют статистически значимые гармоники: 3, 6, 9, 11, 23 года. В длинном ряде наблюдений присутствует гармоника 59 лет. Так же прослеживаются и другие циклические составляющие, которые выражены очень слабо. Подобная цикличность отмечается в большинстве временных рядов метеорологических и гидрологических величин. Они идентичны цикличности солнечной активности (11, 22, 80 лет) и действию лунных приливных сил (6, 9, 18 лет). Неоспоримым является факт влияния циклических колебаний атмосферной циркуляции на влагоперенос и увлажненность северного полушария. Это в свою очередь влияет на суммы осадков, и, следовательно, на колебания ледников, водность рек и уровень озер Центральной Азии. Однако влияние солнечной активности и других астрономических факторов на циркуляцию атмосферы изучена слабо из-за сравнительно короткого ряда метеорологических наблюдений. Можно сделать выводы, что вековые колебания лавинной активности тесно связаны с цикличностью атмосферной циркуляции и имеют схожие гармонические составляющие [7, 8]. Вековой ход количества осадков в марте и его связь с лавинной активностью показана на рис. 1.

Годы со значительными суммарными объемами лавин совпадают с большими суммами осадков в марте. Так же хорошо продемонстрировано резкое уменьшение осадков, начиная с конца шестидесятых годов. В это же время началось отступление ледников и уменьшение водности в реках. В середине шестидесятых годов наблюдался переломный момент в солнечной активности и атмосферной циркуляции. А это в свою очередь при-

вело к уменьшению сумм осадков в марте, высоты и водности снега в период накопления максимальных снегозапасов. Поскольку регулярные снеголавинные наблюдения ведутся только с шестидесятих годов, то о лавинной активности в начале века известно только по косвенным сведениям. Можно сделать вывод, что наблюдаемая в последние десятилетия динамика схода лавин определяется уменьшенными суммами осадков, а в начале века лавинная активность вероятнее всего была значительно выше.

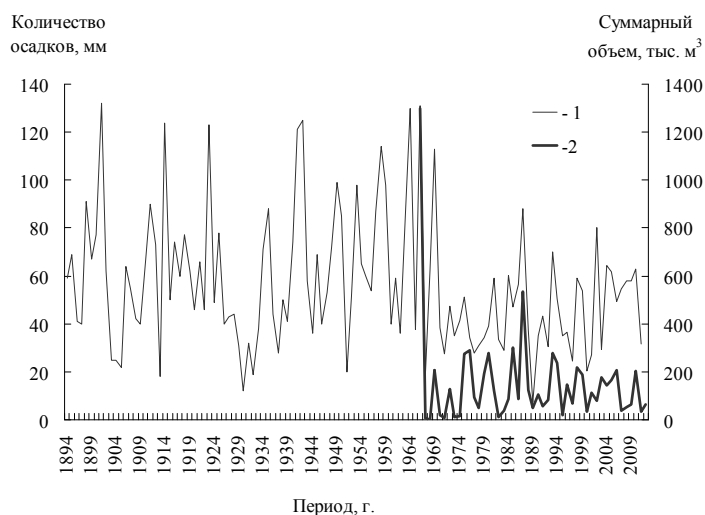


Рис. 1. Вековые колебания количества осадков на М Алматы в марте (1894...2011 гг.) и их взаимосвязь с суммарным объемом лавин в бассейне реки Киши Алматы (1966...2012 гг.). 1 – осадки за март М. Алматы, 2 – суммарный объем лавин в бассейне р. Киши Алматы.

Для изучения временной изменчивости климата Всемирная метеорологическая организация (ВМО) рекомендует использовать индексы метеорологических величин. Индексированной или нормированной величиной называется отношение изменения переменной к ее среднему многолетнему значению, выраженное в процентах [1]. Временной ход индексов лавинной активности, осадков и снежности показан на рис. 2.

Индексы количества осадков в марте на М Мынжылки и максимальной высоты снега на СП 2450 м хорошо согласуются с индексом суммарного объема лавин в бассейне р. Киши Алматы. В экстремально лавиноопасную зиму 1965...1966 гг. индекс осадков на 200 % превышал норму, а индекс высоты снега – на 100 %. В лавиноактивную зиму 1986...1987 гг. оба индекса превышали норму на 100 %. Зимой 1968...1969 гг. только индекс осадков превысил норму на 150 %, а значи-

тельного увеличения лавинной активности и снежности не было. Можно сделать вывод, что взаимное действие индексов осадков в марте на М Мынжылки и максимальной высоты снега на СП 2450 м будет являться прекрасным показателем лавинной активности зимнего сезона в бассейне р. Кишы Алматы.

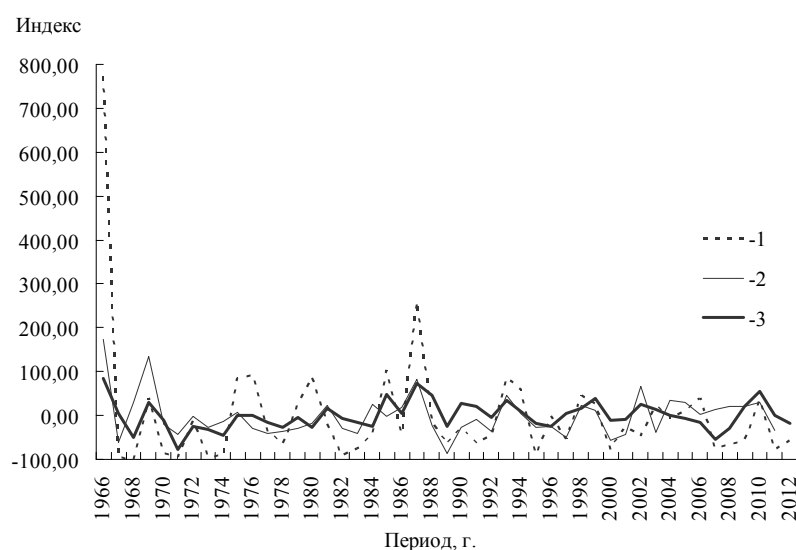


Рис. 2. Временное изменение суммарного объема лавин (1), индексов осадков (2) и высоты снега (3) (1966...2012 гг.).

Полученные статистические связи параметров лавинной активности с основными метеорологическими характеристиками можно использовать для оценки лавинной опасности на малоизученной территории. Это очень важно для многих организаций, деятельность которых зависит от лавинной активности. Поскольку сеть снеголавинных наблюдений ограничена, то можно использовать данные метеорологических станций и снегомерных маршрутов. Очень важно правильно выбрать пункты наблюдений с типичными условиями для образования и схода лавин. Там, где ведутся месячные и ежедневные наблюдения, лучше использовать показательные значения количества осадков в марте и максимальной высоты, и водности снега. На отдаленных снегомерных маршрутах с сезонными наблюдениями можно использовать значения суммы осадков за период с ноября по апрель, средней высоты и водности снега за зимний сезон.

Выводы

- Хорошими показателями лавинной активности являются суммарный и максимальный объемы лавин в фиксированном горном бассейне.

Для сохранения однородности ряда необходимо следить за качеством наблюдений и охватом территории наблюдениями.

- Наибольшее влияние на лавинную активность в бассейне р. Кишы Алматы оказывают количество осадков в марте, максимальная высота и водность снега на склонах.
- Самыми репрезентативными являются данные М Мынжылки и СП 2450 м. Эти пункты наблюдений расположены в характерных для этого района условиях вблизи мест образования и схода лавин.
- Количество осадков и водность снега относятся к одной группе предикторов, а высота снега к другой. Водность снега сильно связана с количеством выпавших осадков, а на высоту снега оказывают влияние другие факторы (ветровой перенос и перекристаллизация снежной толщи). Для оценки лавинной активности можно использовать сочетание двух факторов: высота снега и количество осадков, или высота и водность снега.
- В середине шестидесятых годов двадцатого века произошло резкое изменение солнечной активности и общей циркуляции атмосферы, что вызвало уменьшение общей увлажненности северного полушария. А это в свою очередь привело к уменьшению сумм осадков в марте, высоты и водности снега в период накопления максимальных снегозапасов. Так же произошли изменения лавинной активности в горах.
- Для оценки пространственного изменения лавинной активности можно использовать данные наблюдательной сети РГП «Казгидромет». Пункты наблюдений должны характеризовать зону образования и схода лавин в изучаемом районе. При наличии снегомерных маршрутов с ежемесячными наблюдениями лучше использовать суммы осадков за март и максимальную высоту и водность снега, которая в среднегорье обычно также приходится на март.
- Для оценки временных колебаний характеристик лавинной активности сезона можно использовать индексы метеорологических величин (количества осадков, высоты и водности снега). Их колебания во времени будут определять изменчивость индексов суммарного и максимального объема лавин. Сильное отклонение от нормы метеорологических факторов приводит к значительному соответствующему отклонению характеристик лавинной активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгих С.А., Смирнова Е.Ю., Сабитаева А.У. К вопросу о построении сценариев изменения климата Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №1. – С. 7–19.
2. Жданов В.В. Оценка достоверности материалов наблюдений на снеговалнинных станциях и снегомерных маршрутах Алматинской области // Вопросы географии. – 2012. – № 3. – С. 37-41.
3. Кадастр лавин КазССР // Алма-Ата: УГМС КазССР, 1967...1993 гг.
4. Кондрашов И.В. Прогноз лавин и некоторых характеристик снежности в горах Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 72 с.
5. Материалы наблюдений за высотой и водностью снежного покрова и количеством осадков в горах // Алматы: Казгидромет, 1963...2010 гг.
6. Северский И.В. Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау. – Алма-Ата, «Наука», 1978. – 256 с.
7. Сидоренков Н.С., Сумерова К.А. Синхронизация вариаций атмосферной циркуляции с колебаниями лунно-солнечных приливов и подбор аналогов для долгосрочных прогнозов погоды // Тр. Гидрометцентра России. – 2010. – Вып. 344. – С. 238-251.
8. Хромов С.П. О некоторых спорных вопросах, относящихся к цикличности солнечной активности и ее связях с климатом // Метеорология и гидрология. – 1973. – № 9. – С.

Поступила 5.03.2013

Техн. ғылымд. канд. В.В. Жданов
Геогр. ғылымд. канд. С.А. Долгих

КӨШКІН БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ НЕГІЗГІ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ (МЫСАЛЫ КІШІ АЛМАТЫ БАССЕЙНІ)

Кіші Алматы бассейнінің көшкін белсенділігінің метеорологиялық сипаттамасының негізгі ықпапалын зерттеп білу (жауын-шашын, қар көшіні және ұзындығы). Математикалық статистикада әр түрлі методикалық зерттулер келтірілген. Тасқын қауіпіне көптеген метеорологиялық факторлар анықталды. Бақылау орындарында ең көрнекті көрсеткіштер анықталды. Осы мәліметтерді аз зерттелген аумақтарға көшкін белсенділігін бағалау үшін қолдануға болады.

УДК 630:551.56

Канд. геогр. наук С.С. Байшоланов*
Д.К. Байбазаров**

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ТЕМПЕРАТУРА, АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ЗОНА, КОЛОШЕНИЕ, ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Рассмотрено вероятное изменение урожайности яровой пшеницы в северной части Казахстана в условиях потепления климата. Предполагается, что до 2050 года значительно ухудшатся агроклиматические условия произрастания зерновых культур и их урожайность снизится на 37...49 %.

Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики Казахстана, основу которого составляет растениеводство и животноводство. Данные сектора сельского хозяйства, являясь приоритетными направлениями развития экономики республики, располагают потенциалом для развития. Дальнейшее развитие сельского хозяйства республики зависит от применяемых технологий и природных ресурсов, в том числе и от климатических изменений.

В Казахстане главной зерновой культурой является пшеница, которая занимает 82 % площадей под зерновые культуры, т.е. 13,4 млн. га из 16,2 млн. га. Поэтому для исследования зависимости продуктивности зерновых культур от ожидаемого изменения климата нами была выбрана яровая пшеница, а территориально – Северо-Казахстанская, Костанайская и Акмолинская области, где возделываются 76 % всех зерновых и зернобобовых культур.

Казахстанскими климатологами [2] с использованием ансамбля из 15 моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) для каждого месяца и года были получены поля изменений приземной температуры воздуха (°C) и количества осадков (%) для всей территории Казахстана. Рассматриваемый период включает три тридцатилетних интервала с сере-

* АО «КазНИИСА», г. Астана

** Казгидромет, г. Алматы

диной в 2030 г., 2050 г. и 2085 г. (относительно периода 1961...1990 гг.) для трех сценариев выбросов парниковых газов А1В, А2, В1 [4].

Для исследования влияния прогнозируемого изменения климата на сельское хозяйство Казахстана нами были выбраны результаты расчетов изменения приземной температуры воздуха и количества осадков к 2030 и 2050 годам в соответствии с двумя сценариями выбросов парниковых газов А2 и А1В, предполагающими быстрый и медленный экономический рост соответственно.

Для прогноза агроклиматических условий возделывания и прогноза урожайности яровой пшеницы использовалась динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур проф. А.Н. Полевого (Украина), адаптированная для условий Казахстана в 2010 г. в департаменте агрометеорологии РГП «Казгидромет». Данная модель позволяет оценивать агрометеорологические условия произрастания сельскохозяйственных культур и прогнозировать их урожайность [3].

Расчеты проводились по 6...7 административным районам указанных выше трех областей для условий современного климата, для условий 2016...2045 гг. (2030 г.) и 2036...2065 гг. (2050 г.).

Так как в пределах территории рассматриваемых областей располагаются по несколько агроклиматических зон, расчеты обобщались и по зонам. В табл. 1 представлены характеристики агроклиматических зон северного земледельческого региона по гидротермическому коэффициенту (ГТК) и сумме температур воздуха выше 10 °С ($\sum T$) согласно агроклиматическому районированию департамента агрометеорологии РГП «Казгидромет».

Таблица 1

Характеристики агроклиматических зон северного земледельческого региона согласно районированию по тепло- и влагообеспеченности

№ зоны	Агроклиматические зоны	Средние характеристики зоны
I	Слабо влажная умеренно-теплая	ГТК = $\geq 1,0$. $\sum T = 1800$
II	Засушливая умеренно-теплая	ГТК = 0,8...1,0. $\sum T = 2000$
III	Засушливая теплая	ГТК = 0,7...0,8. $\sum T = 2200$
IV	Очень засушливая теплая	ГТК = 0,5...0,7. $\sum T = 2300$
V	Сухая теплая	ГТК = 0,4...0,5. $\sum T = 2500$
VI	Сухая умеренно-жаркая	ГТК = 0,3...0,4. $\sum T = 3000$

Оценка благоприятности климатических условий роста и развития яровой пшеницы осуществляется сравнением значений показателей усло-

вий вегетационного периода, рассчитанных по современным и ожидаемым климатическим нормам.

Сравнивались современные и прогнозные к 2030 году значения ГТК двух последовательных межфазных периодов: от выхода в трубку до колошения (ГТК₁) и от колошения до восковой спелости (ГТК₂), а также значения оценочного коэффициента всего периода вегетации яровой пшеницы (O_{вег}). Оценочный коэффициент формируется из оценок по ГТК₁ и ГТК₂, оценок потери за счет засухи и суховеев, за счет полегания, за счет стекания зерна, и является безразмерной величиной.

В табл. 2 представлены рассчитанные по модели А.Н. Полевого современные и прогнозные значения ГТК₁, ГТК₂ и O_{вег}. По их значениям можно установить следующие закономерности:

- ГТК₁ меньше ГТК₂, т.е. межфазный период от выхода в трубку до колошения менее увлажнен, чем период от колошения до восковой спелости;
- к 2030 году ожидается ухудшение агроклиматических условий возделывания зерновых культур;
- реализация обоих сценариев А1В и А2 приведет к почти одинаковым отрицательным изменениям;
- большему изменению будут подвержены северные более увлажненные территории.

Таблица 2

Современные и прогнозируемые к 2030 году значения ГТК межфазных периодов (ГТК₁ – выход в трубку – колошение, ГТК₂ – колошение – восковая спелость) и оценочного коэффициента периода вегетации яровой пшеницы (O_{вег})

Область	Современный климат			2030 год, А1В			2030 год, А2		
	ГТК ₁	ГТК ₂	O _{вег}	ГТК ₁	ГТК ₂	O _{вег}	ГТК ₁	ГТК ₂	O _{вег}
Акмолинская	0,79	0,95	84	0,71	0,88	80	0,71	0,87	80
Костанайская	0,60	0,67	76	0,56	0,63	73	0,56	0,63	73
Северо-Казахстанская	0,88	1,13	92	0,81	1,05	88	0,81	1,04	88

Осредненные по агроклиматическим зонам значения O_{вег} показали, что к 2030 году большему изменению подвергаются более увлажненные зоны (I и II), нежели менее увлажненные (III и IV), наименьшие изменения ожидаются в сухих V и VI зонах (табл. 3).

Таблица 3

Современные и прогнозируемые к 2030 году значения оценочного коэффициента полного периода вегетации яровой пшеницы (O_{veg}), в разрезе агроклиматических зон

№ зоны	O_{veg}		
	Современный климат	2030 г. – А1В	2030 г. – А2
I	96	92	92
II	90	86	86
III	78	75	74
IV	80	77	77
V...VI	57	56	56

Для определения степени влияния изменения климата на уровень урожайности с помощью модели А.Н. Полевого была рассчитана урожайность яровой пшеницы при современных и ожидаемых в будущем климатических условиях, в разрезе административных районов трех основных зерносеющих областей. Разница их значений является показателем уязвимости зерновых культур к изменению климата. Расчеты показали, что в условиях ожидаемого к 2030 году климата урожайность яровой пшеницы в среднем по областям составит 66...77 % от современного уровня (табл. 4). Это означает, что при сохранении установленного на современном этапе уровня земледелия и технологии возделывания яровой пшеницы под влиянием климатических изменений к 2030 году урожайность зерновых культур понизится на 23...34 %. Соответственно для предотвращения данной угрозы необходимо разработать и внедрить адаптационные меры и технологии возделывания.

Таблица 4

Прогнозируемая к 2030 г. относительная урожайность яровой пшеницы ($У$, в процентах от современного уровня) согласно сценариям А1В и А2

Область	$У, \%$	
	А1В	А2
Северо-Казахстанская	75	76
Костанайская	76	77
Акмолинская	66	67

По значениям относительной урожайности, осредненным по агроклиматическим зонам, можно заметить, что чем ниже благоприятность (увлажненность) зоны, тем более значительное снижение урожайности ожидается. Но при этом наименьшие изменения ожидаются в самой увлажненной (I) и сухой (V...VI) зонах (табл. 5). Например, в I – слабовлажной умеренно-теплой зоне урожайность пшеницы к 2030 г. бу-

дет составлять 75...77 % от современного уровня, а в IV – очень засушливой и теплой зоне – 64 %.

Таблица 5

Прогнозируемая к 2030 г. средняя по агроклиматическим зонам урожайность яровой пшеницы (У, в процентах от современного уровня), согласно сценариям А1В и А2

№ зоны	У, %	
	А1В	А2
I	75	77
II	74	76
III	65	66
IV	64	64
V...VI	89	90

Результаты расчетов, проведенные для 2050 года, подтверждают закономерности, полученные для 2030 года. В ожидаемых условиях к 2050 году ГТК по обоим климатическим сценариям значительно уменьшается (табл. 6).

Таблица 6

Современные и прогнозируемые для 2050 года значения ГТК межфазных периодов (ГТК₁ – выход в трубку – колошение, ГТК₂ – колошение – восковая спелость) и оценочного коэффициента периода вегетации яровой пшеницы (O_{вег})

Область	Современный климат			2050 год, А1В			2050 год, А2		
	ГТК ₁	ГТК ₂	O _{вег}	ГТК ₁	ГТК ₂	O _{вег}	ГТК ₁	ГТК ₂	O _{вег}
Акмолинская	0,78	0,96	84	0,69	0,85	76	0,67	0,83	76
Костанайская	0,60	0,67	75	0,54	0,61	71	0,53	0,59	71
Северо-Казахстанская	0,88	1,13	92	0,78	1,00	85	0,76	0,98	85

Осредненный по агроклиматическим зонам оценочный коэффициент вегетации (O_{вег}) к 2050 году уменьшится по сравнению с современными условиями в I агроклиматической зоне на 8...9 ед., во II, III и IV зонах – на 6...7 ед., а в V...VI зонах – на 2...3 ед. (табл.7). Чем ниже увлажненность территории, тем меньше изменение оценочного коэффициента вегетационного периода [1].

Прогностические расчеты по модели Полевого показали, что к 2050 году урожайность яровой пшеницы в среднем по областям будет составлять 51...63 % от её современного уровня, т.е. при сохранении нынешне-

го уровня земледелия и технологии возделывания к 2050 г. урожайность зерновых культур понизится на 37...49 % (табл. 8).

Таблица 7

Современные и прогнозируемые к 2050 году значения оценочного коэффициента полного периода вегетации яровой пшеницы ($O_{\text{вер}}$) в разрезе агроклиматических зон

№ зоны	$O_{\text{вер}}$		
	Современный климат	2050 г. – А1В	2050 г. – А2
I	96	88	87
II	90	83	83
III	78	72	72
IV	80	74	73
V...VI	57	54	55

Таблица 8

Прогнозируемая к 2050 г. относительная урожайность яровой пшеницы (Y , в процентах от современного уровня) согласно сценариям А1В и А2

Область	Y , %	
	А1В	А2
Северо-Казахстанская	63	63
Костанайская	62	60
Акмолинская	52	51

По значениям относительной урожайности, усредненным по агроклиматическим зонам, можно заметить, что чем ниже благоприятность (увлажненность) зоны, тем существеннее ожидаемое снижение урожайности (табл. 9). Наименьшее снижение урожайности наблюдается в условиях V...VI сухих зон. В I – слабовлажной умеренно-теплой зоне к 2050 г. урожайность пшеницы будет составлять 63 % от современного уровня, а в IV – очень засушливой и теплой зоне – 51 %.

Таблица 9

Прогнозируемая к 2050 г. средняя по агроклиматическим зонам урожайность яровой пшеницы (Y , в процентах от современного уровня), согласно сценариям А1В и А2

№ зоны	Y , %	
	А1В	А2
I	63	63
II	57	58
III	51	52
IV	51	51
V...VI	74	70

Для иллюстрации общей тенденции изменения урожайности на рис. 1 и 2 приведены её прогнозируемые к 2030 и 2050 гг. усредненные значения в разрезе агроклиматических зон и областей. Результаты указывают на устойчивое снижение урожайности яровой пшеницы к 2050 г.

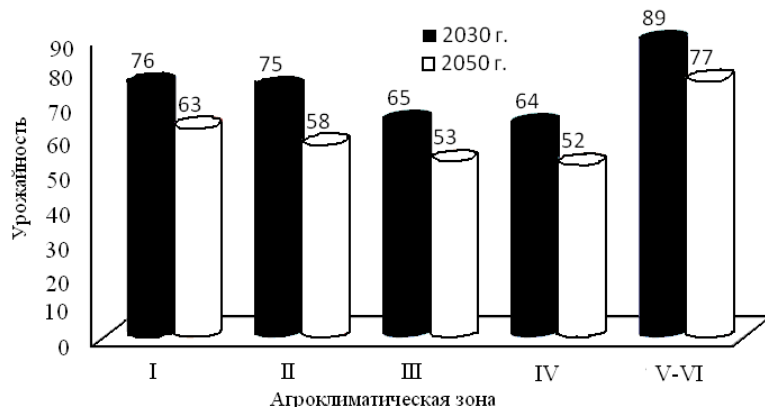


Рис. 1. Прогнозируемая к 2030 и 2050 гг. средняя по агроклиматическим зонам урожайность яровой пшеницы (в % от современного уровня).

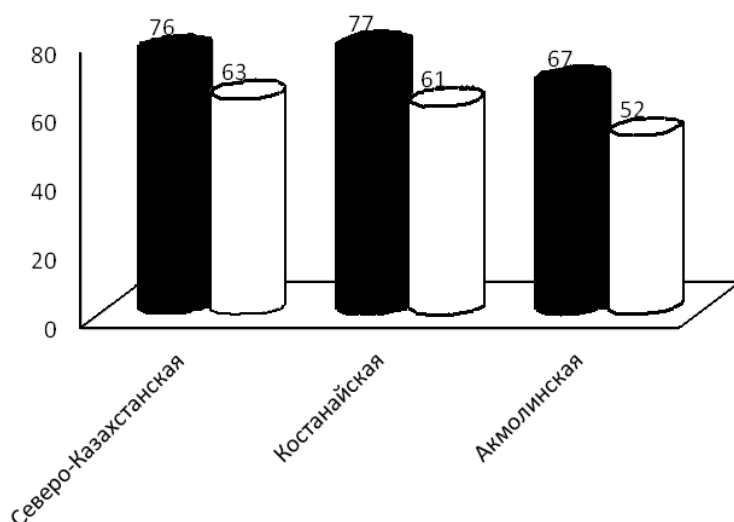


Рис. 2. Прогнозируемая к 2030 и 2050 гг. средняя по областям урожайность яровой пшеницы (в % от современного уровня).
Обозначения см. рис. 1.

Таким образом, в северных зерносеющих областях республики, при ожидаемых изменениях климатических условий к 2050 г., агроклиматические условия произрастания яровой пшеницы значительно ухудшатся. Такие изменения приведут к значительному снижению урожайности зерновых культур при условии сохранения установленного на современ-

ном этапе уровня культуры земледелия и технологии возделывания яровой пшеницы. Соответственно, в секторе зернопроизводства Республики необходимы разработка и внедрение широкого спектра адаптационных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байшоланов С.С. О проблемах агрометеорологического прогнозирования в Казахстане // Вестник КазГУ, Серия географическая. – Вып. 1(11). – 2001 г. – С. 30-33.
2. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения климата Казахстана [Электрон. ресурс]. – 2010. – URL: <http://www.kazhydromet.kz/nauka/bulleten.php> (Дата обращения 10.05.2011)
3. Полевой А.Н. Методические указания по составлению прогнозов среднеобластной урожайности сельскохозяйственных культур на основе динамико-статистических моделей продуктивности (озимая пшеница, яровой ячмень, горох, подсолнечник, кукуруза и сахарная свекла). – Одесса: ОГМИ, – 1998. – 18 с.
4. Nakicenovic, N. Alcamo J., Davis G., de Vries B., Fenhann J., Gaffin S., Gregory K., Grubler A., Jung T.Y., Kram T., La Rovere E. L., Michaelis L., Mori S., Morita T., Pepper W., Pitcher H., Price L., Raihi K., Roehrl A., Rogner H.-H., Sankovski A., Schlesinger M., Shukla P., Smith S., Swart R., van Rooijen S., Victor N., and Dadi Z. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IPCC, 2000a: Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge, 570 pp.

Поступила 27.02.2013

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

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНІҢ ДӘНДІ ДАҚЫЛДАР ӨНІМДІЛІГІНЕ ӨСЕРІ

Қазақстанның солтүстік аймағында климаттың жылынуы жағдайында жаздық бидай өнімділігінің өзгеру мүмкіндігі қарастырылған. Дәнді дақылдардың агроклиматтық өсу жағдайы 2050 жылға дейін нашарлайды және олардың өнімділігі 37...49 %-ға кемиді деп болжанады.

УДК 551.510.42

Канд. хим. наук Н.Г. Верещагина *
Канд. геогр. наук Е.М. Видинеева *
Н.И. Рахматова *

**О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ ПЫЛЕСОЛЕПЕРЕНОСА С
ОБСЫХАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АЙДАРО-АРНАСАЙСКОЙ
СИСТЕМЫ ОЗЕР НА ЗАСОЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ
ДЖИЗАКСКОГО ВИЛОЯТА**

*ЗОЛОВЫЙ ВЫНОС, ПЫЛЕСОЛЕПЕРЕНОС, ДАЛЬНОСТЬ СОЛЕ-
ПЕРЕНОСА, ИОННЫЙ СТОК КОЛЛЕКТОРОВ, ЖИДКИЕ И СУ-
ХИЕ АТМОСФЕРНЫЕ ВЫПАДЕНИЯ*

Дано уравнение возможного золотого выноса солей с юго-восточных берегов оз. Тузкан, представлены результаты расчетов его составляющих. Солеперенос через береговую линию и его возможная дальность рассчитаны по методике О.Е. Семенова (КазНИГМИ). Отмечено, что усыхание оз. Тузкан и других составляющих Айдаро-Арнасайской системы озер при отсутствии сбросов воды из Шардаринского водохранилища приведет к дальнейшему засолению орошаемых земель на западе Джизакского вилоята.

Айдаро-Арнасайская система озер (ААСО) – крупнейший комплекс ирригационно-сбросовых озер, возникших как единое озерное образование 43 года назад. В катастрофически многоводном 1969 г. на Шардаринском водохранилище создались очень тяжелые условия пропуска стока половодья р. Сырдарьи. Уже в феврале начались значительные сбросы воды в Арнасайскую впадину, которые продолжались до февраля 1970 г. По данным разных авторов в Арнасай было сброшено от 21 до 24,62 км³ воды, и уровень ее поднялся на 20 м.

До 1969 г. Арнасай представлял собой впадину на территории Узбекистана юго-западнее руслового Шардаринского водохранилища в среднем течении р. Сырдарьи. Северной границей впадины являются пески Кызылкумы, южной – Фаришская степь, занимающая предгорную рав-

* Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,
Ташкент, Республика Узбекистан

нину северных склонов Нуратинского хребта; с востока впадина замыкается Голодностепским плато. Общая длина впадины 180 км, ширина – 10...15 км, а в восточной части достигает 40 км. Дно впадины имеет общий уклон с востока на запад, в северо-восточной части у впадины имелся выход в пойму р. Сырдарьи в виде сравнительно узкой и глубокой долины длиной 10...13 км (Аральский лог).

До 1969 г. 60 % территории впадины были заняты шорами, солончаками, пустынными песчаными солончаковатыми почвами и соляным озером Тузкан.

Значительная часть ААСО расположена в Джизакском вилояте. Здесь находятся Верхне-Арнасайское водохранилище площадью 140 км² со сравнительно низкой минерализацией воды – до 1,5 г/дм³ и оз. Тузкан. Последнее – достаточно крупный водоем с площадью акватории 320 км². На севере его расположено множество островов, глубины между ними небольшие (1,5...3 м), и поэтому при падениях уровня воды обнажаются прибрежные заливы, которые высыхают, превращаясь в солончаки.

На востоке от ААСО расположены сероземно-оазисные почвы, значительно измененные поливным земледелием: новоорошаемые сероземно-луговые среднесуглинистые, средне- и сильнозасоленные. Непосредственно рядом с оз. Тузкан простираются светлые сероземы суглинистые и супесчаные, солончаковые и солончаковатые с пятнами солончаков.

К югу и юго-востоку от Верхне-Арнасайского водохранилища лежат светлые сероземы суглинистые, местами супесчаные, средне- и сильнозасоленные [1]. На месте обсыхающих при падениях уровней воды мелководных, отделяющихся от оз. Тузкан, заливов образуются солончаковые почвы и солончаки, с которых идет выдувание солей и их перенос на все эти засоленные земли. Засоление их может усилиться, что приведет к их деградации и невозможности дальнейшего использования в земледелии.

Обычно почвы на обсыхающих территориях водоемов в аридных зонах сложены осадочными материалами (слабо заросшие лессы и песчаные почвы, донные илы, выпотные солончаки, часто шоры). Нередко на поверхности они имеют пухлую корку солей, тогда в слое 1,5 см их содержится 45...60 % [2].

В первый год существования ААСО в 1970 г. Комплексной экспедицией географического факультета ТашГУ во главе с И.Н. Степановым проводилась гидрохимическая съемка, почвенная съемка его берегов; отбирались

также пробы илов со дна озер и мелководных заливов. Пределы изменения химического состава почв вокруг Арнасайской впадины приведены в табл. 1.

Таблица 1

Пределы изменения химического состава водных вытяжек почв Арнасайской впадины в августе 1970 года

Тип почвы	Глубина отбора проб, см	Пределы изменения химического состава почв, % на 100 г сухой навески			Объемный вес почв, Г/см ³
		Cl	SO ₄ ⁻	сухой остаток	
Шоры	0...5	0,86...3,58	0,722...1,151	2,092...9,124	0,80...1,14
Солончаки	0...10	0,02...0,36	0,365...0,784	0,386...1,356	1,31
Пустынная, песчаная	0...10	0,01...0,12	0,012...0,236	0,042...0,478	1,24...1,64
Россыпь гипсовых вкраплений	20	0,06	0,792	1,39	–
Грунт со дна	200...800	0,008...0,041	0,009...0,612	0,040...1,102	1,54

Как видно из данных табл. 1, наибольшее количество солей содержится в верхнем 5-сантиметровом слое шор. В обычных солончаках – от 0,4 до 2,5 % в 10-сантиметровом слое. В пустынных песчаных почвах незасоленных содержание солей меняется от 0,04 до 0,5 %. Илы, отобранные со дна в районе оз. Айдар, оказались хорошо промытыми, и запас солей в них менее 0,05 %. В районе оз. Тузкан в мелководных заливах пробы илов более засолены – свыше 1 %.

В 1989 г. отделом озер и водохранилищ САНИГМИ в июле и в конце сентября были отобраны 2 пробы почвы на восточном берегу оз. Тузкан. Судя по величине сухого остатка (табл. 2), были отобраны пробы солончаков. Хотя за 19 лет существования ААСО этот участок неоднократно затопливался и осушался, химический состав солончаков на берегу Тузкана остался таким же, как в 1970 г.: сухой остаток около 1000 мг, преобладающие анионы сульфатные и хлоридные, т. е. засоление их сульфатно-хлоридное.

Таблица 2

Химический состав почвы на берегах оз. Тузкан в 1989 г.

Дата отбора	Содержание в мг на 100 г сухой почвы							Глубина отбора, см
	сухой остаток	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ K ⁺	
25.07	842	10	29	536	172	11	40	0...10
29.09	920	11	35	603	186	17	48	0...10

Следует отметить, что за два месяца, с конца июля до конца сентября 1989 г., уровень воды в озере падал, и количество солей в почвах несколько увеличилось – на 80 мг/100 г сухой почвы. К сожалению, никаких более новых данных о химическом составе почв вокруг ААСО найти не удалось.

О состоянии почв орошаемых земель в Джизакском вилояте можно судить по результатам исследований сотрудников Института почвоведения и агрохимии АН Узбекистана. Они изучали почвенно-мелиоративные условия западной части Джизакской степи, расположенной на юго-юго-востоке от оз. Тузкан [2].

В результате проведенных работ выяснилось, что в степи, наряду с незасоленными, плодородными почвами, значительную площадь занимают засоленные почвы, мелиорировать которые очень сложно. Причиной засоления почв в западной части Джизакской степи является орошение вышерасположенной территории юго-восточной части Джизакской степи – Зафарабадского района Таджикистана. Это вызывает неуклонный подъем грунтовых вод и требует обязательного дренажа. Указанное вторичное подтопление и подпор со стороны Южного Голодностепского канала (ЮГК) вызвали резкое изменение гидрогеологических условий и подъем уровня грунтовых вод. При близком залегании они особенно активно воздействуют на почвообразование, и характер их воздействия зависит от минерализации, свойств водовмещающих пород и подвижности грунтового потока. В.А. Ковда определял общий суммарный объем грунтовых вод, стекающих в Голодную степь со стороны Туркестанского хребта, в 1,5 млрд. м³, а ежегодный приток легкорастворимых солей – 150...200 тыс. тонн в год. Значительная часть этих солей задерживается на территории Джизакской степи [4].

Согласно исследованиям А.У. Ахмедова [2], немалую долю западной части Джизакской степи занимают почвы гидроморфного режима увлажнения с глубиной залегания грунтовых вод 1...3 м. Здесь распространены солончаковатые и солончаковые почвы. У солончаковатых разностей верхние горизонты до глубины 40...50 см не засолены, а начиная с этой глубины до 2 м засолены в средней степени – от 0,9 до 1,2 г на 100 г почвы. Засоление сульфатно-хлоридно-кальциевое.

С продвижением с запада на восток степень подтопления территории со стороны лежащих выше земель возрастает, и засоленность почвогрунтов увеличивается, причем отмечается сильное засоление уже на поверхности с

общим содержанием солей до 1,5...2,0 г на 100 г сухой почвы, засоление сульфатно-магниевое-натриевое. Наибольшее количество солей сосредоточено в первом метре – 270...640 т/га, из них сульфатов – 170...230 т/га.

На юго-востоке от Тузкана на берегах ЮГК условия оттока грунтовых вод ухудшаются, они совсем близко подходят к поверхности, повышается их минерализация и они интенсивно расходуется на испарение. В связи с этим, почвогрунты характеризуются наиболее высокой засоленностью и неблагоприятными для сельхозкультур хлоридными свойствами. Почвы здесь наиболее тяжелые в мелиоративном отношении и занимают полосу вдоль ЮГК шириной 1,5...2,0 км. Это луговые почвы и солончаки; на их образование в сильной степени сказалось вторичное подтопление со стороны вышележащей Таджикской части Джизакской степи и подпор грунтовых вод со стороны ЮГК. На этой территории выделяется два типа солончаков: первичные на плоских понижениях, представленные тяжело-суглинистыми, гипсоносными разностями, и вторичные, которые образовались в результате вторичного подъема грунтовых вод.

Первичные солончаки занимают отдельные замкнутые понижения и не имеют широкого распространения, отличаются равномерным засолением всего почвенного профиля. До глубины 1,5 м количество солей соответствует сильной степени засоления – 45...50 г на 100 г почвы, по химическому составу они сульфатно-натриевые при высоком содержании хлора – 9...12 г на 100 г почвы. Общий запас солей в первичных солончаках достигает 1000...2000 т/га.

Однако максимальное количество водорастворимых солей сосредоточено в 0...10-сантиметровом слое – до 11 % плотного остатка. Тип засоления – хлоридно-сульфатный.

Итак, степень и характер засоления гидроморфных почв в пределах западной части Джизакской степи зависит, главным образом, от глубины залегания, степени и характера минерализации грунтовых вод. Степень их минерализации увеличивается с юга на север и с продвижением с запада на восток, где влияние орошения выше расположенной территории значительное. В этом же направлении меняется содержание ионов в следующем порядке: гидрокарбонатный – гидрокарбонатно-сульфатный – сульфатный – хлоридно-сульфатный – сульфатно-хлоридный. Итак, большинство почвенных разностей на западе Джизакской степи к востоку и юго-востоку от оз. Тузкан засолены.

Согласно исследованиям Т.Т. Глухой и Г.А. Королевой, границей между слабым и средним засолением почв, имеющих сульфатно-натриевый тип соленакопления, является содержание сульфатов от 0,15...0,25 % и общего засоления 0,5 % [3]. Следовательно, большинство почв на западе Джизакской степи редко средnezасоленные, чаще сильнозасоленные с поверхности.

По данным четырех метеостанций, расположенных на берегах ААСО, мы выяснили, что преимущественные направления ветра вокруг оз. Тузкан северное и северо-западное, то есть направление возможного пылесолепереноса с обсыхающих заливов и мелководий озера будет на юг и юго-восток на засоленные земли Джизакского вилоята. Величину пылесолепереноса рассчитывали по методике О.Е. Семенова [6] с учетом длины береговой линии отшнуровавшихся и высыхающих мелководных заливов, расположенных в восточной части оз. Тузкан от устья р. Клы к востоку. По космоснимкам 1987 и 2005 гг. она оказалась равной 80 и 100 км.

Величина пылесолепереноса в значительной мере зависит от скорости ветра. Большинство исследователей, изучавших этот процесс, считают начальной скоростью пылесолепереноса, скорость ветра 8 м/с. Наибольшие площади осушки отмечаются при минимальных уровнях, которые на ААСО чаще всего приходятся на осенние месяцы сентябрь-октябрь. За эти месяцы по данным четырех метеостанций за 2006, 2008 и 2009 гг. выбраны скорости ветра, оказавшиеся выше 8 м/с, то есть во время суток с такими скоростями ветра происходил вынос солей с обсохших при падениях уровня воды акваторий озер. Обычно в месяце чаще всего бывают только одни сутки с высоким значением скорости ветра, поэтому солепылеперенос рассчитывался за сутки, затем умножался на 12 – число месяцев в году – для получения годовой величины. Нужные для расчетов размеры частиц песка и соли мы взяли по измерениям О.Е. Семенова, проводившего их определение на юге Казахстана: для песка средний диаметр 130, для частиц из песчаных почв – 88, а для солевых частиц – 40 мкм.

По нашим расчетам, максимальные массы выдувания и последующего пылесолепереноса для самых мелких частиц диаметром 40 мкм – 6739 тыс. т в год, а наименьшие – для частиц песка диаметром 130 мкм – 1,036 тыс. т в год. Поскольку частицы размером 40 мкм в основном солевые, можно считать, что рассчитанные нами величины ветрового переноса этих частиц и есть перенос солей на восточные и юго-восточные районы Джизакского вилоята. Какие именно это соли, определялось экспедицией

КазНИГМИ в 1982...1984 гг. в районе, расположенном в 40 км южнее дельты Сырдарьи на массиве, представляющем собой мощный очаг пыле-солепереноса и образования песчано-солевых бурь. Было разбито 3 почвенных разреза, в пробах почв и песков, из которых определялись содержание солей и их ионный состав. Анализы проб проводились методом водной вытяжки [6]. В исследованном районе распространены песчаные, супесчаные почвы. Поскольку на берегах ААСО подобные почвы и все это север Кызылкумов, можно предположить, что химический состав почв на берегах ААСО такой же, как на изученных экспедицией КазНИГМИ почвенных разрезах. По их данным величина плотного остатка в песчаных почвах от 0,35 до 0,53 г/кг, а в солончаках – 0,875 до 1,750 г/кг. По составу они хлоридно-сульфатно-магниевые-кальциевые.

Из чего же складывается количество солей, которое может быть вынесено ветром?

Приближенно размер эолового выноса с южных берегов Верхне-Арнасайского водохранилища и юго-восточных берегов оз. Тузкан можно рассчитать по следующему уравнению:

$$(S_n + S_k + S_{oc} + S_{зал})T = S_э, \quad (1)$$

где S_n – запас солей в верхнем слое почвы; S_k – количество солей, поступающих с коллекторно-дренажным стоком; S_{oc} – количество солей, выпадающих с сухими атмосферными выпадениями и осадками (дождь, снег); $S_{зал}$ – запас солей в мелководных обсыхающих заливах-озерах; T – время; $S_э$ – возможный эоловый вынос.

Изучение космического снимка южного берега Верхне-Арнасайского водохранилища и восточной части берега оз. Тузкан показало, что на 19,5 % обсохшей части этих берегов четко видны ярко выраженные белые пятна солончаков. По данным наших измерений по спутниковому снимку 2005 г. их общая площадь равна 38,26 км². В 2005 г. осенью отмечен резкий спад уровня воды до 245 м. При этом площадь акватории уменьшилась на 435,65 км². Эта площадь и взята в качестве расчетной. При дальнейших расчетах принято, что 19,5 % этой площади составляют солончаки, 45 % – супесчаные почвы и 35,5 % – песчаные почвы. Расчеты выполнены для верхнего дефлируемого слоя 0,05 м (табл. 3).

Полученные нами расчетные величины содержания солей на 1 км² площади осушки сравнимы с величинами, полученными М.А. Орловой для солончаков в низовьях долины р. Чу – от 5400 до 7200 т/км² [5].

При спаде уровня воды происходит в первую очередь обмеление прибрежных мелководий, которые превращаются сначала в отшнуровавшиеся от основной территории озера, а затем полностью высыхают. После высыхания большая часть солей, содержащихся в воде, остается в почвах.

Таблица 3

Запас солей в обсохших почвах на берегах оз. Тузкан

Тип почвы	Глубина отбора пробы, м	Площадь, 10 ⁶ м ²	Объем слоя почвы, 10 ⁶ м ³	Объемный вес, т/м ³	Вес почвы, 10 ⁶ т	Содержание солей в почве, %	Общий вес, 10 ⁶ т	Содержание солей, т/км ²
Солончак	0,05	84,9	4,24	0,82	3,47	10	0,347	4087
Супесчаные	0,05	195,9	9,79	1,64	16,0	0,6	0,096	490
Песчаные пустынные	0,05	154,6	7,72	1,54	11,8	0,2	0,024	152,7
ИТОГО		435,4					0,466	4730

Площадь озер мелководных и уже отделившихся от оз. Тузкан составила по космоснимкам 2005 г. 269 км², а глубина – от 2 до 3 м. Минерализация воды – 7 г/дм³. Запас солей, остающихся на месте высохшего водоема, рассчитан по следующей формуле:

$$S_{зал} = W_{зал} \cdot C_{ср}, \quad (2)$$

где $S_{зал}$ – запас солей в заливах, тыс. т; $W_{зал}$ – объем воды в них, млн. м³; $C_{ср}$ – средняя минерализация, кг/м³. Общий запас солей для этих условий составил 3335 тыс. т.

Сток воды коллекторов в Арнасайское понижение из Джизакской, Сырдарьинской областей Узбекистана и Шимкентской области Казахстана оказался в среднем за 2004...2009 гг. равен 941,1млн. м³ в год, а средняя минерализация – 4,86 г/дм³. В результате расчетов ионного стока коллекторов он получен равным 22230 т в год. Кроме того, на окружающие ААСО земли с жидкими осадками и сухими атмосферными выпадениями поступает 274,7 кг/га в год пыли и солей.

Одно из условий возможности переноса соли ветром на дальние расстояния – размер частиц. Чем тоньше дефлируемый материал, чем

меньше частицы, тем дальше они могут переноситься ветром. Исследования объемного веса различного вида почв в 1970 г. показали, что самыми легкими оказались солончаки с объемным весом от 0,45 до 0,82 г/см³. Исследования М.А. Орловой корковых солончаков в низовьях р. Чу выявили, что размеры солевых частиц в них менялись от 7 до 150 мкм, причем мелкие частицы могут составлять до 75 % веса пробы. Для расчета величины солепылепереноса через границу осушки мелководий ААСО – береговую линию – по методике О.Е. Семенова мы принимали средний размер солевых частиц 40 мкм. Их динамическая скорость при скорости ветра на высоте флюгера от 8 до 9,2 м составляет 15...30 см/с. По расчетам О.Е. Семенова, такие частицы могут переноситься на 105...150 км от места дефляции. Более крупные частицы пыли, по модели О.Е. Семенова, могут выноситься на 2...2,5 км от места выдувания.

Расчеты дальности выноса О.Е. Семенов предлагает производить по следующей формуле:

$$X = -4,54 \cdot \ln \frac{M}{M_o} \frac{u_*}{\omega_g} \cdot H, \quad (3)$$

где X – расстояние от источника дефляции, км; M – плотность сухих атмосферных выпадений (САВ) на расстоянии X от источника, т/км²; M_o – плотность САВ на границе источника выноса, т/км²; u_* – динамическая скорость, см/с; ω_g – гидродинамическая крупность частиц, Н – задаваемая высота подъема частиц.

Все наши расчеты выполнены по формуле (3) для скоростей ветра, равных на высоте флюгера 8...9 м/с и скоростях оседания частиц, равных 8...10 см/с. Результаты расчетов увязываются с данными М.А. Орловой (10...40 км) и О.Е. Семенова – 4...28 км.

Выше указывалось, что преимущественное направление ветра вокруг ААСО – северное и северо-западное, то направление солепереноса будет на юг и юго-восток от Тузкана на орошаемые массивы Джизакского вилоята.

Нашей основной задачей было выявление влияния возможного усыхания ААСО на солевой баланс орошаемых земель западной части Джизакского вилоята, примыкающих к мелководным озерам на востоке оз. Тузкан. Это влияние солепылепереноса с обсохших земель и поступление солей с атмосферными жидкими и сухими осадками. Чтобы знать воз-

можную общую величину солепылепереноса, нами также рассчитаны статические запасы солей на освобождающейся от воды при падении уровня территории ААСО, то есть запасы солей в воде мелководных озер и в почвенных разностях. Кроме того, необходимо учесть ежегодное поступление солей в озера с ионным стоком крупнейших коллекторов Голодной степи, пополняющим эти запасы.

Выше указывалось, что в западной части Джизакского вилоята орошаемые земли засолены, и запас солей в их метровой толще составляет 270...460 т/га. Мы при расчетах предположили, что на расстоянии 26 км от кромки высыхающих озер выпадает 1 % от величины пылесолепереноса, что составит 1,9 тыс. т/год крупных частиц (пыли) и 63,4 тыс. т/год мелких (40 мкм) частиц солей.

Кроме того, с атмосферными жидкими осадками и сухими выпадениями поступает 0,28 т/га в год пыли и солей, а статические запасы солей и пыли подверженных дефляции высыхающих озер оказались, по нашим расчетам, равными 3335 тыс. т. В обсыхающих почвах при самом низком уровне воды, отмеченном в 1987 г., содержание веществ в подверженных дефляции во всех почвенных разностях, согласно нашим расчетам, равно 1,9 млн. т, из них солей в солончаках 0,978 млн. т, среди которых 0,2 млн. т сульфатов и 0,293 млн. т хлоридов, а именно они представляют главную опасность для культурных растений.

Соли из солончаков при расчетной величине солепереноса, равной 0,56 млн. т в сутки, будут вынесены за 1,74 суток при скорости ветра, равной 9 м/с. А 13,38 млн. т статических запасов солей в обсыхающих озерах и почвах при максимальной величине пылесолепереноса 0,56 млн. т могут быть перенесены за 24 сут. Но ежегодно со стоком коллекторов статические запасы солей пополняются на 4574 тыс. т солей. Когда эти соли отложатся на дне озер, при высыхании последних они будут вынесены за 8173 сут или за 22,4 года. Последние цифры весьма ориентировочны, так как не известно, какая часть этого ионного стока осядет на мелководьях, а какая попадет в глубоководную часть оз. Тузкан и затем в ней останется.

Итак, усыхание ААСО при отсутствии сбросов воды в нее из Шардаринского водохранилища может привести к дальнейшему засолению и без того засоленных орошаемых земель на западе Джизакского вилоята, что повлечет за собой их деградацию и выпадение из сельхозпроизводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан.– Ташкент: Госкомитет Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру, 2010. – 20 с.
2. Ахмедов А.У. Засоленность почвогрунтов и грунтовых вод в западной части Джизакской степи. // В сб. «Засоленные почвы Узбекистана и вопросы их освоения и мелиорации» – Ташкент: Изд-во МСХ УзССР, 1978. – С. 20-35.
3. Глухова Т.Т., Королева Г.А. Уточнение классификации засоленных почв по солеустойчивости хлопчатника. // В сб. «Засоленные почвы Узбекистана и вопросы их освоения и мелиорации» – Ташкент: Изд-во МСХ УзССР, 1978. – С. 40-49.
4. Ковда В.А Солончаки и солонцы. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 245 с.
5. Орлова М.А. Роль эолового фактора в солевом режиме территорий. – Алмата: Изд «Наука» АН Казахской ССР, 1983. – 230 с
6. Семенов О.Е. Оценка ветрового выноса песка и солей с осушенной части дна Аральского моря // Труды КазНИГМИ. – 1988. – Вып. 102. – С. 39-54.

Поступила 26.02.2013

Хим. ғылымд. канд. Н.Г. Верещагина
Геогр. ғылымд. канд. Е.М. Видинеева
 Н.И. Рахматова

ЖЕЗАҚ ВИЛОЯТЫ ЖЕРЛЕРІНІҢ ТҰЗДАНУЫНА АЙДАР- АРНАСАЙ КӨЛДЕР ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРҒАҒАН БЕТІНЕН КӨТЕРІЛГЕН ШАҢ МЕН ТҰЗДЫҢ ӘСЕР ЕТУ МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

Тұзқан көлінің шығыс оңтүстік жағалауынан тұздың желмен ұшу мүмкіндігінің теңдеуі және оның құрамдастарының есептеу нәтижелері берілген. Жағалау жиегімен тұздың тасымалдануы және оның мүмкін қашықтығы О.Е. Семеновтың әдістемесімен есептелген (ҚазҒЗГМИ). Шардара суқоймасы су тастауының болмауы Тұзқан көлінің және Айдар-Арнасай көлдер жүйесінің басқа да көлдерінің құрғауына алып келеді, нәтижесінде Жезақ вилояты батысындағы суармалы жерлерінің ары қарай тұздануының жалғасатыны анықталған.

УДК 551.501: 629.195.1

Доктор техн. наук
Канд. техн. наукА.Х. Ахмеджанов*
Т.К. Караданов*
А.Н. Искаков***АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ ПО
СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ***АЛГОРИТМ, КОНЦЕНТРАЦИЯ, АТМОСФЕРА, СПЕКТР, ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ, СПУТНИКОВОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ*

Представленный алгоритм позволяет проводить расчеты относительной концентрации атмосферных парниковых газов по данным спутникового зондирования. Результаты расчетов относительной концентрации метана и озона удовлетворительно согласуются со спутниковыми данными. По вертикальным профилям относительной концентрации атмосферных парниковых газов можно рассчитывать содержание этих газов в атмосферном столбе на основе данных космического зондирования.

В настоящее время активно разрабатываются технологии дистанционного инфракрасного зондирования атмосферы для мониторинга термодинамического состояния и состава атмосферы Земли [3, 14, 15, 16, 17, 18, 19]. Развитие инфракрасной техники и появление в 1990-х годах спутниковых Фурье-спектрометров достаточно высокого разрешения (до $0,05 \text{ см}^{-1}$) и Фурье-спектрометров наземного базирования с разрешением до $0,001 \text{ см}^{-1}$ позволяет иметь десятки-сотни тысяч спектральных каналов в тепловой инфракрасной области. Существенно повысилась информативность натуральных спектров излучения и пропускания атмосферы. Качественные изменения произошли в методах обработки и интерпретации спутниковых данных. Успехи в области атмосферной инфракрасной спектроскопии, создание баз данных детальной спектроскопической информации по атмосферным газам (HITRAN [13], GEISA [9], накопление априорной информации по профилям температуры и концентраций оптически активных газовых составляющих атмосферы в базе TIGR [7], информационной системе BADC

* Институт космических исследований, АО «НЦКИТ» НКА РК, г. Алматы

[<http://badc.nerc.ac.uk>] способствуют прогрессу в дистанционном зондировании парниковых газов: H_2O , CO , O_3 , CH_4 , N_xO_y , CO_2 и др.

В настоящее время на полярных орбитах действуют несколько подходящих для задач мониторинга парниковых газов спутников, оснащенных ИК-спектрометрами высокого разрешения, такие как TES [5] на спутнике AURA (NASA, США), AIRS [11] на спутнике AQUA (NASA, США), SCIAMACHY [6] на спутнике ENVISAT (ESA), IASI [10] на спутнике METOP-A (ESA), TANSO-FTS [<http://www.gosat.nies.go.jp>] на спутнике GOSAT (JAXA, Япония). Регистрируемые ИК-спектры поглощения парниковыми газами используются в численных моделях переноса излучения в атмосфере.

В настоящее время работает аналитическая система GIOVANNI: GES-DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center) Interactive Online Visualization and Analysis Infrastructure (<http://daac.gsfc.nasa.gov/techlab/giovanni>), объединяющая данные со многих спутниковых систем. По данным сенсора TES (спутник AURA), регистрирующего спектры поглощения ИК-диапазона в тропосферных слоях атмосферы, восстанавливаются вертикальные профили CH_4 , O_3 и др. Эти данные доступны на сайте GIOVANNI за период 2004...2010 гг.

Для решения обратной задачи по определению вертикальных профилей и содержания в атмосферном столбе парниковых газов из спутниковых спектров необходимо располагать всей доступной информацией о возможных вертикальных распределениях искомых газов, полном содержании в столбе, или хотя бы приземных концентрациях. Поэтому важной составляющей глобального спутникового зондирования являются независимые прямые измерения в подспутниковых точках, как на поверхности Земли, так и на самолетах. Для определения искомых параметров атмосферы как из спектров теплового излучения самой атмосферы и подстилающей поверхности, так и спектров пропускания атмосферой солнечного ИК излучения необходимо решать обратную задачу. Практическая реализация решения обратной задачи требует, как правило, наличия обширной базы априорной информации об искомых профилях, полученной с использованием прямых радиозондовых, самолетных и других измерений. В качестве вектора параметров могут выступать высотные профили тех атмосферных параметров, которые в данном восстановлении считаются известными и фиксированными (например, профиль CO_2 при восстановлении профилей температуры и влажности). Обратные задачи атмосферной

оптики являются некорректными и поэтому при их численном решении используют различные методы регуляризации: статистической [12] и по Тихонову [4].

Методы решения задач атмосферной оптики основываются на минимизации определенного вида целевой функции. Для минимизации используются, обычно либо метод Ньютона, либо метод Левенберга-Марквардта, который представляет собой сочетание метода Ньютона и метода градиентного спуска. Размерность задачи можно уменьшить, если представить атмосферные профили в виде разложения по собственным векторам корреляционной матрицы априорных профилей. Ограничивая ряд несколькими первыми членами и сводя задачу к нахождению коэффициентов разложения, можно понизить размерность задачи. Это аналогично поиску решения на множестве гладких функций, как это делается в случае регуляризации по Тихонову. Методы регуляризации широко применялись для многоканальных спектрорадиометров с небольшим числом спектральных каналов, когда число неизвестных (количество определяемых параметров) превышало количество уравнений задачи (число используемых спектральных каналов). В этом случае задача была изначально вырожденной (неоднозначной) и использование любой априорной информации об искомых параметрах было крайне необходимо. С появлением на орбите спектрометров среднего спектрального разрешения ($\sim 0,1 \text{ см}^{-1}$) обратная задача стала существенно переопределенной, т.е. количество информативных спектральных каналов (число уравнений), как правило, на порядок-два превышает число искомых (неизвестных) параметров атмосферы. Поэтому в некоторых случаях стало возможным практически отказаться от регуляризации и для решения обратной задачи использовать минимизацию квадратичной невязки измеренных и расчетных спектров методом наименьших квадратов с ограничениями, без привлечения дополнительной априорной информации об искомом решении [2, 8].

Вычислительная трудность решения обратных задач для определения искомых профилей из инфракрасных спектров атмосферы высокого разрешения обусловлена большой размерностью обратной задачи: в пространстве измерений – число спектральных каналов, в пространстве решений – число узлов высотной сетки, умноженное на число восстанавливаемых вертикальных профилей. Практическая реализация алгоритмов решения таких обратных задач для массовой обработки спутниковых спектров требует значительных вычислительных ресурсов и времени.

Решение уравнения переноса инфракрасного излучения от земной поверхности может быть представлено в следующем виде:

$$J_{\nu}^{\uparrow}(z) = \sigma_{\nu} B_{\nu}(T(z_0)) \exp\left(-\frac{\tau_{o\nu}}{\cos \vartheta}\right) + \int_0^z B_{\nu}(T(u)) \frac{\partial}{\partial u} \exp\left(-\frac{\tau_{\nu}(u)}{\cos \vartheta}\right) du \quad (1)$$

с граничными условиями $J_{\nu}^{\uparrow}(z_0) = \sigma_{\nu} B_{\nu}(T(z_0))$, $J_{\nu}^{\uparrow}(H) = J_{\nu \text{ спутник}}$,

где $J_{\nu}^{\uparrow}(z)$ – уходящее инфракрасное излучение, σ_{ν} – коэффициент серости излучаемой поверхности, B_{ν} – функция Планка, T – температура, z_0 – уровень земной поверхности, $\tau_{o\nu}$ – общее значение оптической толщины атмосферы, ϑ – значение угла зондирования, ν – волновое число, $J_{\nu \text{ спутник}}$ – измеряемое на спутнике уходящее излучение.

Для удобства решения задачи восстановления сигнала уходящего излучения представим уравнение (1) в виде

$$\frac{\partial J_{\nu}^{\uparrow}}{\partial z} = B_{\nu}(T(u)) \frac{\partial}{\partial u} \exp\left(-\frac{\tau_{\nu}(u)}{\cos \vartheta}\right). \quad (2)$$

Оптическая толщина атмосферы $\tau_{\nu}(z)$ связана с коэффициентом объемного поглощения k_{ν} следующим образом:

$$\tau_{\nu}(z) = \int_0^z k_{\nu} du. \quad (3)$$

Коэффициент объемного поглощения включает:

- 1) коэффициент поглощения газовыми составляющими, который вычисляется с помощью суммирования по спектральным линиям («line-by-line») с использованием параметров известной спектральной базы данных HITRAN;
- 2) коэффициент ослабления аэрозольными компонентами атмосферы;
- 3) коэффициент континуального поглощения водяным паром.

Для безоблачной и слабоаэрозольной атмосферы спектральный коэффициент поглощения газовыми составляющими k_{ν} на высоте z обычно вычисляется, если известны лабораторные спектры поглощения молекул газа для всех возможных колебательно-вращательных переходов энергетических состояний молекулы (метод «line-by-line»):

$$k_\nu = N_0(z) \sum_{i=1}^{N_g} n_i(z) \sum_k r_{ik}(z) \sum_j S_{ijk}(T(z)) \Phi_{ijk}(\nu_{ijk} - \nu, T(z), p(z)), \quad (4)$$

где $p(z)$, $T(z)$, $N_0(z) = p(z)/(k_b T(z))$ – давление, температура и концентрация молекул на высоте z соответственно, k_b – постоянная Больцмана, $n_i(z)$ – относительная концентрация i -го газа, $r_{ik}(z)$ – распространенность k -го изотопа i -го газа, S_{ijk} – интенсивность j -ой спектральной линии, Φ_{ijk} – контур линии.

Моделирование объемного коэффициента поглощения (ОКП) излучения основано на использовании лабораторных спектров высокого разрешения (0,01) изучаемых газов, зависимости спектра поглощения от сорта газа, температуры, давления, объемной концентрации газа в смеси. Для приведения смоделированного спектра высокого разрешения к спектру, регистрируемого реальным сенсором низкого разрешения, используется стандартная численная процедура свертки спектра (конволюция), основанная на использовании аппаратных функций сенсора. Смоделированный спектр ОКП приводился к «реальному» спектру при помощи аппаратной функции конкретного канала сенсора MODIS и процедуры свертки спектра. На рассчитываемую область территории были выбраны данные о значениях уходящего излучения (радианс) в каналах сканера AIRS, соответствующих выбранным диапазонам спектра для конкретного вида газа. Эти данные представляют собой территориальное распределение уходящего излучения с элементарного участка (пикселя). Из данных сканера AIRS были использованы данные вертикальных распределений температуры и давления для изучаемого района. На основе спектрометрической базы данных HITRAN рассчитывается спектральный объемный коэффициент поглощения ИК-излучения данного вида атмосферного газа для реальных сезонных температурных профилей над выделенной территорией Западного Казахстана [1].

Для решения этой задачи необходима предварительная работа по выбору подходящего диапазона в спектре. Анализ модельных расчетов спектра поглощения показал, что для метана (CH_4) диапазон в пределах волновых чисел $1330 \dots 1390 \text{ см}^{-1}$. Коэффициенты поглощения и концентрацию озона (O_3) вычисляются в пределах $1040 \dots 1070 \text{ см}^{-1}$. Выбранные диапазоны спектров поглощения позволяют рассчитывать концентрацию определенного парникового газа с наименьшими временными потерями и наибольшей точностью.

Для нахождения относительной концентрации i -го газа $n_i(z)$ в выбранном диапазоне волновых чисел необходимо последовательное решение уравнений (2...4). На основе стандартного, или среднего многолетнего профиля концентрации определенного газа вычисляется объемный коэффициент поглощения, а затем восстанавливается значение уходящего сигнала на высоте спутника. Если это значение отличается от фиксируемого сигнала на спутнике больше заданного значения отклонения, то цикл продолжается. На каждом цикле добавляется или убавляется предыдущее значение относительной концентрации на достаточно малое отклонение, пересчитывается объемный коэффициент поглощения и восстанавливается значение уходящего сигнала. Процедура продолжается до достижения необходимой точности отклонений.

Концентрация газов измеряется в $мг/м^3$, ppm (или $ppmv$) ($мг/м^3 = 0,044μ ppm$, $μ$ – молекулярный вес газа) в единичном объеме, или ppm в единичной массе. Единицы ppm означают количество молекул данного газа на миллион молекул воздуха единичного объема или единичной массы. Молекулярная масса воздуха $28,97 g/mol$.

Результаты расчетов относительной концентрации метана и озона находятся в удовлетворительном согласии с данными сенсора TES (февраль 2009 г.) по территории Западного Казахстана (рис. 1, 2).

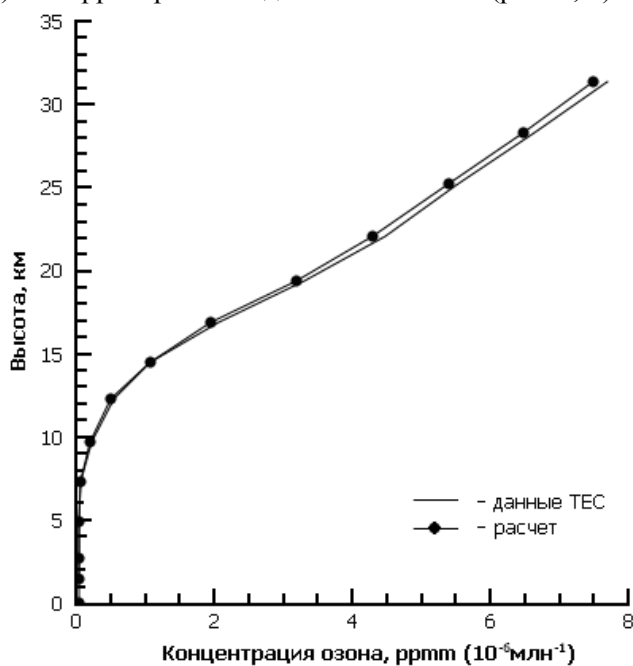


Рис. 1. Вертикальный профиль озона в Западной Казахстане.

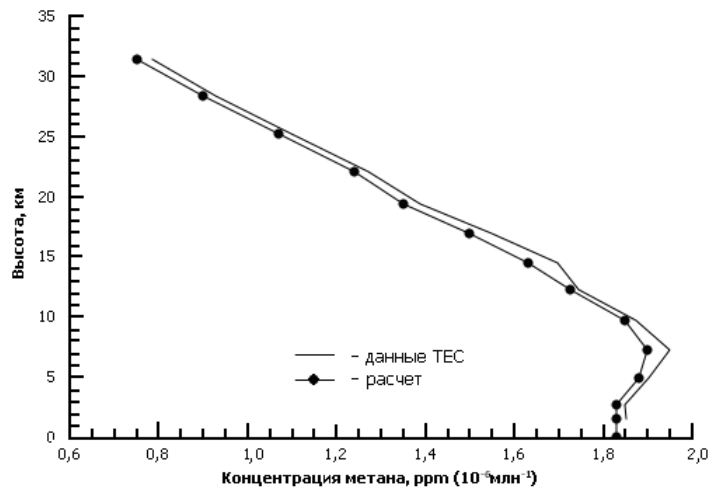


Рис. 2. Вертикальный профиль метана в Западном Казахстане.

Рассмотренный способ восстановления вертикального профиля относительной концентрации атмосферных газов может быть применен для любой территории, если имеются спутниковые данные измерений уходящего ИК-излучения.

Результаты расчетов относительной концентрации атмосферных парниковых газов по рассматриваемому алгоритму позволяют рассчитывать содержание этих газов в атмосферном столбе на основе данных космического зондирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов А.Х., Исаков А.Н. Определение коэффициентов объемного поглощения инфракрасного излучения парниковыми газами. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №2. – С. 72-77.
2. Грибанов К.Г., Захаров В.И., Ташкун С.А. Пакет программ FIRE-ARMS и его применение в задачах пассивного ИК-зондирования атмосферы // Оптика атмосферы и океана. – 1999. – Т. 12. – №4. – С. 372–378.
3. Зуев В.Е., Зуев В.В. Дистанционное оптическое зондирование атмосферы. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 275 с.
4. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
5. Beer R., Glavich T.A., Rider T.M. Tropospheric emission spectrometer for Earth Observing System's Aura satellite // Applied Optics. – 2001. – V. 40. – № 15. – P. 2356.

6. Burrows J.P., Hülzle E., Goede A.P.H., Visser H., Fricke W. SCIAMA-CHY- Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography // *Acta Astronautica*. – 1995. – V. 35. – № 7. – P. 445.
7. Chevallier F., Morcrette J.J., Chedin A., Cheruy F. TIGR-like atmospheric-profile databases for accurate radiative-flux computation // *Quart. J. of the Roy. Met. Soc.* – 2000. – V. 126. №. 563. – P. 777-785. Part B.
8. Griбанov K.G., Zakharov V.I., Tashkun S.A., Tyuterev V.G. A new software tool for radiative transfer calculations and its application to IMG/ADEOS data // *JQSRT*. – 2001. – V. 68. – № 4. P. 435-451.
9. Jaquinet-Husson N., Scott N.A., Chedin A., Crepeau L., Armante R., Cappellet V., Orphal J., Coustenis A., Boone C., Poulet-Crovisier N., Barbe A., Birk M., Brown L.R., Camy-Peyret C., Claveau C., Chance K., Christidis N., Clerbaux C., Coheur P.F., Dana V., Daumont L., De Backer-Barilly M.R., Di Lonardo G., Flaud J.M., Goldman A., Hamdouni A., Hess M., Hurley M.D., Jacquemart D., Kleiner I., Kopke P., Mandin J.Y., Massie S., Mikhailenko S., Nemtchinov V., Nikitin A., Newnham D., Perrin A., Perevalov V.I., Pinnock S., Regalia-Jarlot L., Rinsland C.P., Rublev A., Schreier F., Schult L., Smith K.M., Tashkun S.A., Teffo J.L., Toth R.A., Tyuterev V.I.G., Vander Auwera J., Varanasi P., Wagner G. The GEISA spectroscopic database: Current and future archive for Earth and planetary atmosphere studies // *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*. – 2008. – V.109. – №6. – P. 1043-1059.
10. Javelle P. IASI instrument overview // *Procs. of the 5th Workshop on ASS-FTS, 1994*. – Nov.30th - Dec.2nd, Tokyo, Japan. P. 1-20.
11. Parkinson C.L. Aqua: an Earth-Observing Satellite mission to examine water and other climate variables // *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions*. – 2003. – V. 41. – № 2. – P. 173-183.
12. Rodgers C.D. Inverse methods for atmospheric sounding. Theory and practice. – World Scientific, 2000. – 206 p.
13. Rothman L.S., Gordon I.E., Barbe A., Chris Benner D., Bernath P.F., Birk M., Boudon V., Brown L.R., Campargue A., Champion J.-P., Chance K., Coudert L.H., Dana V., Devi V.M., Fally S., Flaud J.-M., Gamache R.R., Goldman A., Jacquemart D., Kleiner I., Lacombe N., Lafferty W.J., Mandin J.-Y., Massie S.T., Mikhailenko S.N., Miller C.E., Moazzen-Ahmadi N., Naumenko O.V., Nikitin A.V., Orphal J., Perevalov V.I., Perrin A., Predoi-Cross A., Rinsland C.P., Rotger M., Simeckova M., Smith M.A.H., Sung K., Tashkun S.A., Tennyson J., Toth R.A., Vandaele A.C., Vander Auwera

- J. 2009. The HITRAN 2008 molecular spectroscopic database // JQSRT. V. 110. P. 533-572. doi:10.1016/j.jqsrt.2009.02.013.
14. Smith W.L., Revercomb H., Zhou D.K., Huang H.-L.A. Hyperspectral sounding: a revolutionary advance in atmospheric remote sensing // SPIE. 2005. – V. 5655. P. 1-11.
 15. Smith W.L., Woolf H.M. The Use of Eigenvectors of Statistical Covariance Matrices for Interpreting Satellite Sounding Radiometer Observations // J. Atmospheric Sciences. – 1976. – V.33. – №7. – P. 1127-1140.
 16. Smith W.L., Woolf H.M., Hayden C.M., Wark D.Q., McMillin L.M. The TIROS-N operational vertical sounder // Bull. Amer. Met. Soc. – 1979. – V.60. – P. 1177-1187.
 17. Smith W.L., Woolf H.M., Revercomb H. Linear simultaneous solution for temperature and absorbing constituent profiles from radiance spectra // Applied Optics. – 1991. – V. 30. – № 9. – P. 1117–1123.
 18. Sobrino J.A. Land surface temperature retrieval from thermal infrared data: An assessment in the context of the Surface Processes and Ecosystem Changes Through Response Analysis (SPECTRA) mission // J. Geophys. Res. – 2005. – V.110. D16103. DOI:10.1029/2004JD005588
 19. Zhiliba A.I. Limiting sensitivity of absorption spectrometer // Proceedings SPIE. – 1991. – V.1811: Highly Resolution Molecular Spectroscopy. P. 415-418.

Поступила 13.03.2013

Техн. ғылымд. докторы	А.Х. Ахмеджанов
Техн. ғылымд. канд.	Т.К. Караданов
	А.Н. Искаков

СПУТНИК МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША АТМОСФЕРАДАҒЫ ПАРНИК ГАЗЫНЫҢ ТІК ТАРАЛУ АЛГОРИТІМІ

Ұсынылған алгоритм атмосфералық парниктік газдардың салыстырмалы концентрациясына спутникалық зондылау мәліметтері бойынша есептер жүргізуге мүмкіндік береді. Метанның және озонның салыстырмалы концентрациясының есептеу нәтижелері спутникалық мәліметтермен қанағаттанарлық сәйкес келеді. Атмосфералық парниктік газдардың салыстырмалы концентрациясының вертикалді кескіні бойынша осы газдардың атмосфералық бағанадағы құрамын ғарыштық зондылау негізінде есептеуге болады.

УДК 55:502.64.185

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

**СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАИБОЛЕЕ
РАСПРОСТРАНЕННЫХ ТИПОВ ПАСТБИЩ ЮЖНОГО
ПРИБАЛХАШЬЯ**

МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПАСТБИЩ, ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, СПЕКТРОМЕТРИРОВАНИЕ, ФИТОМИТРИЧЕСКИЕ И СПЕКТРОМИТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ТЕСТОВЫЕ УЧАСТКИ

В результате проведенных подспутниковых исследований в 2011 году получены оригинальные спектральные образы наиболее распространенных типов растительного покрова пастбищ с различным проективным покрытием и разной биомассой. Данные по проективному покрытию почв и величине зеленой биомассы положены в основу анализа спутниковых данных различного пространственного разрешения.

Естественная растительность в условиях Казахстана представляет собой сложный биогеоценоз, регулируемый многими факторами. Экологическое состояние их зависит от целого ряда параметров, основными из которых являются климатические и антропогенные. Оценка состояния естественной растительности с помощью методов ДЗЗ – задача довольно сложная. Дешифровочные методы основаны на спектральных характеристиках объектов. Одним из параметров характеризующих экологическое состояние растительности является спектр отражения. Измерение спектров отражения с использованием оптических приборов, является быстрой и эффективной процедурой анализа. Отражательные свойства природных и искусственных объектов, как правило, описываются с помощью коэффициентов спектральной яркости (КСЯ). КСЯ – это фотометрическая функция, характеризующая структуру отраженной поверхностью (объектом) излучения, как по длинам волн λ , так и по условиям наблюдения и

* Институт космических исследований, г. Алматы

освещения. Условия наблюдения определяются надирным углом сканирования (наблюдения) Θ и азимутальным углом между вертикалями сканирования и источника освещения (Солнца) φ . Условия освещения обычно определяются углом высоты Солнца. То есть в наших экспериментах оно соответствовало времени от 10⁰⁰ до 16⁰⁰. Определение КСЯ предполагает строгое обеспечение одинаковых условий освещения исследуемой и эталонной поверхностей.

КСЯ растительных сообществ зависят от фенофазы, сезона года, пространственной структуры, проективного покрытия, композиционного состава и других факторов. Поэтому одной из задач наших исследований оптических свойств природных объектов и растительного покрова, в частности, является определение эмпирических зависимостей КСЯ этих объектов от разных факторов, влияющих на их изменчивость.

Известно, что зеленый растительный покров имеет специфический спектральный ход отражения излучений видимого и ближнего ИК-диапазонов спектра, связанный с присутствием в листьях растений различных пигментов и воды. В видимом диапазоне длин волн определяющее влияние на спектральный ход отражения и пропускания излучений оказывают хлорофилл и каротиноиды. Хлорофилл имеет главный максимум поглощения в красной зоне спектра на длинах волн от 667 до 689 нм, а так же ряд полос поглощения в синей зоне, с максимумами вблизи 440 и 460 нм. Каротин наиболее интенсивно поглощает излучения с длинами волн 455 и 485 нм. Поэтому зеленые растения поглощают до 93...95 % излучений видимого диапазона спектра, и лишь небольшой минимум поглощения пигментами листьев вблизи 550 нм, что придает листьям зеленую окраску. В районе красной границы видимого диапазона спектра поглощение хлорофиллом и каротином с ростом λ резко падает, в связи с этим в ближнем ИК-диапазоне спектра на длинах волн 750...1200 нм отражательная способность зеленных листьев достигает максимума и составляет 40...60 %. При этом одновременно возрастает и прозрачность листьев до значений 30...50 % [1, 2].

В наших исследованиях мы оценивали спектральные образы растительности в пустынной зоне Южного Прибалхашья с помощью гиперспектрометра Field Spec. Модель Field Spec Hand Held (HH), спектрометр UV/VNIR (325...1075 нм) – является портативным, общецелевым спектрорадиметром, который полезен для применения во многих областях, требующих, либо абсолютное, либо относительное измерение световой энергии.

Задачей мониторинга естественных пастбищ является идентификация угодий, определение видового состава и морфофизиологические изменения. Сложность идентификации растительных объектов заключается в том, что в течение вегетационного периода в процессе роста и развития растения претерпевают значительные изменения. Требуемая информация в необходимых объемах может быть получена только на основе использования полевых данных.

В нашей работе полевые исследования пастбищной растительности (18...20 мая и 14...16 июня 2011 г.) были направлены на изучение вклада почвенного покрова в спектральный образ подстилающей поверхности. Для решения данной задачи, на всех тестовых участках полигона были заложены учетные площадки с проективным покрытием до 10 %, 10...20, 20...30, 30...40 % и более, на которых помимо описания и фитометрических измерений последовательно проведено фотографирование в надир, спектрометрирование, укос и взвешивание надземной части растений для определения сырой биомассы. Всего по двум полигонам проведены исследования на 27 тестовых участках, фитометрические и спектрометрические измерения произведены на 86 учетных площадках. На полигоне «Бозой» в июне 2011 г. отмечено значительное увеличение зеленой биомассы растительности пастбищ по сравнению с тем же периодом 2010 г., что обусловлено большим количеством осадков и высокими температурами в конце мая – июне текущего года. Соответственно изменились величины зеленой биомассы и спектральные образы поверхности тестовых площадок (рис. 1).



2010 г.



2011 г.

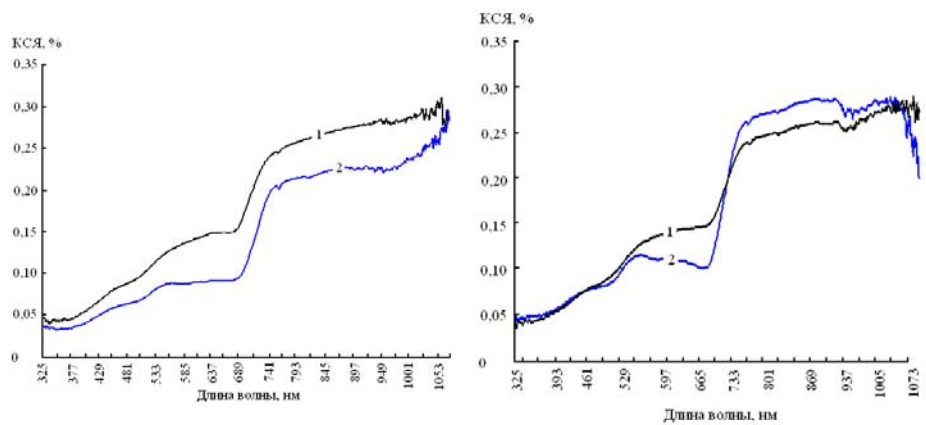


Рис. 1. Общий вид тестового участка на полигоне «Бозой» в июне 2010 и июне 2011 гг. и КСЯ разнотравно-эфемерово-пирейной (1) и терескеновой (2) растительности.

На тестовом участке полигона «Бозой» проведены наблюдения за эфемерово-разнотравно-пырейной растительностью на бурых песчаных почвах. Общее проективное покрытие почв составило от 10 до 30 %, величина зеленой биомассы – от 133,5 до 175,5 г/м². Ввиду некоторого разнообразия в растительном покрове, а именно в его флористическом составе, проективном покрытии и объеме зеленой биомассы спектральные образы площадок имеют различный вид. Общий вид растительности участка и учетных площадок представлены на рис. 2.

Аналогичным образом получены спектральные образы терескеновой на сероземах и эфемерово-полынно-кустарниковой растительности на бугристо-рядовых песках, а также сеяных трав (рис. 3А, Б и В). Однообразный растительный покров при равномерном его распределении на территории тестового участка с сеянными травами обусловил практически одинаковый ход кривых КСЯ (рис. 3В).

В камеральный период проективное покрытие определялось с помощью классификации снимков цифровой фотокамеры методом ISODATA в программном обеспечении ScanEx IMAGE Processor v.3.0.

На тестовом участке, расположенном на окраине песчаного массива Сарытакум с мелкобугристым рельефом, растительность представлена изеневыми-полынными группировками с терескеном (50 % травостоя, высота 40 см). В мае травостое преобладали: изень (30 %, 40 см), эбелек (10 %, 5 см), полыни (5 %, 40 см), кузиния (2 %, 25 см) и пырей (3%, 35 см). Вегетация эфемеров к середине мая закончилась.

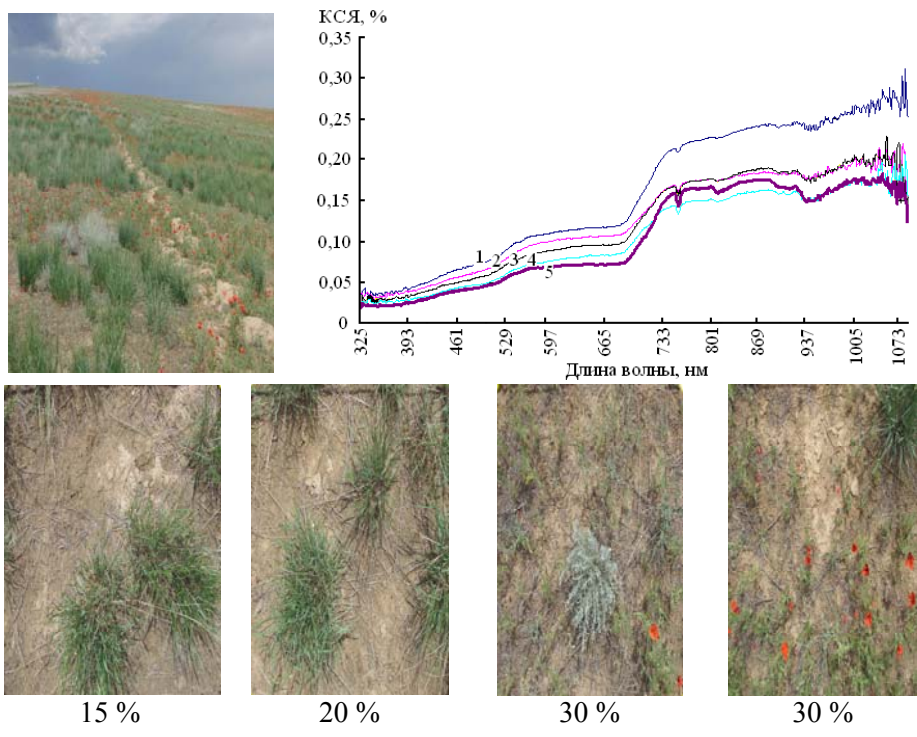
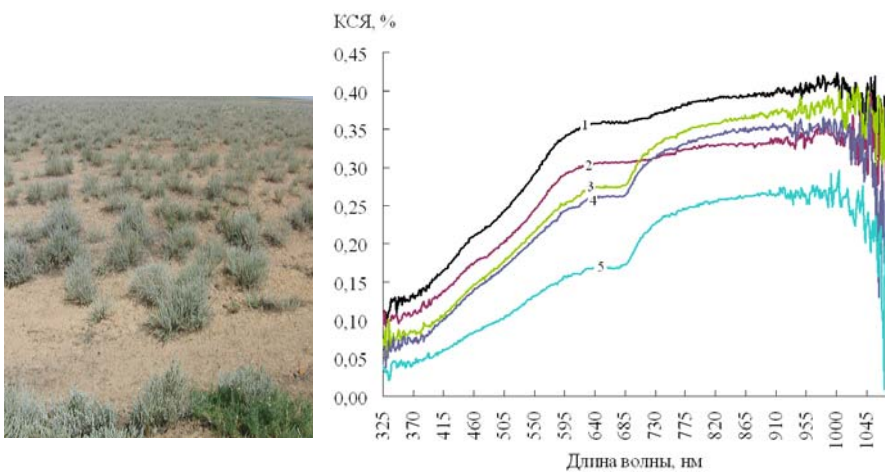
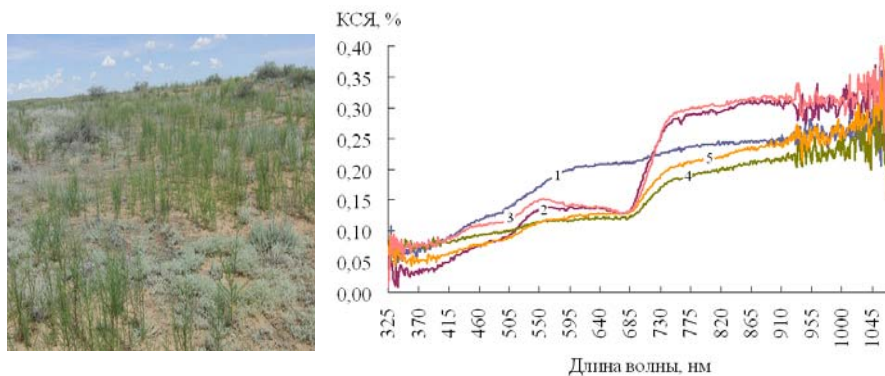


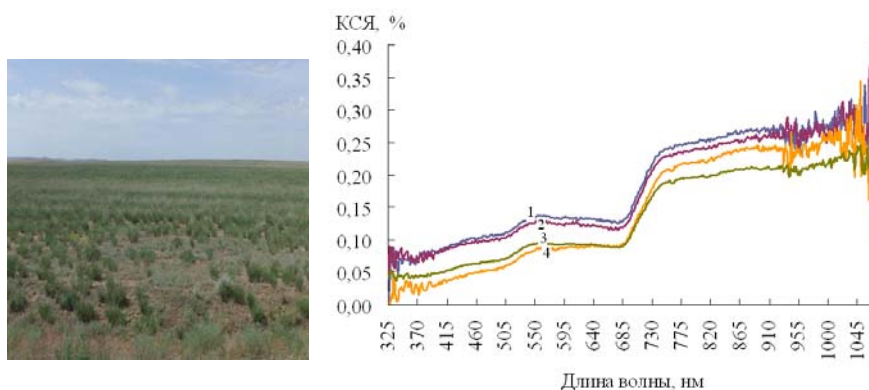
Рис. 2. Общий вид, спектральные образы эфемерово-разнотравно-пырейной растительности (1 – площадка 1, 2 – площадка 2, 3 – площадка 3, 4 – площадка 4, 5 – среднее для участка) и фотографии учетных площадок тестового участка II.



А



Б



В

Рис. 3. Спектральные образы тестовых участков полигона «Бозой»: терескеновая растительность (А), 1 – почва, 2 – 10 %, 3 – 30...40 %, 4 – 50...60 %, 5 – 60...70 %; эфемерово-полынно-кустарниковая (Б), 1 – песок, 2 – 10...20 %, 3 – 30...40 %, 4 – 50...60 %, 5 – 60...70 % и сеяные травы (В), 1 – площадка 2, 2 – площадка 3, 3 – площадка 4, 4 – среднее для участка.

В июне доминантами растительного покрова явились полыны – *Artemisia scoraria* (30 %, 80 см) и *Artemisia terra-alba* (20 %, 40 см) терескен (20 %, 50 см), изень (15 %, 60 см), эбелек 5 %, 20 см), кузиния (7 %, 50 см), луки (3 %, 30 см). На участке заложены 4 учетные площадки размером 1 м² для описания и проведения фито- и спектрометрических работ (рис. 4).

Проективное покрытие площадок четвертого участка определено также по цифровым изображениям камеры и составило 12, 46, 58 и 71 % соответственно. Укосы с каждой площадки дали величину зеленой биомассы 89,4; 346,1; 340,4 и 342,3 г/м², что в среднем составило 279,6 г/м². Для этого же периода 2010 г. растительность характеризовалась боль-

шим видовым разнообразием за счет присутствия эфемеров, но продукция зеленой фитомассы была намного ниже и в среднем по контуру составила 173,2 г/м².

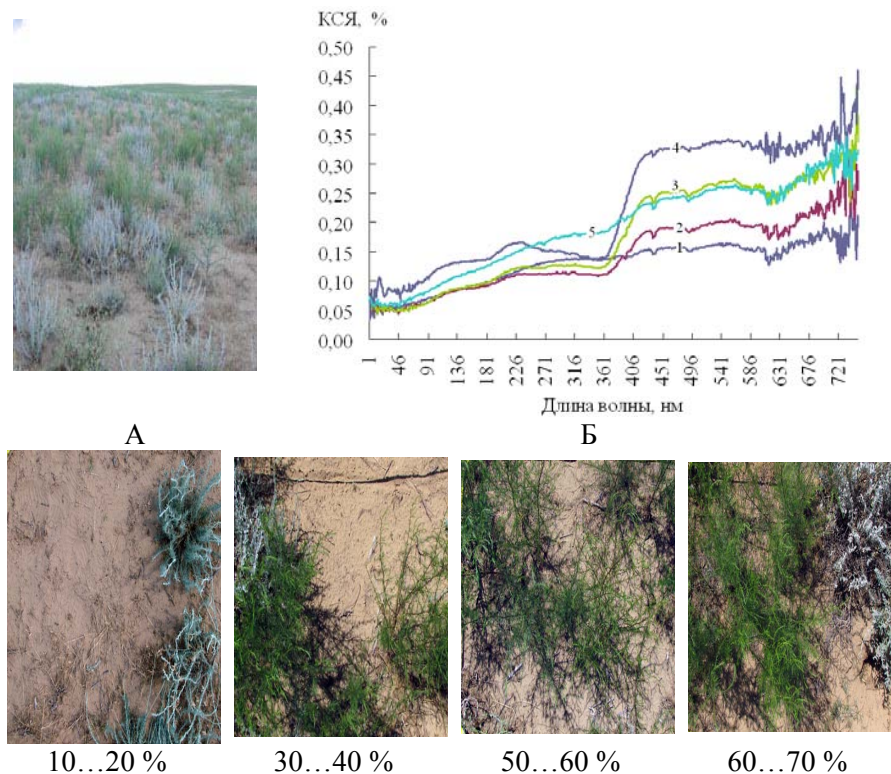


Рис. 4. Общий вид изенево-полынно-терескеновой растительности (тестовый участок 4) полигона «Бозой» (А) и КСЯ участков с различным проективным покрытием (Б), 1 – 10...20 %, 2 – 30...40 %, 3 – 50...60 %, 4 – 60...70 %, 5 – песок и фотографии учетных площадок с различным проективным покрытием.

Таким образом, полученные данные по определению общего проективного покрытия растениями почвы на всех учетных площадках полигона «Бозой» в 2011 г. представлены в табл.

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

Таким образом, в ходе полевых работ собран материал для дальнейших исследований растительности пустынных и сухостепных пастбищ. Получены оригинальные спектральные почерки растительности при различном проективном покрытии почв. Данные по проективному покрытию

почв и величине зеленой биомассы положены в основу анализа спутниковых данных различного пространственного разрешения.

Таблица

Общее проективное покрытие растениями почвы на учетных площадках полигона «Бозой», %

Площадка	Растительность	Почва	Площадка	Растительность	Почва
1_1	30	70	3_3	27	73
1_2	20	80	4_1	30	70
1_3	25	75	4_2	28	72
1_4	27	73	4_3	40	60
2_1	15	85	4_4	50	50
2_2	21	79	7_2	29	71
2_3	30	70	7_3	24	76
2_4	30	70	7_4	25	75
3_1	18	82	7_5	24	76
3_2	11	89			

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработать технологию аэрокосмической оценки кормовых ресурсов пустынных и полупустынных пастбищ на землях государственного лесного фонда Казахстана: Отчет о НИР 01.08. Н/д. – Алма-Ата, 1988. – 105 с. Отв. исполнитель П.М. Лагунов.
2. Чабан Л.Н., Вечерук Г.В., Гаврилова Т.С., Исследование возможностей классификации растительного покрова по гиперспектральным изображениям в пакетах тематической обработки данных дистанционного зондирования. // Труды МФТИ. –2009. – Т. 1. – №3. – С. 171.

Поступила 6.06 2012

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

ОҢТҮСТІК БАЛХАШ МАҢЫНДА БАСЫМЫРАҚ ТАРАЛҒАН ЖАЙЫЛЫМДАР ТИПТЕРІНІҢ СПЕКТРАЛДЫ СИПАТТАМАСЫ

2011 жылы жүргізілген серіктік зерттеулер нәтижесінде көптеп таралған өсімдік жамылғысы бар әр түрлі жобалы жабынумен қамтылған және әр түрлі биомассасы бар жайылымдардың нұсқалы негізгі спектралды бейнелері алынды. Топырақ жамылғысын жобалы жабыну мен жасыл биомассаның көлемінің мәліметтері әр түрлі кеңістіктік дәлдіктегі серіктік мәліметтерінің негізіне қаланды.

УДК 551.577.2

А.Б. Бегалиева *

Канд. физ.-мат. наук Е.В. Боголюбова *

ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ОСРЕДНЕННЫХ ПО ПЛОЩАДИ МЕСЯЧНЫХ СУММ ОСАДКОВ НА СЕВЕРЕ И ЮГЕ КАЗАХСТАНА

СТАТИСТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, МЕСЯЧНЫЕ СУММЫ ОСАДКОВ, АСИММЕТРИЯ, ЭКСЦЕСС, КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ, ГИСТОГРАММА, КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ, СРЕДНЕЕ КВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ

В статье проведен сравнительный анализ изменения статистических характеристик осредненных по площади месячных сумм осадков на севере и юге Казахстана. В северных областях максимум осадков наблюдается в июле, минимум – в апреле. Весной осадков выпадает меньше, чем осенью; в южных областях – главный максимум наблюдается весной, а второстепенный – осенью; минимум осадков приходится на лето. Временной ход осадков теплого периода также одинаков в северных областях, как он одинаков и в южных. Гистограммы распределения месячных сумм осадков в северных и южных областях Казахстана имеют чаще всего положительную асимметрию (правостороннюю). Режим осадков в южных областях отличен от режима осадков в северных областях Казахстана и схож внутри этих территорий.

В течение последних десятилетий в Казахстане наблюдалась тенденция к повышению годовых и сезонных температур воздуха. Существующие современные модели предсказывают изменения условий увлажнения. По некоторым моделям на территории Казахстана зона недостаточного увлажнения может исчезнуть, а засушливая зона может занять 38 % площади республики. В Казахстане отмечается резкий контраст в степени увлажнения крайних северных и южных областей, как за холодные, так и за теплое полугодие. Северные и южные районы резко отличаются между собой внутригодовым распределением осадков [5].

* Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

В работе был проведен сравнительный анализ изменения статистических характеристик осредненных по площади месячных сумм осадков на севере и юге Казахстана. Осредненные по площади данные были взяты в качестве исходного материала. Осреднение проводилось в главной геофизической обсерватории Н.И. Ефремовой, К.В. Ледневой, А.В. Мещерской по разным станциям для каждой области, в среднем по 7...10 станциям [1].

Н.И. Ефремовой [2], К.В. Ледневой и А.В. Мещерской [4], было показано, что для целей долгосрочного прогноза погоды и для решения некоторых задач климатологии предпочтительнее использовать осредненные по площади осадки, чем непосредственно данные на станциях. Н.И. Ефремовой были отмечены следующие преимущества осредненных по площади осадков по сравнению с осадками отдельных станций: корреляция осредненных по площади осадков убывает с расстоянием медленней, чем осадков на отдельных станциях; это делает возможным увеличивать радиус корреляции и выявлять крупномасштабные связи этой метеорологической величины; кривые распределения осредненных осадков ближе к нормальным, что позволяет шире применять статистические методы обработки; для расчета месячных норм осредненных осадков с заданной точностью можно использовать более короткие ряды, чем ряды осадков по точечным данным; применение рядов осредненных величин приводит к уменьшению числа пропусков данных.

На рис. 1 показано местоположение площадей осреднения с их новыми названиями.

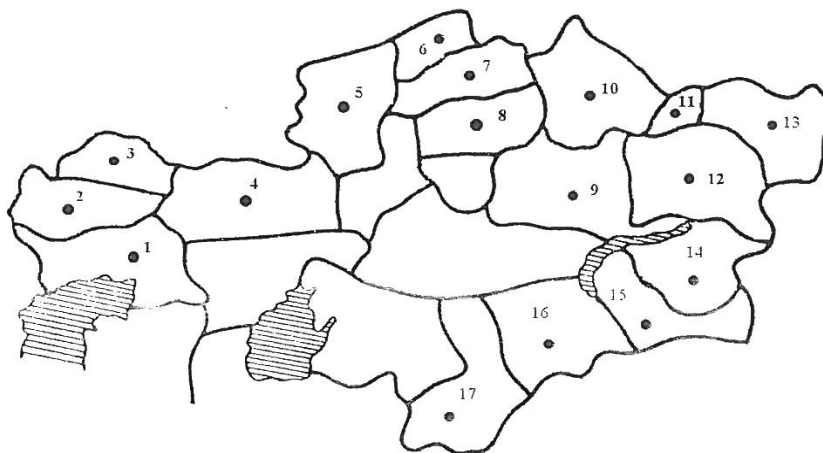


Рис. 1. Схема территорий осреднения по административным областям.

Сравнительный анализ статистических характеристик месячных сумм осадков проводился по осредненным средним месячным суммам осадков за 1891...1989 гг. по северным (север Костанайской, Северо-Казахстанская, Акмолинская, Павлодарская) и за 1946...1981 гг. по южным (Алматинская, Жамбылская, Южно-Казахстанская) областям Казахстана.

По выбранному ряду лет для рассматриваемой территории были вычислены средние арифметические значения сумм осадков за каждый месяц теплой половины года (апрель – октябрь) для северных и южных областей, что позволило сделать следующий вывод. За теплую половину года в северных областях Казахстана в среднем выпадает больше осадков, чем в южных, за исключением Алматинской области. В Павлодарской области сумма осадков за теплый период составляет 197 мм, на севере Акмолинской – 245 мм, в Северо-Казахстанской – 241 мм, на севере Костанайской – 210 мм. В Южно-Казахстанской – 153 мм, в Жамбылской – 154 мм, в юго-западной части Алматинской – 270 мм, в северо-восточной ее части – 220 мм. Однако временной ход выпадения осадков в теплую половину года, как и следовало ожидать, различен на севере и юге Казахстана. Был проанализирован временной ход осредненных месячных сумм осадков в теплый период года на севере и юге Казахстана для выявления сходства и различий режима осадков (рис. 2 и 3).

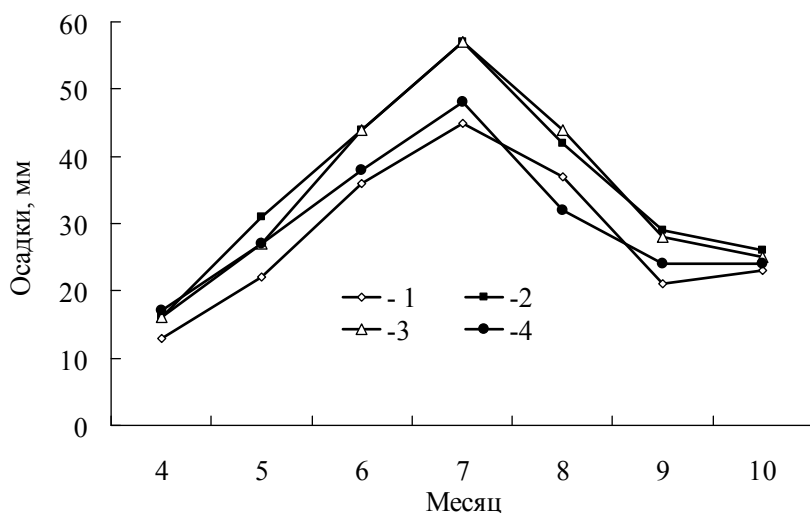


Рис. 2. Временной ход средних многолетних значений месячных сумм осадков осредненных по площади за 1891...1989 гг. в северных областях Казахстана. 1 – Павлодарская область, 2 – север Акмолинской области, 3 – Северо-Казахстанская область, 4 – север Костанайской области.

Значение средних месячных сумм осадков в июне, июле и августе на севере больше, чем в остальные месяцы. Максимальное значение месячных сумм осадков наблюдались в июле на севере Акмолинской и в Северо-Казахстанской области (57 мм), а наименьшее в Павлодарской области в апреле (13 мм).

Временные ходы норм сумм осадков в северных областях Казахстана аналогичны друг другу: от минимума в апреле наблюдается возрастание средних месячных сумм до июля, затем убывание до сентября и дальнейшее возрастание в октябре. В северных областях Казахстана июль является наиболее дождливым месяцем, а апрель наиболее сухим. В этих областях весной осадков меньше, чем осенью.

А.С Утешев отметил, что по характеру внутригодового распределения месячных осадков в Казахстане выявляются следующие три типа.

1) явно выраженное преобладание летних осадков с максимумом в июле, причем, весной осадков меньше, чем осенью (лесостепная и степная зоны наибольшего увлажнения северной части Казахстана);

2) сравнительно равномерное распределение месячных осадков в течение года со слабо выраженным максимумом в весенний период (центрально-пустынная зона наименьшего увлажнения);

3) глубокий минимум осадков летом с двумя максимумами – главным весной и второстепенным осенью (юг пустынной зоны предгорья юга и юго-востока Казахстана).

Это соответствует распределению осадков по первому типу, характерному для лесостепной зоны наибольшего увлажнения северной части Казахстана [5].

Совершенно непохож на предыдущий ход нормы в районах орошаемого земледелия, то есть южных областях Казахстана (рис. 3). В этих областях максимальное количество осадков отмечается в апреле, а на юго-западе Алматинской области в мае. Затем происходит убывание месячных сумм до минимума в августе и с сентября возрастание до второго максимума в октябре, то есть в южных областях Казахстана максимум осадков приходится на весну и осень, а минимум на лето. В Южно-Казахстанской и Жамбылской областях август характеризуется самой маленькой в республике средней месячной суммой осадков.

На юге максимальные значения средних месячных сумм осадков наблюдаются в Алматинской области в апреле (58 мм), а минимальные значения наблюдались тоже в Алматинской области в июле (4 мм).

По характеру внутригодового распределения месячных сумм осадков этот временной ход соответствует третьему типу по А.С. Утешеву. Для этого типа имеется главный максимум весной, когда выпадает большое количество осадков и второстепенный осенью. Помимо средних многолетних или норм необходим учет отклонений от нормы или временной изменчивости в рядах. Обычно такая изменчивость в длинных бессвязных рядах оценивается средним квадратическим отклонением.

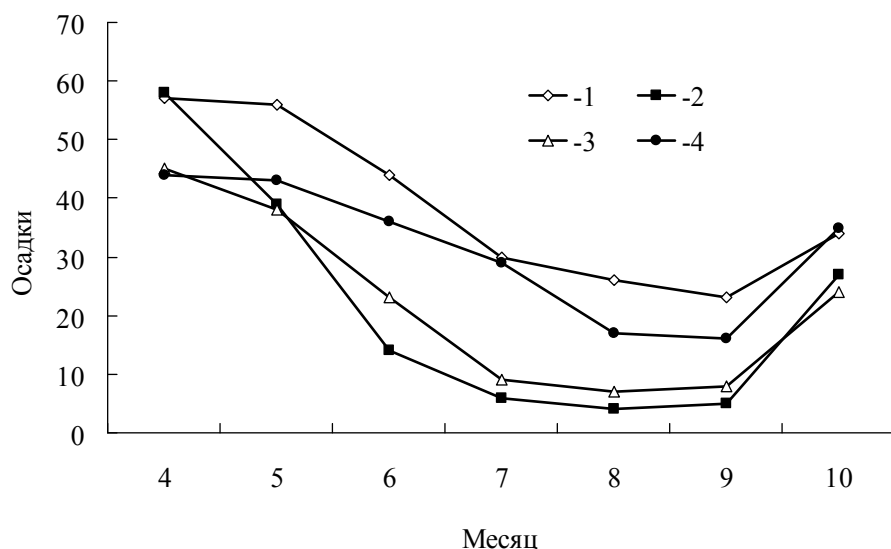


Рис. 3. Временной ход средних многолетних значений месячных сумм осадков осредненных по площади за 1946...1981 гг. в южных областях Казахстана. 1 – юго-запад Алматинской области, 2 – Южно-Казахстанская область, 3 – Жамбылская область, 4 – северо-восток Алматинской области.

По выбранному ряду лет для рассматриваемых областей были рассчитаны значения среднеквадратических отклонений для всех месяцев теплой половины года (рис. 4 и 5). Показаны временные ходы среднеквадратических отклонений месячных сумм осредненных осадков для севера и юга Казахстана.

Максимальная изменчивость, т.е. максимальные значения среднеквадратического отклонения, характерны для севера Акмолинской области (28,5 мм), наименьшие – для Павлодарской области в апреле (8,6 мм).

Временной ход средних квадратических отклонений для северных областей Казахстана в теплое время года аналогичен ходу норм. Большим суммам осадков соответствуют большие значения среднеквадратических

отклонений. Для рассматриваемых территорий значения отклонений в теплый период колеблются от 8,6 мм до 28,5 мм.

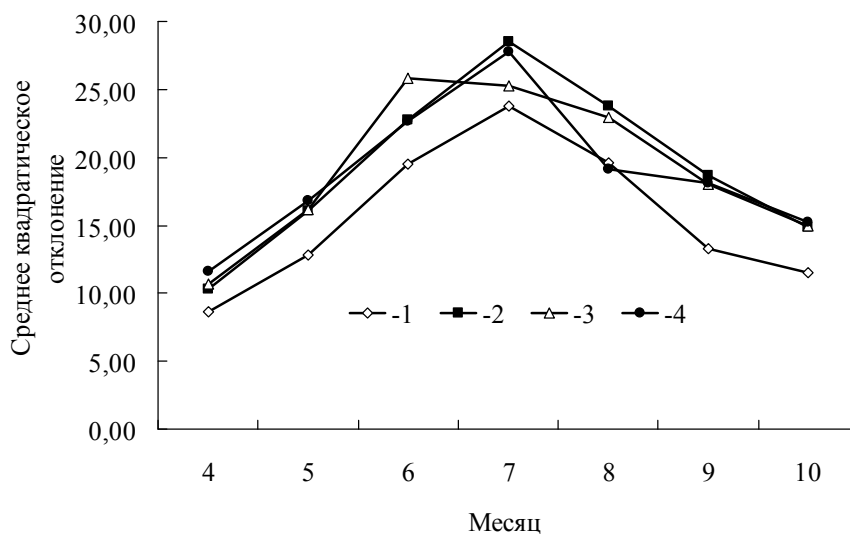


Рис. 4. Временной ход среднеквадратических отклонений месячных сумм осадков за 1891...1989 гг. по северным областям Казахстана. Обозначения см. рис. 2.

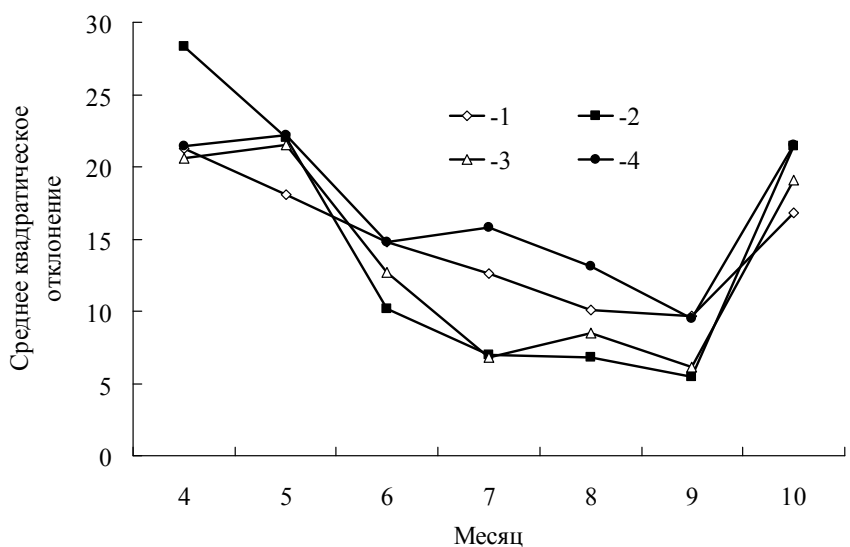


Рис. 5. Временной ход среднеквадратических отклонений месячных сумм осадков за 1946...1981 гг. по южным областям Казахстана. Обозначения см. рис. 3.

На юге максимальная изменчивость наблюдалась в Южно-Казахстанской области (28,3 мм), а наименьшая – в Жамбылской (6,1 мм).

Временной ход среднеквадратических отклонений для южных областей Казахстана в теплое время года также аналогичен ходу норм. Максимумы среднеквадратических отклонений наблюдаются весной и осенью, а минимум – летом. Значения среднеквадратических отклонений колеблются от 6,1 мм до 28,3 мм.

Для оценки изменчивости рядов атмосферных осадков чаще применяют коэффициент вариаций или нормированное значение среднего квадратического отклонения, которое дает лучшее сравнение в пространстве [3].

По выбранному ряду лет для рассматриваемых областей были рассчитаны также значения коэффициента вариации для всех месяцев теплой половины года и был проанализирован временной ход коэффициентов вариации месячных сумм осредненных осадков за теплый период года.

На севере значение коэффициента вариации изменяется в пределах 0,44...0,74. В июле в Северо-Казахстанской области, на севере Акмолинской области в мае, июне и июле распределение месячных сумм осадков можно считать близкими к симметричному, так как значение C_v в эти месяцы не превышали 0,5, то есть 50 %. Значения коэффициентов вариации для северных областей Казахстана близки друг другу.

На юге значения C_v изменяются в пределах 0,32...1,57, только на юго-западе Алматинской области распределение месячных сумм осадков можно считать близкими к симметричному, так как значения C_v в эти месяцы не превышали 50 %. В Южно-Казахстанской области в июле, августе и сентябре значения C_v были выше 1,00, то есть рассеяние превышало норму.

На юго-западе и северо-востоке Алматинской области такого ярко выраженного временного хода значений коэффициентов не наблюдается. Можно только отметить, что наибольшее значение коэффициента вариации на юго-западе Алматинской области характерно для октября, а на северо-востоке Алматинской – для августа, а наименьшее - на юго-западе и северо-востоке Алматинской – для июня.

Для Казахстана характерна большая изменчивость коэффициента вариации в течение года. В районах с недостаточным увлажнением, к которым относятся Казахстан, коэффициент вариации может изменяться существенно и превосходит норму. Ц.А. Швер отмечает, что коэффициент

вариации зависит и от степени континентальности климата [6]. Изменчивость считается малой, если $C_v \leq 0,5$.

Ошибка вычисления стандартного (среднего квадратического) отклонения зависит от коэффициента асимметрии. Распределение месячных сумм осадков характеризуется умеренной асимметрией, а в засушливом климате – значительной. В засушливом климате стандартная ошибка среднего квадратического отклонения даже в рядах за 30...70 лет может увеличиться до 20 %. То есть для расчета норм с заданной точностью при учете асимметрии распределения должна быть увеличена длина ряда.

По выбранному ряду лет для рассматриваемых областей были рассчитаны значения коэффициентов асимметрии и эксцесса для всех месяцев теплой половины года (табл. 1).

Сравнивая критические значения с рассчитанными, можно сказать, что в большинстве случаев значения коэффициентов асимметрии превышают критические как на юге, так и на севере, то есть значения коэффициента A_s значимы для 5 % уровня значимости. Критическое значение коэффициента асимметрии ($A_{s_{кр}}$) равно 0,39, а эксцесса ($E_{x_{кр}}$) – 0,83 для 5 % уровня значимости.

Явно выраженного временного хода как на севере, так и на юге, коэффициенты асимметрии не имеют. Следует отметить, что на севере для большинства областей характерно увеличение асимметрии осенью – в сентябре.

Значения коэффициента эксцесса для северных областей Казахстана колеблются от -0,6 до 7,0, в большинстве случаев значение коэффициента эксцесса положительное. Самое низкое значение наблюдается на севере Акмолинской области, коэффициент эксцесса там равен -0,6. А максимальное значение наблюдается на Северо-Казахстанской области, и там он равен 7,0.

Значения коэффициента эксцесса для южных областей Казахстана колеблются от -1,0 до 7,3. Коэффициент эксцесса более, чем в половине случаев, превышает критическое значение как в северных, так и в южных областях, что также указывает на отличие распределений от нормального. Отрицательный коэффициент эксцесса во всех случаях на всех станциях севера и юга незначительный и не превышает -1. Также как асимметрия, коэффициент эксцесса не имеет явно выраженного временного хода.

По выбранному ряду лет для рассматриваемых областей были построены гистограммы месячных сумм осадков за 30 лет по южным и се-

верным областям. Гистограммы строились для срединных месяцев весны, лета и осени по станциям севера и юга Казахстана (рис. 6 и 7).

Таблица 1

Коэффициенты асимметрии (As) и эксцесса (Ex) для осредненных по площади месячных сумм осадков за 1891...1989 гг. по северным и за 1946...1981 гг. по южным областям Казахстана

Параметр	Месяц						
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Павлодарская область							
As	1,0	1,1	0,6	0,7	0,6	1,1	0,9
Ex	1,1	1,1	-0,1	0,2	-0,3	2,3	0,3
Север Акмолинской области							
As	0,7	0,7	0,4	0,8	0,8	1,6	1,0
Ex	0,0	1,0	-0,6	0,8	0,7	3,7	1,0
Северо-Казахстанская область							
As	0,7	0,6	0,8	0,4	0,5	2,1	1,0
Ex	0,6	0,4	0,5	-0,2	0,1	7,0	1,2
Север Костанайской области							
As	0,8	0,7	1,2	1,3	0,9	1,9	1,3
Ex	0,1	-0,2	1,8	3,3	0,6	6,2	2,6
Юго-запад Алматинской области							
As	-0,2	0,2	0,6	1,1	0,7	1,0	1,4
Ex	-1,0	-0,1	0,4	2,2	0,4	0,9	2,3
Южно-Казахстанская область							
As	0,4	0,3	0,6	1,6	1,7	2,3	1,2
Ex	0,7	-0,8	-0,8	2,5	1,6	7,1	0,4
Жамбылская область							
As	-0,1	0,6	0,5	0,9	2,5	1,2	1,2
Ex	-0,7	-0,6	-0,6	0,3	7,3	1,3	1,1
Северо-восток Алматинской области							
As	0,2	0,4	0,1	0,5	1,0	0,7	1,1
Ex	-0,7	-0,4	-0,5	-0,4	0,4	-0,0	0,9

Гистограммы распределения месячных сумм осадков в северных областях Казахстана имеют чаще всего положительную асимметрию (правостороннюю) как в апреле, так и в октябре. В большинстве областей гистограммы – двумодальные. Наибольшая повторяемость осадков в апреле характерна для градации 5...20 мм. Максимум осадков наблюдаются в июле (рис. 6). Наибольшая повторяемость осадков в июле характерно для градации 40...60 мм. Гистограмма распределения месячных сумм осадков для месяца с максимальным количеством осадков (июля) ближе к нор-

мальному, чем в месяцы с их минимумом. В июле в каждой области повторяемость разная, это обусловлено местными условиями территории, но распределение везде одинаково – длинный правый «хвост», то есть отмечается положительная асимметрия.

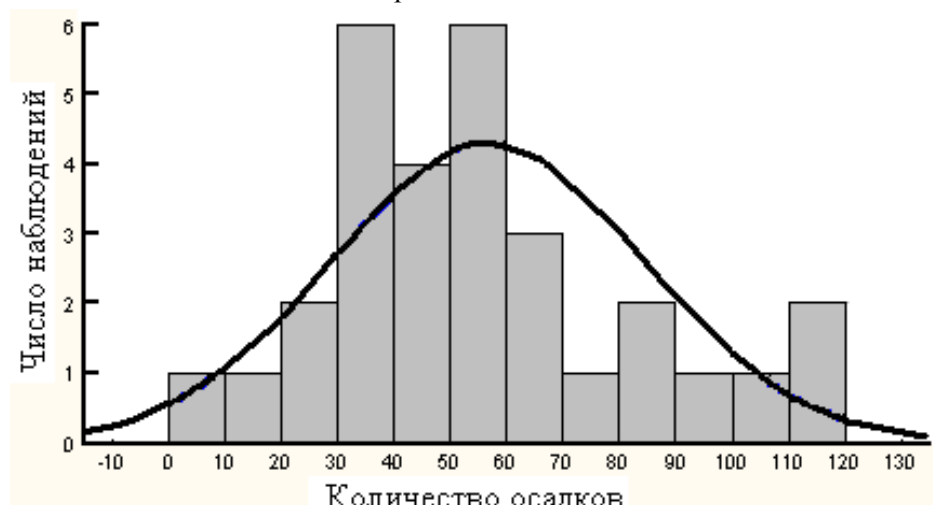


Рис. 6. Гистограмма распределения осредненных по площади месячных сумм осадков в Северо-Казакстанской области в июле.

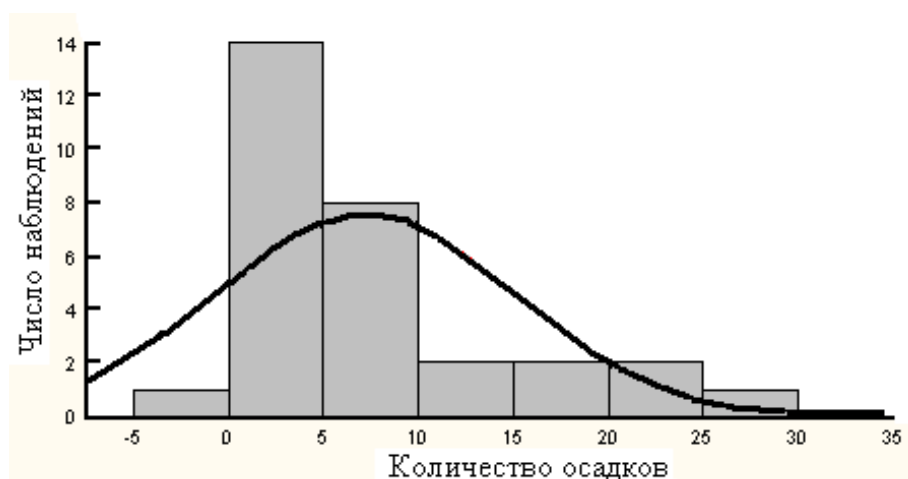


Рис. 7. Гистограмма распределения осредненных по площади месячных сумм осадков в Южно-Казакстанской области в июле.

Гистограммы распределения месячных сумм осадков в южных областях Казахстана также имеют положительную асимметрию (правостороннюю) в апреле, июле и октябре. В июле наблюдается минимум осадков

(рис. 7). В месяцы с дефицитами осадков положительная асимметрия более выражена, чем в дождливые месяцы. Таким образом, анализ гистограмм показывает, что большинство значений месячных сумм осадков требуют нормализации.

Кроме этого в работе были рассчитаны пространственные синхронные корреляционные связи месячных сумм осадков (табл. 2). Достоверность выборочного коэффициента корреляции можно проверить по специальной таблице, в которой содержатся значения критических точек ($r_{кр}$) для заданного уровня значимости (α) и с учетом числа степеней свободы (κ). В нашем случае при $\alpha = 5\%$ и $\kappa = 98$, $r_{кр} = 0,20$.

Синхронные корреляционные связи месячных сумм осадков в Алматинской и Южно-Казахстанской областях не значимы только в июне и июле (0,20 и 0,27). В остальные месяцы теплого периода года они значимы для 5% уровня значимости. Также эти связи значимы на севере Северо-Казахстанской, Костанайской и Павлодарской областей: следовательно, режим осадков на севере Казахстана сходен, так как синхронные корреляционные связи месячных сумм осадков северных областей значимы для 5% уровня значимости во все месяцы теплого периода.

Таблица 2

Синхронные корреляционные связи осредненных по площади месячных сумм осадков в теплый период года

Месяц						
апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Северо-Казахстанская с севером Костанайской области						
0,58	0,48	0,42	0,39	0,50	0,41	0,73
Северо-Казахстанская с Павлодарской областью						
0,30	0,25	0,30	0,36	0,38	0,33	0,42
Южно-Казахстанская с юго-западом Алматинской области						
0,64	0,50	0,27	0,20	0,47	0,37	0,63
Северо-Казахстанская с Южно-Казахстанской областью						
-0,06	0,03	-0,15	-0,11	-0,19	0,05	0,06

В результате анализа были получены следующие выводы:

- в северных областях за теплый период выпадает больше осадков, чем в южных, за исключением Алматинской области, что объясняется обострением фронтальных разделов при подходе к горам, особенно в переходные сезоны – весной и осенью;
- в северных областях максимум осадков наблюдается в июле, минимум – в апреле. Весной осадков выпадает меньше, чем осенью; в южных

областях – главный максимум наблюдается весной, а второстепенной – осенью; минимум осадков приходится на лето;

- временной ход осадков теплого периода в северных областях одинаков также, как он одинаков и в южных областях;
- средние квадратические отклонения в теплый период имеют такой же полугодовой ход, как и средние многолетние. Временной ход средних квадратических отклонений для северных и южных областей Казахстана в теплое время года аналогичен ходу норм: большим суммам осадков соответствуют большие значения средних квадратических отклонений;
- значения коэффициентов вариации для северных областей Казахстана близки друг другу. Временной ход коэффициентов вариации противоположен ходу норм и средних квадратических отклонений;
- коэффициенты асимметрии и эксцесса месячных сумм осадков показали, что их распределение отличается от нормального, они имеют в большинстве случаев положительную асимметрию;
- явно выраженного временного хода коэффициенты асимметрии и эксцесса не имеют;
- гистограммы распределения месячных сумм осадков в северных и южных областях Казахстана имеют чаще всего положительную асимметрию (правостороннюю);
- режим осадков в южных областях отличен от режима осадков в северных областях Казахстана и схож внутри этих территорий. Для использования в схемах прогноза их нужно нормализовать с помощью физико-статистических методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремова Н.И. Месячные количества атмосферных осадков, средние для районов Европейской территории СССР и Северного Казахстана. – Л: Гидрометиздат, 1976. – 112 с.
2. Ефремова Н.И. О точности оценки ежегодных значений месячных сумм осадков, осредненных для больших площадей. // Труды ГГО. – 1971. – Вып. 274. – С. 88-102.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М: Высшая школа, 1973. – С.60-125.
4. Леднева К.В., Мещерская А.В. Многолетние ряды месячных сумм осадков осредненных по площади, для основных сельскохозяйственных районов СССР. – Л: Гидрометеиздат, 1977. – 158 с.

5. Климат Казахстана. / Под ред. Утешева А.С. – Гидрометеиздат, 1959. – 358 с.
6. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л: Гидрометиздат, 1976. – 302 с.

Поступила 26.03.2013

А.Б. Бегалиева
Физ.-мат. ғылымд. канд. Е.В. Боголюбова

**СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ
ОРТАЛАШАЛАНҒАН АУМАҚ БОЙЫНША ОРТАША АЙЛЫҚ
ЖАУЫН-ШАШЫН МӨЛШЕРІНІҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ
СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Мақалада Солтүстік және Оңтүстік Қазақстандағы орталашаланған аумақ бойынша орташа айлық жауын – шашын мөлшерінің статистикалық сипаттамаларының өзгерістеріне талдамалар жасалынған. Солтүстіктің облыстарында жауын-шашынның максимумдары шілдеде байқалады, ал минимумы - сәуірде. Жауын-шашынның мөлшері көктемде, күзге қарағанда аз жауады; оңтүстіктің облыстарында - басты максимум көктемде байқалады, ал қосалқы - күзде; жауын-шашынның минимумы жазға келеді. Жылы кездің жауын-шашынының уақыттық жүрісі солтүстік облыстарында бірдей, сол сияқты оңтүстік облыстарында да бірегей. Жауын-шашынның айлық сомасының гистограммалары Қазақстанның солтүстік және оңтүстік облыстарында көбіне он жақты асимметрия байқалады. Жауын-шашынның режимі Қазақстанның оңтүстікгімен мен солтүстігінде әр түрлі, бірақ өз іштерінде бірегей.

УДК 551.5(574.1)

Канд. геогр. наук Б. Беку *
А.С. Нысанбаева *

**ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮГА И ЮГО-ВОСТОКА
КАЗАХСТАНА**

ПРИКЛАДНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ, БИОКЛИМАТ, БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ, ЭКВИВАЛЕНТНО-ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА, ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА, МЕТОД БОДМАНА

На основе комплексного учета метеорологических величин дается оценка ряда биоклиматических характеристик на территории юга и юго-востока Казахстана. Выявлены комфортные и дискомфортные метеорологические условия проживания человека.

Географическая среда, являясь источником существования человека, обеспечивает его теплом, светом, воздухом, водой и пищей, улучшает либо ухудшает качество жизни, способствует или мешает созданию материальных благ.

Биоклимат территории – важный природный ресурс, от состояния которого зависит комфортность ощущений и самочувствие человека. Биоклиматическая оценка выявляет медико-климатический потенциал территории для рационального использования ландшафтно-климатических условий в здравоохранении и рекреации.

Атмосферные условия оказывают влияние на жизнь людей, но роль климата при этом не проявляется так четко и размеры влияния не определяются так легко, как в случае зависимости экономики и состояния здоровья людей от погоды. Комплексный ресурсный подход к изучению режима погоды включает исследования в первую очередь продуктивности климата, а также уменьшения вреда, наносимого экономике и человеку неблагоприятными погодными воздействиями. Исследуя влияние изменений метеорологических условий на адаптационные механизмы человеческого организма, возможно решить глобальную проблему человечества – сохранение жизни и здоровья человека в условиях ухудшения среды обитания.

* Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

Биоклиматические ресурсы представлены применительно к человеку и характеризуют связь климата с его тепловым состоянием, здоровьем, особенностями рекреации и санитарно-гигиенической оценкой в естественных условиях. Поэтому для характеристики климата используются различные комплексные метеорологические показатели (температура – влажность воздуха, температура – скорость ветра, температура – атмосферное давление, влажность воздуха – атмосферное давление), отражающие тепловое состояние человека и зоны комфорта, различные для разных групп населения.

Под зоной комфорта понимают пределы метеорологических показателей, внутри которых большинство испытуемых людей отмечают тепловой комфорт. Последний определяется как комплекс метеорологических условий, при котором терморегуляторная система организма находится в состоянии наименьшего напряжения, создавая предпосылки для высокой работоспособности, а протекание всех остальных функций происходит на уровне, наиболее благоприятном для отдыха и восстановления сил организма после предшествующей нагрузки. Субкомфортные или допустимые условия – это сочетание метеорологических величин, которые могут вызвать напряжение физиологических реакций терморегуляции, невыходящее за пределы адаптационных возможностей. При этом не возникает нарушений в состоянии здоровья, не ухудшается самочувствие и не понижается работоспособность. Чувствительность к неблагоприятным условиям погоды особенно велика у больных людей и проявляется в ощущении дискомфорта, раздражительности, иногда в обострении патологических процессов [1].

Наиболее существенным по значимости вызываемых физиологических реакций является воздействие погоды и климата на тепловое состояние организма человека. Именно тепловой комфорт или дискомфорт в большей мере определяют здоровье, самочувствие человека, его работоспособность, которая заметно снижается при значительном отклонении тепловых условий от оптимума. Для оценки теплового состояния человека разработан ряд биоклиматических показателей, которые позволяют определить уровень его тепловой или холодовой нагрузки в летнее и зимнее время года.

Существуют многочисленные подходы к оценке комфортного состояния человека при воздействии на него комплекса метеорологических показателей. Наиболее часто используется эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), учитывающая комплексное влияние на человека тем-

пературы, влажности воздуха и скорости ветра. Исследования показали, что изменения ряда физиологических функций организма идут параллельно с изменением ЭЭТ. Зона комфорта по этому показателю находится в интервале 16,7...20,7 °С. Расчеты ЭЭТ выполнены по формуле А. Миссенарда [2]. Для расчета были взяты данные 10 метеостанций юга и юго-востока Казахстана, а также использовался климатический справочник, многолетних и годовых данных по выбранному региону:

$$ET = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4V^{0,75}}} - 0,29t \left(1 - \frac{f}{100} \right),$$

где ET – ЭЭТ; t – температура воздуха, °С; f – влажность, %; V – скорость ветра, м/с.

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Среднемесячные значения эквивалентно-эффективной температуры на юге и юго-востоке Казахстана, °С

Станция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Шымкент	-9,1	-6,6	-1,3	9,1	12,5	17,7	19,9	18,4	14,1	8,0	0,3	-5,6	6,4
Кызылорда	-23,4	-20,2	-9,7	3,0	12,2	14,4	19,0	16,5	9,3	-0,04	-9,7	-19,7	-0,8
Тараз	-12,0	-16,7	3,2	9,0	9,3	15,1	18,7	16,2	9,6	1,4	-8,8	-14,3	2,5
Туркестан	-11,8	-9,1	-1,5	6,9	13,6	18,6	20,0	19,2	13,2	6,5	-2,1	-8,5	5,5
Кордай	-21,6	-19,9	-13,2	-2,4	5,3	11,8	15,3	13,2	7,5	-0,5	-10,2	-19,1	-1,9
Шокпар	-18,6	-17,8	-9,6	1,6	8,8	15,3	18,1	19,2	9,8	1,9	-8,9	-15,1	0,4
Тасты	-21,5	-21,6	-9,7	4,2	12,0	18,1	19,5	17,3	11,2	1,1	-8,7	-17,1	0,4
Талдыкурган	-13,7	-12,1	-6,1	4,1	10,4	15,8	18,3	17,4	11,2	4,1	-4,9	-6,1	3,1
Алматы	-4,6	-3,9	3,1	8,21	13,1	16,5	18,6	17,5	13,5	8,0	1,8	-3,4	7,4
Казалинск	-23,6	-21,1	-11,1	3,7	12,7	18,4	21,8	18,6	12,4	2,9	-7,5	-19,5	0,7
Среднее	-16,0	-14,9	-5,6	4,7	11,0	16,2	18,9	17,4	11,2	3,3	-5,9	-12,8	2,4

Примечание: **Холодный период.** ЭЭТ < -24 °С – «угроза обморожения», -18,1 < ЭЭТ < -24 °С – «очень холодно», -18,0 < ЭЭТ < -12,1 °С – «холодно». -6,0 < ЭЭТ < -0,1 °С – «умеренно холодно» **Теплый период** (0,1 < ЭЭТ < 6 °С – «умеренно прохладно»; 6,1 < ЭЭТ < 12 °С – «прохладно»; 16,7 < ЭЭТ < 20,7 °С – «комфорт»; 20,8 < ЭЭТ < 24 °С – «жарко»; ЭЭТ ≥ 25 °С – «очень жарко»).

Как видно из данных табл. 1, эквивалентно-эффективная температура имеет хорошо выраженный годовой ход: в январе наблюдаются наименьшие значения от -23,6 (Казалинск) до -4,6 (Алматы), что характеризует зимние условия на исследуемой территории как «очень холодные» (Казалинск – -23,6 °С; Кызылорда – -23,4 °С; Кордай – -21,6 °С; Тасты – -21,5 °С; Шокпар – -18,6 °С). В декабре и феврале наблюдаются

теплоощущения «холодно». Исключением является М Алматы, для которой весь зимний период лежит в градации «умеренно холодно».

В июле наблюдаются наибольшие значения, которые на территории юга и юго-востока Казахстана меняются от 21,8 °С (Казалинск) до 15,3 °С (Кордай), что характеризует биоклиматические условия как «жарко». Летний сезон отличается большей инертностью. Когда температура окружающей среды ниже температуры поверхности тела, скорость ветра увеличивает теплотер турбулентным путем и испарением.

Важное значение в распределении всех биоклиматических показателей имеет циркуляция атмосферы, точнее ее активность и меридиональная направленность. Распределение большинства параметров носит сложный характер, диапазон их изменения указывает на принадлежность региона к континентальному климату. Территория Казахстана находится очень далеко от океана и открыта для ветров с запада и севера. Из-за этого основными свойствами климата Казахстана являются его резкая континентальность и неравномерное распределение метеорологических элементов. На крайнем юге Казахстана климат в основном континентальный. Ввиду сказанного выше, рассматриваемая территория отличается активной циркуляцией атмосферы и температурные условия характеризуется большой изменчивостью [2].

Для оценки степени комфортности также рассчитывалась эффективная температура (ЭТ), которая является характеристикой ощущения степени тепла или холода организмом человека и является эмпирической функцией температуры и относительной влажности воздуха. Эффективная температура имеет такое числовое значение, которое имела бы истинная температура неподвижного и насыщенного воздуха. Принятый здесь интервал зоны комфорта 13,5...18,0 °С. Расчет эффективной температуры (ЭТ) неподвижного воздуха производился по формуле:

$$ET = t - 0,4(t - 10) \cdot \left(1 - \frac{f}{100}\right),$$

где f – относительная влажность воздуха; t – температура воздуха, °С.

Результаты расчетов приведены на рис. 1, 2, 3, 4.

Полученные результаты показывают, что наименьшие значения ЭТ на территории юга и юго-востока Казахстана отмечались в январе: от -9,6 °С (Казалинск) до -0,5 °С (Шымкент). Пространственное распределение индекса эффективной температуры за холодный период находится в зоне «холодного дискомфорта» (-9,6 °С – Казалинск), «холодно» (Алматы

– 8,5 °С; Кызылорда – 7,7 °С; Талдыкурган – 7,6 °С). Остальные станции находятся в зоне «умеренно холодной».

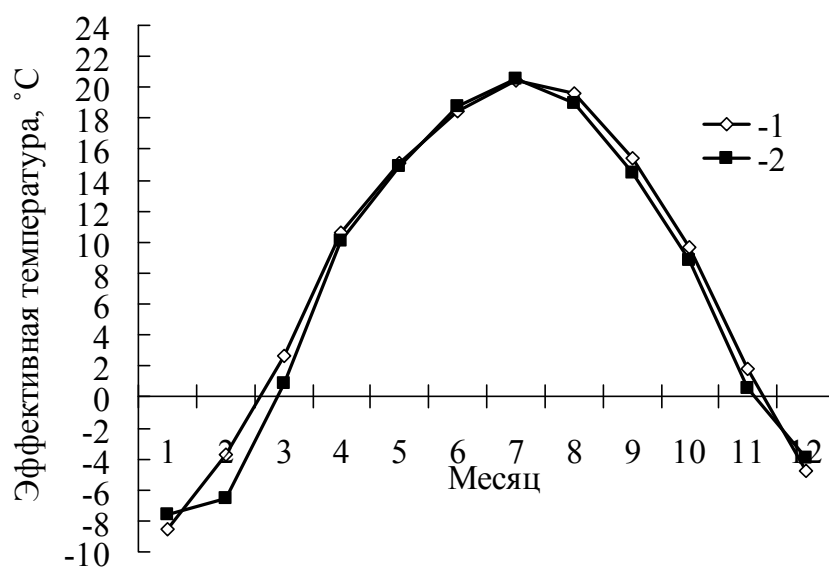


Рис. 1. Эффективная температура по Алматинской области.
1 – М Алматы, 2 – М Талдыкурган

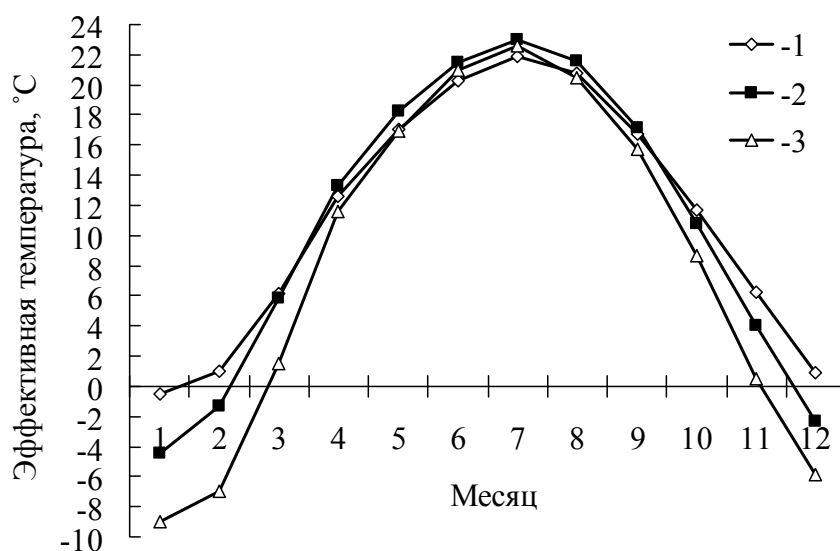


Рис. 2. Эффективная температура по Южно-Казахстанской области.
1 – М Шымкент, 2 – М Туркестан, 3 – М Тасты.

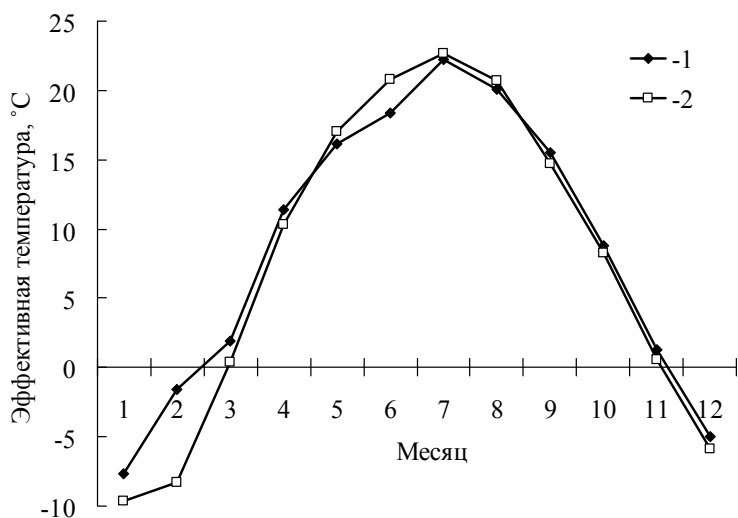


Рис. 3. Эффективная температура по Кызылординской области. 1 – М Кызылорда, 2 – М Казалинск.

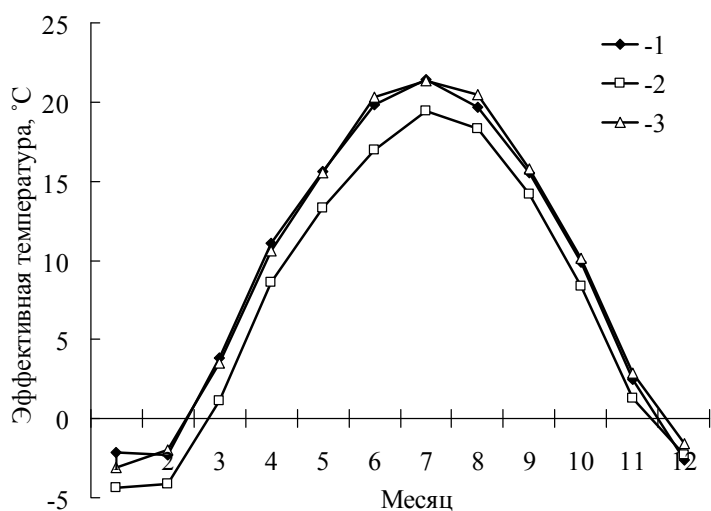


Рис. 4. Эффективная температура по Жамбылской области. 1 – М Тараз, 2 – М Кордай, 3 – М Шокпар.

Значения эффективной температуры в теплый период, наибольшие в июле от 19,4 °С (М Кордай) до 23,0 °С (М Туркестан). Это характеризует биоклиматические условия как «очень жарко» (Туркестан, Кызылорда, Шымекент, Тасты, Казалинск) и «жарко» (Тараз, Шокпар, Талдыкорган, Алматы, Кордай). Степень дискомфорта, возникающего от избытка тепла или холода, может оцениваться с помощью одного или нескольких биоме-

теорологических индексов. Если взять июнь, июль и август, то заметно, что лето на большей части территории жаркое. Комфортная погода чаще всего наблюдалась в мае, сентябре.

Для рекреационной оценки зимнего периода в данной работе использовался индекс суровости погоды по Бодману. Суровость погоды в данном случае рассматривается не как объективное свойство погоды, а как влияние её на охлаждение человека, ограничивающее пребывание его на открытом воздухе и обуславливающее потребность в одежде. Она в основном определяется низкой температурой воздуха и скоростью ветра, которые особенно влияют на охлаждение незащищенных частей тела и на органы дыхания [4].

$$S = (1 - 0,04t) \cdot (1 + 2,7V),$$

где S – индекс суровости, балл; t – температура воздуха, °С), V – скорость ветра, м/с. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Индекс Бодмана для зимних месяцев, балл

Станция	Месяц		
	1	2	12
Шымкент	1,8	1,7	1,6
Кызылорда	2,8	2,9	1,3
Тараз	2,1	1,7	1,8
Туркестан	1,9	1,7	1,7
Кордай	3,2	3,2	1,1
Шокпар	3,0	2,8	2,6
Тасты	1,5	2,5	2,3
Талдыкурган	1,9	1,9	1,5
Алматы	1,6	1,5	1,3
Казалинск	2,6	2,8	2,3
Среднее	2,2	2,1	1,8

Примечание: Согласно шкале Бодмана при $S < 1$ – зима несуровая, мягкая; 1,1...2,0 – зима малосуровая; 2,1...3,0 – умеренно суровая; 3,1...4,0 – суровая; 4,1...6,0 – жестко суровая; $S > 6,1$ – крайне суровая [2].

В январе значения индекса меняются от 1,5 (М Тасты) до 3,2 (М Кордай). М Кордай по индексу Бодмана относится к станциям с суровой зимой, это определяется ее географическим положением, «умеренно суровая» зима наблюдается в Кызылорде (2,8), Таразе (2,1), Шокпаре (3,0), Казалинске (2,6); «малосуровая» в Шымкенте (1,8), Туркестане (1,9), Тасты (1,5), Талдыкургане (1,9), Алматы (1,6).

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

Основные биоклиматические показатели на территории юга и юго-востока Казахстана характеризуются большой пространственной неоднородностью и временной изменчивостью в различные периоды года с формированием отдельных локальных очагов их значений, обусловленных процессами различного масштаба.

По ЭТ наиболее благоприятные условия наблюдаются в течение года на юго-востоке Казахстана (Алматы и Талдыкорган). Наиболее неблагоприятные биоклиматические условия определены для юго-запада Казахстана (Казалинск, Тасты и Кызылорда).

По ЭТ к категории «очень жарко», что является дискомфортной погодой относятся Туркестан, Кызылорда, Шымкент, Тасты, Казалинск, «жарко» – Тараз, Шокпар, Талдыкорган, Алматы, Кордай. Самой комфортной погодой для рассматриваемой территории являются май и сентябрь.

По индексу суровости Бодмана (S) в январе зима характеризуется как «суровая» для М Кордай; «умеренно суровая» для М Кызылорда, М Тараз, М Шокпар, М Казалинск); «малосуровая» для М Шымкент, М Туркестан, М Тасты, М Талдыкорган, М Алматы).

Благоприятными для проживания зимой являются Туркестан, Шымкент, Тараз, Алматы. Летом на станциях Шымкент, Тараз, Туркестан, Кордай высоки условия термического перегрева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев С.С. Экология человека. – Ростов н/Д.: Издатель Турова Е.А., 2007. – 248 с.
2. Исаев А.А. Экологическая климатология. – М.: Научный мир, 2001. – 458 с.
3. Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей / Под ред. К.Ш. Хайруллина. – СПб.: Гидрометеоздат, 2005. – 231 с.
4. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1981. – 86 с.

Поступила 26.03.2013

Б. Беку

Геогр. ғылымд. канд. А.С. Нысанбаева

ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОКЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНА БАҒА БЕРУ

Метеорологиялық өлшемдердің комплекстік жинағына сүйене отырып, оңтүстік және оңтүстік-шығыс Қазақстанның биоклиматтық жағдайларына баға берілді.

УДК 551.324

З.С. Усманова *

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕДНИКОВ БАСЕЙНА РЕКИ ТЕКЕС
(КИТАЙСКАЯ ЧАСТЬ БАСЕЙНА РЕКИ ИЛИ) ПО ДАННЫМ
КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА***ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ, КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ,
ПЛОЩАДЬ И ОБЪЕМ ЛЕДНИКОВ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ТИП
ЛЕДНИКА, ТЕМПЫ ДЕГРАДАЦИИ ОЛЕДЕНЕНИЯ*

Составлен Каталог оледенения бассейна реки Текес по состоянию на 2011 год по данным космических снимков. Определены морфометрические характеристики ледников и проведено дешифрирование моренных комплексов. Проведено сравнение параметров оледенения с данными первого Каталога ледников, оценены темпы деградации оледенения рассматриваемого бассейна.

Проблема водной безопасности на протяжении последних десятилетий остается одной из главных приоритетов мирового сообщества. Она особенно актуальна в аридных районах мира, в числе которых находится и территория стран Центрально-Азиатского региона. Острота проблемы здесь в значительной мере определяется тем, что главные реки региона носят трансграничный характер.

Сложность управления трансграничными водами определяется различием сопредельных стран по природным условиям, экономическому развитию, законодательству, политической ориентации, межотраслевым интересам. Это является нередко причиной возникновения напряженности межгосударственных отношений [2, 13, 14].

Примером в этом отношении является Балхаш-Алакольский бассейн, главной водной артерией которого является трансграничная река Или. Большая часть территории бассейна расположена в пределах Казахстана, но подавляющая часть годового стока реки (более 70 %) формируется на территории Китая.

* Институт географии, г. Алматы

Как и в целом в Центральной Азии, практически все возобновляемые водные ресурсы Балхаш-Алакольского бассейна формируются в горах. Подавляющая их часть (более 70 %) формируется талыми снеговыми и ледниковыми водами. При этом доля ледниковой составляющей в стоке вегетационного периода возрастает здесь до 50 %. По сути, именно ледниковый сток составляет основу сложившейся в Центрально-Азиатском регионе системы орошаемого земледелия и является гарантом относительно устойчивой экологической, водной и продовольственной безопасности стран региона [7]. В этой связи проблема оценки современных и прогнозных изменений ледниковых ресурсов приобретает особую актуальность. Для территории казахстанской части бассейна эти изменения оценены на основе сравнительного анализа унифицированных каталогов ледников Илейско-Кунгейской (Заилийско-Кунгейской) и Джунгарской ледниковых систем, составленных в Институте географии МОН РК соответственно на 6 и 4 разных лет периода с 1955/56 по 2008 гг. [13, 14, 15]. Для территории китайской части бассейна существует лишь один каталог, составленный по материалам аэрофотосъемки 1963 г. [11], данные которого не позволяют оценить упомянутые изменения. Для решения задачи в рамках тематических работ лаборатории гляциологии казахстанского Института географии составлен новый каталог ледников для одной из пяти составляющих реки Или – реки Текес (Сев. Тянь-Шань, Китай).

Территория китайской части бассейна реки р. Или складывается из 5 бассейнов ее основных притоков: Хоргос, Каш, Кюнес, Коксу и Текес. Вследствие того, что почти все хребты западной части Восточного Тянь-Шаня ориентированы субширотно, главные долины основных рек бассейна полностью или частично приурочены к понижениям между ними. К типично продольным долинам можно отнести долины рек Каш и Кюнес, верховья реки Кексу, среднюю часть реки Текес, а также верховья реки Или.

Река Текес, исток которой принято считать началом р. Или, берет начало на территории Казахстана. В пределах Китая большая часть долины реки приурочена к понижению между хребтами Кетмень и Нарат. Хребет Кетмень на севере отделяет долину р. Текес от долины р. Или и имеет максимальную высоту 3745 м. Он полностью лишен оледенения. Притоки, берущие начало на склонах хребта маловодны и имеют, преимущественно, снежно-дождевой тип питания. Основное питание р. Текес получает за счет правых притоков, берущих начала с ледников хребтов Нарат и Халыктау.

Верховья крупнейших притоков р. Текес – Агияз и Кексу – расположены между сблизившимися хребтами Халыктау и Нарат. Закрытые на востоке поперечными водораздельными хребтами и обращенные на запад и северо-запад, их бассейны представляют собой своего рода орографические ловушки для влагоносных воздушных масс с запада. Такая ориентация долин типична для западного района Восточного Тянь-Шаня и способствует увеличению атмосферных осадков, создавая тем самым благоприятные условия для существования ледников. К долинам подобного типа относятся также долины рек Большой Джиралан (приток р. Текес), Каш и Кюнес. После слияния рек Каш и Текес река получает название Или [5, 10].

Изучение состояния и динамики ледникового покрова в бассейне р. Текес основано на анализе данных дистанционного зондирования. Для исследования и каталогизации ледниковых систем исходный материал обрабатывался с помощью ГИС-программ: MapInfo и ArcGIS.

Для получения истинных данных о ледниковых системах важно качество и сезон съемки. Дополнительные трудности отбора космических снимков для исследуемой территории вызываются возможностью дешифрирования ледников лишь в период максимальной абляции, т.е. с конца августа до начала сентября каждого года. Проблемой становится и отбор снимков с наименьшим количеством облачного покрова. По характеристикам, предъявляемым к космоснимкам, рабочими считаются снимки с облачным покровом до 25 %. К сожалению, чаще всего облачный покров распространен над высокими частями гор и закрывает ледниковые системы. В этом отношении космические снимки Landsat 7 ETM+ являются наиболее подходящими для дешифрирования, поскольку путем выбора каналов можно избавиться от «засорения» снимка облачностью. В архиве данных Landsat было найдено совсем немного снимков, удовлетворяющих этим требованиям [1, 3].

Новый каталог ледников по состоянию на 2011 г. составлен на основе обработки космических снимков Landsat 7 ETM+ и ASTER с наземным разрешением 30 и 15 м, с привязкой к системе координат WGS84. Для вычисления статистических характеристик рельефа и определения морфологических типов ледников использовались топографические карты и цифровые модели рельефа ASTER GDEM в географической системе координат (широта/долгота) и разрешением 1 угловая секунда (примерно 30 м) [12].

При составлении ГИС-карт оледенения бассейна р. Текес использовались следующие космические снимки: Landsat 7 ETM + с наземным раз-

решением 30 м и 15 м (даты съемки 07.08.2009, 04.08.2011, 05.09.2011, 12.09.2011, 13.09.2011, 20.09.2011.); ASTER с наземным разрешением 15 м (дата съемки 06.08.2006, 17.08.2010, 06.08.2011). Также использовались топографические карты разных масштабов. Динамика оледенения изучаемого района, получена путем сравнения данных с материалами каталога ледников Китая, составленного по материалам аэрофотосъемки 1963 г. [11].

Векторизация контуров ледников выполнена вручную по растровой подложке. Сопоставление контуров ледников за разные даты съемки исследуемой территории позволило надежно определить границы ледников. Помимо картографирования границ ледников и определения их морфометрических характеристик проведено также дешифрирование моренных комплексов, имеющих отчетливые дешифровочные признаки (светлый тон окраски и как следствие хорошую выраженность в рельефе) [4].

Методика расчета объема ледников внутриконтинентальных ледниковых систем построена на зависимости между средней толщиной и площадью ледника [11]. В первом приближении объем погребенного льда у ледников вычисляется по зависимости между площадью открытого и погребенного льда с введением коэффициента перевода средней толщины открытой части ледника в толщину «мертвого» погребенного льда. Расчеты объемов погребенного льда следует считать ориентировочными, так как достаточно точно определить площади погребенного льда пока не возможно [9]. Морфологический тип и экспозиция ледников определялись согласно классификации, рекомендованной «Руководством по составлению Каталога ледников СССР» [6].

В бассейне р. Текес в 2011 г было зарегистрировано 947 ледников (рис. 1). Общая площадь открытой части всех ледников составляет $697,35 \text{ км}^2$, объем льда – $46,19 \text{ км}^3$, площадь морен – $394,98 \text{ км}^2$, объем погребенного льда – $8,96 \text{ км}^3$. Для сравнения в Каталоге [11] по состоянию на 1963 г. зафиксировано 816 ледников с общей площадью открытой части $1027,58 \text{ км}^2$ и объемом льда $85,35 \text{ км}^3$. За 48 лет оледенение бассейна р. Текес сократилось на $330,23 \text{ км}^2$ (на 32,1 %), теряя в год по $6,9 \text{ км}^2$ (по 0,67 %) своей площади. Объем льда открытых частей ледников за исследуемый период уменьшился на 45,9 % (0,96 % в год).

Увеличение количества ледников в бассейнах происходит за счет того, что в процессе деградации крупные ледники распадаются на более мелкие, часто другого морфологического типа (как правило, в сторону упрощения) [4].

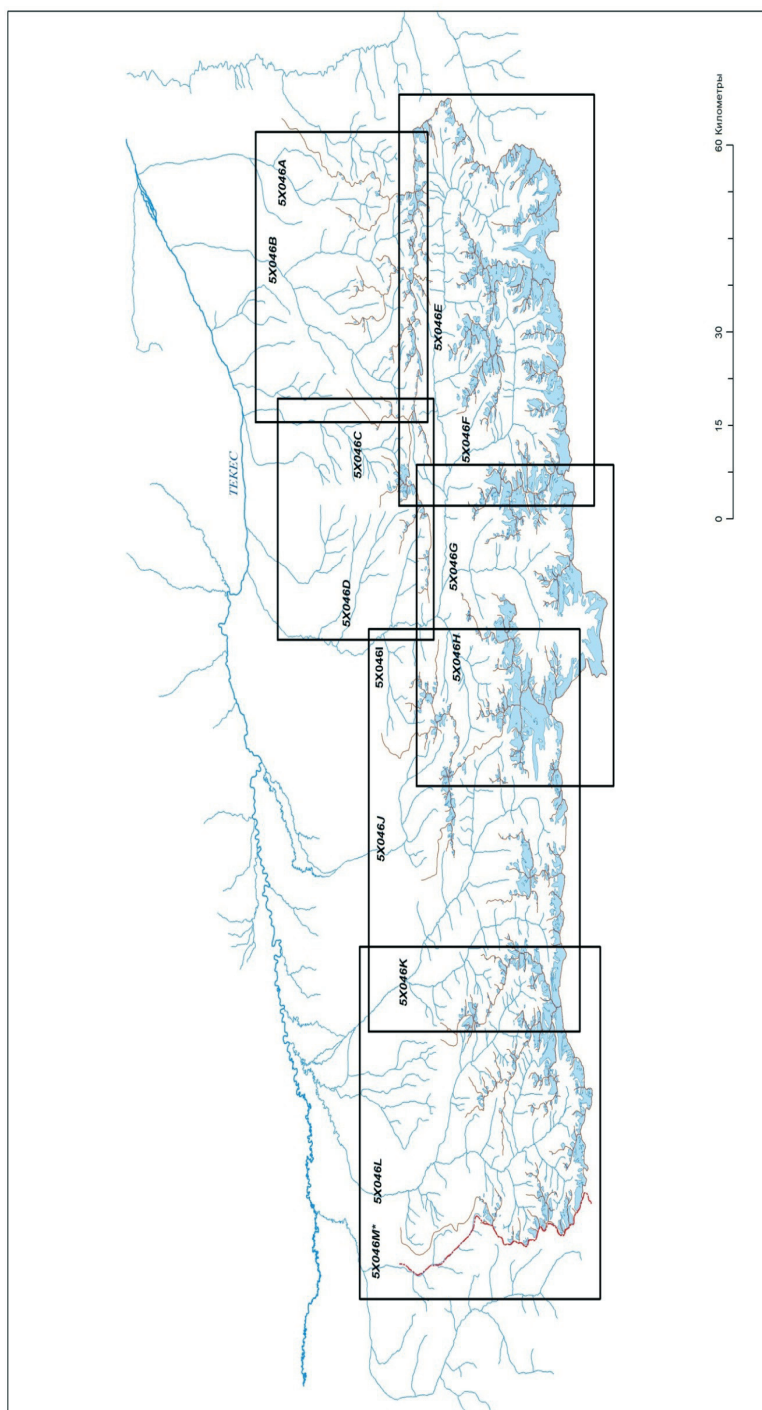


Рис. 1. Схема расположения ледников в бассейне реки Текес.

Это в конечном итоге приводит к существенному сокращению суммарного объема ледников бассейна. Картографирование на основе снимков разрешением 15 м позволило выявить ледники площадью менее 1 км² (преимущественно висячие), которые возможно не были учтены ранее.

Более 36 % суммарной площади оледенения (в процентном отношении к общей площади открытой части ледников) бассейна р. Текес приходится на долинные ледники, 22,9 % – на каровые, 18,6 % – на карово-долинные, 12,5 % – на висячие, 5,3 % – на висячие каровые, и 3,9 % – на шлейфовые. Ледники кулуаров составляют 0,1 %, склоновые, карово-висячие и ледники плоских вершин – по 0,2 % суммарной площади оледенения бассейна (рис. 2).

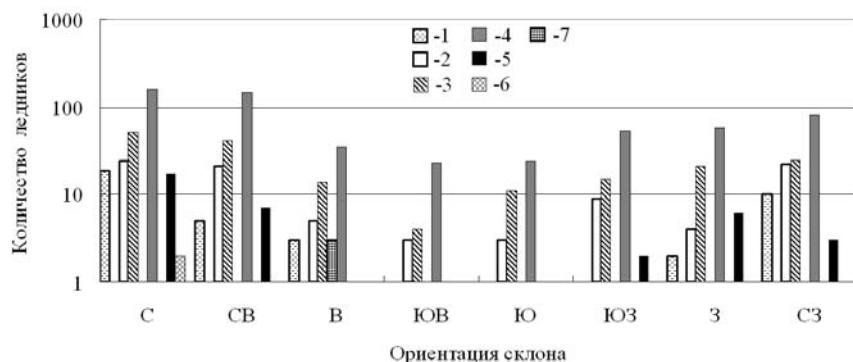


Рис. 2. Распределение ледников по морфологическому типу в бассейне реки Текес. 1 – карово-долинные, 2 – висячие каровые, 3 – каровые, 4 – висячие, 5 – долинные, 6 – склоновые, 7 – карово-висячие.

Значительную часть площади суммарного оледенения в рассматриваемом бассейне занимают ледники площадью 2,0...5,0 км² – 22,4 % (155,83 км²). На ледники площадью 5,0...10,0 км² и 10,0...30,0 км² приходится 21,2 % и 18,7 % площади общего оледенения соответственно.

В исследуемом районе количественно преобладают ледники размером до 1 км (67,2 %). Большую часть площади занимают ледники размером 2,0...5,0 км (299,19 км²).

На ледники размером 5,0...15,0 км приходится 23,1 % от общей площади оледенения. Средняя площадь ледников в бассейне реки составила 0,74 км² (табл. 1 и 2).

Подавляющая часть суммарной площади оледенения (72,4 %) приходится на ледники северной четверти ориентации склонов (СЗ, С, СВ), 18,1 % на ледники В и З ориентации и лишь 9,5 % составляют ледники южной ориентации склонов.

При этом чисто южную ориентацию имеют лишь 2,5 % ледников. Увеличилось количество ледников С, СВ и ЮЗ ориентации.

Таблица 1

Распределение суммарного оледенения в зависимости от размера ледников в бассейне р. Текес

Длина, км	Количество ледников		Площадь открытой части ледников		Объем льда		Средняя площадь, км ²
	общее	%	км ²	%	км ³	%	
≤ 0,5	340	35,90	20,99	3,01	0,25	0,54	0,06
0,5...1,0	296	31,26	67,49	9,68	1,45	3,13	0,23
1,1...2,0	209	22,07	148,41	21,28	5,81	12,57	0,71
2,1...5,0	89	9,40	299,19	42,90	21,30	46,11	3,36
5,1...10,0	11	1,16	116,17	16,66	11,74	25,41	10,56
10,1...15,0	2	0,21	45,10	6,47	5,65	12,24	22,55
Всего	947	100	697,35	100	46,19	100	0,74

Таблица 2

Распределение суммарного оледенения в зависимости от площади ледников в бассейне р. Текес

Площадь, км	Количество ледников		Площадь открытой части ледников		Объем льда		Средняя площадь, км ²
	общее	%	км ²	%	км ³	%	
≤ 0,5	703	74,23	108,58	15,57	2,15	4,66	0,15
0,51...1,0	111	11,72	76,38	10,95	2,69	5,83	0,69
1,01...2,0	56	5,91	78,60	11,27	3,75	8,12	1,40
2,01...5,0	48	5,07	155,83	22,35	10,19	22,05	3,25
5,01...10,0	21	2,22	147,47	21,15	12,50	27,06	7,02
10,01...15,0	3	0,32	32,85	4,71	3,21	6,96	10,95
15,01...20,00	3	0,32	48,46	6,95	5,40	11,69	16,15
20,01...30,00	2	0,21	49,17	7,05	6,30	13,63	24,59
Всего	947	100	697,35	100	46,19	100	0,74

Вследствие распада ряда ледников на фрагменты за период с 1963 по 2011 г. увеличилось количество висячих, каровых и долинных ледников. В целом за исследуемый период полностью исчезло 129 ледников, суммарной площадью 24,5 км² и объемом 0,64 км³ (табл. 3).

Большинство исчезнувших ледников по морфологическому типу относились к висячим, и располагались на склонах северной, северо-восточной, юго-западной и западной ориентации.

Таблица 3

Морфологический тип и экспозиция исчезнувших ледников в бассейне р. Текес

Морфологический тип ледника	Экспозиция								Общее количество	Площадь, км ²	Объем льда, км ³	Средняя площадь, км ²	Максимальная площадь, км ²
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ					
Висячий каровый	1	3	-	1	-	3	1	-	9	3,87	0,1192	0,43	0,610
Каровый	1	-	1	-	-	-	-	2	4	5,23	0,2693	1,31	2,950
Висячий	18	17	14	10	13	14	15	12	113	14,0	0,2172	0,12	0,380
Склоновый	-	-	-	-	1	-	1	1	3	1,39	0,0342	0,46	0,520
Всего	20	20	15	11	14	17	17	15	129	24,5	0,6399	0,19	2,950

Суммарная площадь и объем возможно не учтенных ранее ледников составили 9,34 км² и 0,18 км³ для бассейна р. Текес, большинство из которых по морфологическому типу относятся к висячим. За 48 лет в бассейне распалось 124 ледника, но на их месте образовалось 304 ледника, часто другого морфологического типа и в ряде случаев иной экспозиции. Суммарная площадь распавшихся ледников уменьшилась с 592,69 км² до 406,90 км² (на 31 %), а объем с 62,71 км³ до 32,21 км³ (на 49 %).

Большая часть распавшихся ледников по морфологическому типу относились к каровым, карово-долинным, долинным и висячим каровым, с преобладанием северной и северо-восточной экспозиции.

Темпы деградации оледенения исследуемого бассейна сопоставимы с деградацией других основных притоков китайской части бассейна р. Или (Кюнес, Хоргос, Коксу и Каш) и казахстанской части бассейна р. Или [8].

Полученные данные в дальнейших работах могут быть откорректированы по мере получения космических снимков более высокого разрешения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананичева М.Д., Капустин Г.А. Оценка изменений ледников гор Быр-ранга по космическим снимкам и Каталогу ледников СССР. // Лед и снег. – 2010. – № 3. – С. 19-26.
2. Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика / Под редакцией А.Р. Медеу – Алматы, 2008. – 936 с.
3. Кокарев А.Л. Мониторинг гляциального пояса северного склона Илейского Алатау с использованием космической информации и ГИС // Вестник КазНУ. – Сер. географ. – № 2. – 2009. – С. 20-27.
4. Кокарев А.Л., Шестерова И.Н. Изменение ледниковых систем северного склона Заилийского Алатау во второй половине XX и начале XXI вв. // Лед и снег. – 2011. – № 4. – С. 39-46.
5. Оледенение Тянь-Шаня / Под ред. М.Б. Дюргерова – М.: 1995. – 237 с.
6. Руководство по составлению Каталога ледников СССР. – ГИМИЗ, 1966. – 154 с.
7. Северский И.В., Шестерова И.Н. Влияние деградации горного оледенения на гидрологический режим и водные ресурсы. // Вопросы географии и геоэкологии. – 2011. – № 4. – С. 9-16.

8. Северский И.В., Вилесов Е.Н., Кокарев А.Л., Шестерова И.Н., Морозова В.И, Когутенко Л.В., Усманова З.С. Ледниковые системы Балкаш-Алакольского бассейна: состояние, современные изменения. // Вопросы географии и геоэкологии. – 2012. – № 2. – С. 31 – 40.
9. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под редакцией Т.К. Кудекова – Алматы: Каганат, 2002. – 388 с.
10. Шестерова И.Н. Оценка снежно-ледовых ресурсов китайской части бассейна реки Или: Автореф. дисс... канд. геогр. наук / Институт географии. – Алматы, 2004. – 27 с.
11. Glacier inventory of China. III. Tianshan mountains (Ili river drainage basin) 1986. China. Science Press. – 146 p.
12. Kääb, A., Huggel, C., Paul F., et al. Glacier Monitoring from ASTER Imagery: Accuracy and Applications //EARSel eProceedings №2, 2002, – p. 43- 53.
13. Kotlyakov V.M., Severskiy I.V. Glaciers of Central Asia: current situation, changes and possible impact on wather resources // Assessment of Snow, Glacier and Water Resources in Asia, Heft 8, Koblenz, 2009. – P. 160-177.
14. Severskiy I. Current and projected changes pf glaciation in Central Asia and their problem impact on wather resourcses // Assessment of Snow, Glacier and Water Resources in Asia, Heft 8, Koblenz, 2009. – P. 99-111.
15. Severskiy I.V., Kokarev A.L., Severskiy S.I., Tokmagambetov T.G., Shagarova L.V., Shesterova I.N. Contemporary and prognostic changes of glaciation in Balkhash Lake basin. - Almaty, 2006. – 68 p.

Поступила 18.02.2013

З.С. Усманова

**ҒАРЫШТЫҚ ДЕРЕКТЕР БОЙЫНША (ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ
ҚЫТАЙЛЫҚ БӨЛІГІН) ТЕКЕС ӨЗЕНІНДЕГІ МҰЗДЫҚТАР
БАССЕЙІНІН БАҒАЛАУ**

Ғарыштық түсірімдердің деректерімен 2011 жылғы жағдайы бойынша Текес өзені бассейнінің мұзбасу каталогы жасалды. Мореналық кешендерге айқындау жасалды және мұздықтардың морфометриялық сипаттары анықталды. Алғашқы каталог деректерлерімен мұзбасу параметрлеріне салыстыру жасалды, қаралатын бассейндегі мұзбасу деградациясының қарқыны бағаланды.

УДК 556.18.004.14

Канд. техн. наук	С.П. Шиварева *
Канд. техн. наук	В.И. Ли *
Канд. геогр. наук	В.В. Голубцов *

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ С УЧЕТОМ
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**

УРОВЕНЬ МОРЯ, РЕЧНОЙ СТОК, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КЛИМАТ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

В настоящее время уровень Каспийского моря достиг отметки минус 27 м. Для оценки возможного изменения уровня моря проведена серия численных экспериментов. Моделирование проводилось с использованием водобалансовой модели, двух сценариев изменения климата А2 и В2 и двух вариантов расчёта суммарного притока в море. Из приведенных результатов моделирования оба варианта не сильно отличаются друг от друга. В перспективе уровень Каспийского моря не будет превышать отметку минус 25,4 м абс. и не будет снижаться ниже отметки минус 27 м абс.

Моделирование осуществлялось с использованием водно-балансовой модели с целью оценки уровня моря на перспективу в условиях хозяйственной деятельности и изменяющегося климата. Модель позволяет рассчитывать уровни моря по стоку в водоем с учетом его изменений за счет возможных колебаний климата и водопотребления в бассейне при различных значениях эффективного испарения (испарение минус осадки) и поступления воды в залив Кара-Богаз-Гол [9, 15]. Расчет уровней водоема в этой модели производится методом последовательных приближений.

При выполнении водно-балансовых расчетов в качестве основной информации использовались сведения об уровне моря, притока воды в море, полученные путем непосредственных наблюдений. При этом уровень моря рассчитывался как среднее по данным станций Баку, Махачкала, Туркменбаши (Красноводск) и Форт Шевченко.

* Казгидромет, г. Алматы

Гидрологический режим, водный баланс и уровень Каспийского моря тесно связаны с поверхностным стоком в пределах его бассейна. В Каспийское море впадает около 160 рек, но основной объем стока приносят в море реки: Волга (до 80 %), Урал (около 5 %), Терек, Сулак, Самур (в сумме до 5 %), Кура (около 6 %). Сток рек иранского побережья, малых рек Кавказа и прочих составляет 4...5 %. Среднемноголетний годовой сток рек в море составляет около 300 км³ воды.

С конца 30-х годов 20-го века Волга начала использоваться как источник гидроэнергии. В настоящее время в бассейне Волги сосредоточено около 45 % промышленного и примерно 50 % сельскохозяйственного производства Российской Федерации (РФ). На реке построено 9 водохранилищ с гидроэлектростанциями. Начиная с 1950-х годов, началось заполнение крупнейших водохранилищ Волжско-Камского каскада, в результате за счет снижения стока Волги резко уменьшился её приток в Каспийское море. К концу 1980-х годов уменьшение притока в море за счет хозяйственной деятельности составляло уже около 40 км³/год, или 13 % нормы суммарного притока. Если с 1956 по 1975 гг. основным фактором хозяйственной деятельности, способствующим наибольшему уменьшению притока в море, были сооружение и эксплуатация водохранилищ, то уже в 1980-е годы ведущая роль принадлежала затратам воды на нужды орошения [13], затем эти затраты резко уменьшились. В бассейне Волги в 1996 г. по сравнению со средними показателями за 1986...1990 гг. они уменьшились на 21 %.

Восстановление естественного стока р. Волги в створе г. Волгоград, начиная с 1960 г., производилось путем прибавления к наблюдаемому (бытовому) стоку величины суммарного водозабора воды на хозяйственные нужды в ее бассейне за каждый год.

На рис. 1 приведена совмещенная разностная интегральная кривая восстановленных естественных и наблюдаемых (бытовых) расходов воды р. Волга – г. Волгоград, за период 1901...2010 гг., где более наглядно видна антропогенная нагрузка на речной сток рассматриваемого бассейна.

Потери воды в низовье р. Волги являются необходимым элементом при расчёте водного баланса Каспийского моря. Они состоят из потерь воды при перемещении стока по руслу на участке длиной 430 км от г. Волгограда до с. Верхнее Лебяжье и потерь воды в дельте [4]. Большинство расчетных выражений для определения величины потерь на указанном участке и в дельте реки основаны на логических построениях и прикидочных расчетах. Наиболее

обоснованными являются расчеты ежегодных потерь в низовье р. Волги, основанные на определении площадей увлажненных и покрытых водой поверхностей поймы и дельты в различные годы и испарения с водной поверхности и водной растительности с учетом выпавших атмосферных осадков.

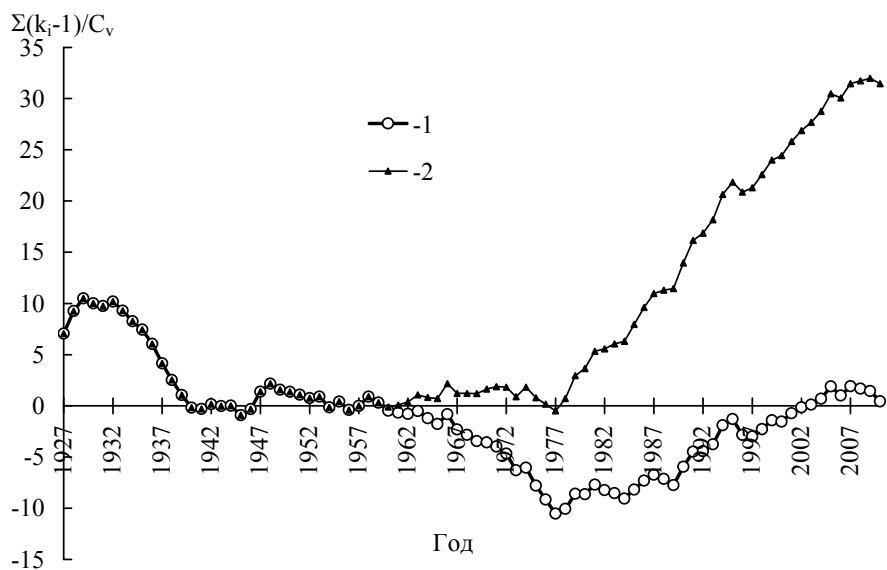


Рис. 1. Совмещенная разностная интегральная кривая 1 – наблюдаемого (бытового) и 2 – естественного (восстановленного) стока р. Волга – г. Волгоград за период 1927...2010 гг.

Такая работа была выполнена в Государственном гидрологическом институте (ГГИ – г. Санкт Петербург) Шикломановым И.А. и Кожевниковым В.П., в которой впервые были определены потери в низовьях р. Волги за 1936...1970 гг. [14]. Значительно позже аналогичная работа была выполнена Голубевым В.С. и Цыценко К.В. за 1952...1990 гг. [8]. При определении потерь в низовье Волги в указанных работах были использованы результаты непосредственных наблюдений за испарением в пойме и дельте реки. Эти данные были использованы нами для оценки изменения стока в низовье р. Волги. Проведенные исследования показали, что основными факторами, определяющими изменение стока в пойме реки, являются: объем воды р. Волги в створе г. Волгоград и характеристика неравномерности его распределения внутри года. В качестве характеристики неравномерности распределения стока внутри года использован коэффициент вариации C_v месячных значений стока [2].

Математические выражения для определения изменений стока в дельте р. Волги имеют вид:

$$\Delta V_{\Pi} = \frac{0,02V_E}{2,5 - C_v} \quad (1)$$

и

$$\Delta V_D = \frac{0,003WV_E}{2 - C_v}, \quad (2)$$

где ΔV_{Π} – изменение стока в пойме на участке г. Волгоград – с. Верхнее Лебяжье, км³/год; ΔV_D – изменение стока в дельте, км³/год; W – площадь дельты, 10³ км²; V_E – объем годового стока р. Волги у г. Волгограда, км³/год; C_v – коэффициент вариации месячного стока у г. Волгограда за отдельные годы.

Несмотря на значительные различия в оценке границ и размеров дельты, удалось установить зависимость ее площади от уровня моря [4]:

$$W = \frac{20}{1 + \exp[0,67(Z + 35) - 5,97]}, \quad (3)$$

где W – площадь дельты р. Волги, 10³ км²; Z – уровень моря, м.

Подставив в выражение (2) значение W из уравнения (1), получим:

$$\Delta V_D = \frac{0,06V_E}{(2 - C_v)\{1 + \exp[0,67(Z + 35) - 5,97]\}}. \quad (4)$$

Сток из дельты р. Волги в Каспийское море может быть определен по выражению:

$$V_D = V_E - \Delta V_{\Pi} - \Delta V_D, \quad (5)$$

где V_D – сток из дельты р. Волга в Каспийское море, км³/год.

Река Урал берет начало на Южном Урале (хребет Уралтау) на территории РФ. Река протекает по территории России (Башкортостан, Челябинская и Оренбургская области), Казахстана (Западно-Казахстанская и Атырауская области) и впадает в Каспийское море.

Сток р. Урал, поступающий в Каспийское море, измеряется в створе г. Атырау (г. Гурьев). Восстановление естественного стока р. Урал в створе г. Атырау производилось с помощью зависимости его значений от стока р. Урал в створе с. Махамбет за период 1936...1956 гг..

До конца 1920-х годов сток Урала в Каспий осуществлялся по двум основным рукавам дельты (Яик и Урал) и их многочисленным боковым ответвлениям (ерикам). Свободный выход воды в море, небольшие размеры самой дельты и короткий период ее заливания (не более месяца в

многоводные годы) не способствовали формированию здесь сколько-нибудь ощутимых затрат стока. Понижение уровня моря и увеличение водозабора из Урала обусловили заметное понижение уровня воды в дельте, которое привело к сосредоточению стока в главных рукавах и отмиранию боковых ериков — они стали тупиковыми. В устьевой области р. Урал формируются значительные объемы потерь стока, которые заметно уменьшают приток в Каспийское море. Их образование происходит под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов [7]. Согласно [7], за 1936...1990 гг. потери в дельте составили около $0,4 \text{ км}^3/\text{год}$.

Учет стока р. Урал в море тесно связан с оценкой его потерь в низовье реки. Потери стока непосредственно в дельте до недавнего времени не определялись. В 1950...1960 гг. антропогенные потери стока в устьевой области Урала не превышали 20 % его суммарного объема [15]. В последующем, влияние хозяйственной деятельности возросло, и с середины 1970-х годов потери здесь зависели, в основном, от водозабора на орошение и водоснабжение [13]. На транзитном участке от с. Кушум до с. Махамбет за период 1961...2005 гг. уменьшение стока составило $0,97 \text{ км}^3/\text{год}$. На участке Махамбет – Атырау за этот же период потери стока составили $0,45 \text{ км}^3/\text{год}$.

Интенсивное расширение орошаемого земледелия на районы, прилегающие к Каспийскому морю (в пределах республик СССР), продолжалось примерно до конца 1970-х – начала 1980-х годов прошлого столетия, затем темпы его резко замедлились. С распадом СССР и затяжным социально-экономическим кризисом водопотребление в хозяйственных целях стало снижаться. В бассейне Волги в 1996 г. по сравнению со средними показателями за 1986...1990 гг. оно уменьшилось на 21 %, в бассейне Сулака – на 26 %, а в бассейне Терека – на 40 %. Водопотребление из рек побережья Ирана оставалось устойчивым [13].

Суммарное поступление поверхностных вод в Каспийское море складывается из стока рек Волга, Урал, рек Кавказского побережья (Кура, Терек, Сулак и Самур), стока рек Иранского побережья и Междуречья западного берега моря. Из площади бассейна Каспийского моря, равной примерно 3 млн. км^2 , речной сток поступает с водосборной площади около 2 млн. км^2 .

Наиболее длительные наблюдения за стоком на гидропостах имеются по рекам: Волга, Урал и некоторым рекам Кавказского побережья. По оценкам, выполненным в ГГИ [7], суммарный приток в низовья каспийских рек за период 1936...1996 гг. составил в среднем $302 \text{ км}^3/\text{год}$;

сток в море составил 277 км³/год. Из этого значения на долю Волги приходится 83 %, а на долю Куры – 6 %. Реки побережья Ирана доносят до моря 10,7 км³/год, или около 4 %. Суммарный сток рек Волга и Урал составляет 85,2 %, доля рек Кавказского побережья – более 10 %, около 4 % – составляют реки побережья Ирана, а реки Междуречья западного берега – 0,4 % (табл. 1).

Таблица 1
Распределение суммарного стока в море, в % (по данным ГГИ)

Река	Приток из зоны формирования, км ³	Потери в нижнем течении		Приток в море	
		км ³	%	км ³	доля, в %
Волга	242	13,7	5,7	229	82,6
Урал	8,7	1,5	17,1	7,2	2,60
Терек	9,1	2,4	25,8	6,8	2,45
Сулак	5,5	1,3	24,2	4,2	1,51
Самур	2,0	0,3	15,1	1,7	0,61
Кура*	16,0	0,4	2,7	16,6	5,98
Побережье Ирана	16,1	5,4	33,4	10,7	3,86
Междуречье западного берега	2,3	1,1	47,8	1,2	0,43
Всего	302	26,1	8,6	277,4	100,0

Примечание: * Для Куры расчет по створу г. Сальяны, приток в море с учетом коллекторов (1,3 км³/год).

Что же касается непосредственного учета стока в море, то регулярные его измерения в устьях либо совсем отсутствуют (Волга, Самур), либо имеются только за непродолжительный период (Урал, Кура, Сулак) и не по всем водотокам дельт (Терек). В связи с удаленностью гидростворов, непродолжительностью наблюдений на них возникла необходимость применения расчетных методов для оценки стока и его потерь не только в дельтах, но и в пределах придельтовых участков.

За период с 1880 по 1993 гг. для оценки притока воды в море использовались данные ГГИ, с 1994 по 2009 гг. – данные Лаборатории изучения морей Государственного океанографического института (ГОИН), опубликованные в Гидрологических Ежегодниках и статьях отдельных авторов (табл. 2) [3, 6, 7, 8, 10, 14].

Наибольший вклад в суммарный приток дает р. Волга. В среднем за период 1880...1996 гг. на долю Волги приходилось 83 % общего притока. Следует отметить, что относительный вклад Волги в приток к морю увеличился от 83 % в первой половине столетия до 85 % в 1980...1990-е годы [13].

Таблица 2

Суммарный приток поверхностных и подземных вод в Каспийское море

Год	Приток в море, км ³ /год	Год	Приток в море, км ³ /год	Год	Приток в море, км ³ /год
1880	328	1925	291	1970	303
1885	294	1930	254	1975	181
1890	259	1935	235	1980	283
1895	357	1940	242	1985	328
1900	303	1945	250	1990	368
1905	304	1950	269	1995	322
1910	206	1955	293	2000	297
1915	356	1960	238	2005	338
1920	240	1965	257	2010	267

Это связано, прежде всего, с тем, что в бассейнах рек западного и иранского побережья относительное влияние хозяйственной деятельности на их годовой сток в течение рассматриваемого периода времени было выше, чем в бассейне Волги. С 2001 г. для оценки стока использованы данные за стоком Волги в створе с. Верхнее Лебяжье, состоящие из стока Волги в основном ее русле, Волго-Ахтубинской пойме и рукаве Ахтуба.

Для оценки стока р. Урал в море использованы данные в створе с. Кушум и г. Атырау. В устьевой области р. Урал формируются значительные объемы потерь стока, которые заметно уменьшают приток в Каспийское море. Их образование происходит под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов.

Потери стока в устьевой области р. Урал по оценкам ГГИ, полученным по зависимостям между расходами воды в створах Махамбет (Тополи) – Атырау, Атырау – устья рукавов за период 1936...1996 гг. составили 1,5 км³/год. По выполненным нами расчетам за период 1980...2009 гг. они увеличились и составили 2,55 км³/год.

Согласно исследованиям Г.Ю. Фатуллаева водные ресурсы рек северо-восточного склона Кавказа составляют 0,9 км³/год [12]. Потери их стока происходят за счет естественной фильтрации и водозабора на хозяйственные нужды. По расчетам азербайджанских ученых [1], затраты стока здесь составляют около 60 % водных ресурсов (0,54 км³/год), а приток в море равен 0,36 км³/год. В Ленкорани, по данным [12], из 1 км³/год ресурсов поверхностных вод, моря достигает примерно 0,65 км³/год.

Потери стока в устьевых областях водотоков по оценкам составляют 26 км³/год, или примерно 9 % суммарного стока, поступившего в эти

районы. В низовьях Волги расходуется 53 % всех затрат поверхностных вод, а в дельтовых равнинах Ирана – 17 %.

Так как наблюдения за стоком рек Кавказа носят эпизодический характер или имеются периоды с отсутствием наблюдений, а за последний период их получить достаточно сложно, возникла необходимость определения суммарного поступления стока в море по данным на основе использования суммарного стока рек Волга и Урал. Сток рек Кавказского и Иранского побережий, а также Междуречья западного берега рассчитан на основе суммарного стока рек Волги и Урала.

На основании соотношений притока в море различных рек приведенных выше, были получены уравнения для определения суммарного стока рек Кавказского побережья моря (W_K) за период 2001...2010 гг.:

$$W_K = 0,105 \cdot \left(\frac{1,0}{0,876} \right) \cdot (W_B + W_V), \quad (6)$$

где W_B – сток р. Волги, км³/год; W_V – сток р. Урал, км³/год.

Суммарный сток рек Иранского (W_{II}) побережья может быть определен с помощью следующего уравнения:

$$W_{II} = 0,032 \cdot \left(\frac{1,0}{0,876} \right) \cdot (W_B + W_V). \quad (7)$$

Общий сток рек междуречья западного берега ($W_{ЗБ}$) может быть определен с помощью следующего уравнения:

$$W_{ЗБ} = 0,0046 \cdot \left(\frac{1,0}{0,876} \right) \cdot (W_B + W_V). \quad (8)$$

В этих условиях сток р. Урал в море может быть принят равным 2,6 %, сток рек Кавказского побережья – 9,2 %, сток Иранского побережья – 2,8 %, сток Междуречья западного берега – 0,4 %.

В табл. 3 приведены данные по стоку рек, впадающих в Каспийское море, с учетом притока подземных вод в размере 4 км³/год за 2001...2010 гг.

Сопоставление средних значений суммарного притока в море, приведенных в табл. 3 с данными ГОИН за 2001...2009 гг. показывает, что они составляют соответственно 301 км³/год и 298 км³/год. Это указывает на то, что приведенная расчетная схема может быть использована при оценке притока в море на ближайшую перспективу.

Поступление речных и подземных вод в Каспийское море за
2001...2010 гг., км³/год

Год	Река		Сток Кавказских рек	Сток Иранских рек	Сток рек Западного берега	Подземный сток в море	Суммарный сток в море
	Волга	Урал					
2001	273	9,15	33,8	10,3	1,48	4,00	332
2002	254	11,3	31,8	9,69	1,39	4,00	312
2003	243	8,00	30,1	9,19	1,32	4,00	296
2004	255	8,60	31,6	9,64	1,39	4,00	311
2005	280	8,69	34,7	10,6	1,52	4,00	340
2006	200	2,28	24,2	7,37	1,06	4,00	238
2007	276	7,12	34,0	10,4	1,49	4,00	333
2008	228	4,61	27,9	8,50	1,22	4,00	274
2009	228	5,75	28,0	8,53	1,23	4,00	275
2010	194	5,03	23,9	7,28	1,05	4,00	236

Безвозвратное водопотребление речного стока является основным фактором сокращения суммарного стока воды в море и понижения его уровня. Для оценки безвозвратного водопотребления в бассейне р. Волги за период с 1955 по 2010 гг. использованы данные ГГИ [6]. В бассейне р. Урал водопотребление рассчитывалось как разность восстановленного естественного и наблюдаемого (бытового) стока.

Для оценки безвозвратного водопотребления в бассейнах рек Терек и Сулак были использованы данные, приведенные в работе [6]. Для бассейнов рек Кура и Самур его величина определялась на основе отрывочных сведений, приведенных в работе В.Ю. Георгиевского и др. [7]. Для уровня 1960 г. оно было принято равным 0,2 км³, для уровня 1971 г. – 0,25 км³. Наиболее надежные сведения о безвозвратном водопотреблении в бассейнах этих рек имеются для уровня 1985 г., в котором оно составило 1 км³ в год. Для реки Самур безвозвратное водопотребление на уровне 1960 г. принималось равным 0,2 км³, для уровня 1980...1985 гг. оно было равным 0,5 км³. Начиная с 1985 г., водопотребление рек Куры и Самура рассчитывалось в соответствии с его динамикой в бассейнах рек Терек и Сулак. Для этого для 1985 г. определялось отношение водопотребления рек Терек и Сулак к суммарному водопотреблению рек Кура, Терек, Сулак и Самур. Оно оказалось равным 0,87. Суммарное водопотребление указанных рек в дальнейшем определялось путем деления водопотребления рек Терек и Сулак на указанный коэффициент 0,87.

Водопотребление в бассейнах рек Иранского побережья из-за отсутствия достоверных данных на данном этапе расчетов во внимание не принималась.

В результате суммирования безвозвратного водопотребления стока указанных рек была определена его суммарная величина для бассейна Каспийского моря (рис. 2).

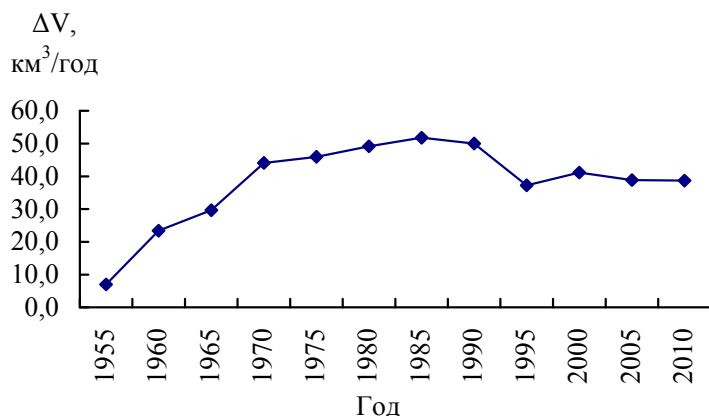


Рис. 2. Суммарное безвозвратное водопотребление стока речных вод, впадающих в Каспийское море, за период 1955...2010 гг.

В начальный период водопотребления, наблюдавшегося в 50-х годах прошлого века, оно было принято изменяющимся от 7,0 км³ в 1955 г. до 23,4 км³ в 1960 г. Начиная с 60-х годов, водопотребление значительно увеличивалось и достигло своего наибольшего значения в середине 80-х годов прошлого века. Начиная с 90-х годов прошлого века, водопотребление в хозяйственных целях стало снижаться в связи с сокращением посевных площадей и экономическим кризисом в Прикаспийском регионе. В первом десятилетии 21-го века суммарное безвозвратное водопотребление в бассейне Каспийского моря сократилось до 31...33 км³ в год.

Используя воднобалансовую модель, выполнены расчёты уровня Каспийского моря по измеренному стоку (бытовому) и по суммарному речному стоку (естественный) за вычетом водопотребления в бассейнах впадающих в море рек (рис. 3). На рис. 3 видно, что в случае отсутствия водопотребления в бассейне уровень Каспийского моря может достигать высоких значений (минус 24 м).

В последние десятилетия отмечаются существенные изменения климата, которые в значительной мере влияют на водные ресурсы. В связи с этим возникла необходимость определения суммарного стока рек, впадаю-

щих в Каспийское море, на перспективу до 2035 г. В данной работе использовано два варианта определения суммарного стока. В первом варианте применялись климатические модели для расчёта осадков и коэффициента стока. Во втором варианте речной сток рассчитывался с использованием методики Борзенковой И.И. [5].

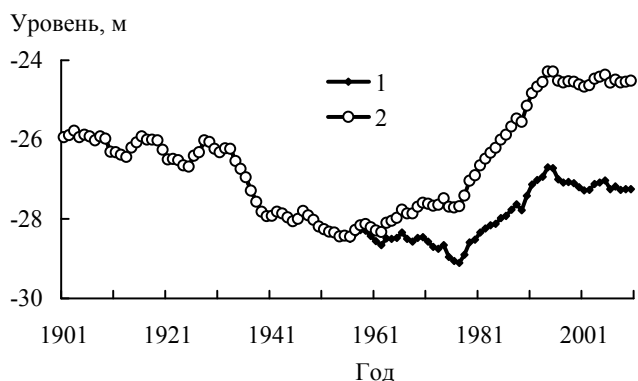


Рис. 3. Многолетний ход моделированных уровней Каспийского моря. 1 – бытовой (измеренный), 2 – естественный (без водопотребления).

Вариант первый. Оценка среднего значения притока речных вод на перспективу в Каспийское море по р. Волге производилась путем использования среднего многолетнего коэффициента стока, определенного за период 1980...1999 гг. Для этого были использованы осадки, расчёт которых был произведен с использованием программного комплекса MAGICC/SCENGEN (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/SCENario GENerator, version 5.3.v2) по данным ансамбля из 9 моделей.

Будущие изменения количества осадков рассматриваются для двух сценариев SRES («Special report on emission scenarios» – Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов): A2 и B1 (Nakicenovic et al., 2000), и для временного периода 2006...2035 гг., осредненного за 30 лет по отношению к базовому климатическому периоду 1980...1999 гг. Осадки в бассейне р. Волги за базовый период (1980...1999 гг.) составляют 547 мм, на перспективу (2006...2035 гг.) по сценарию A2 – 547 мм, а по сценарию B2 – 558 мм. Естественный сток р. Волги для замыкающего створа – г. Волгоград оказался равным 9264 м³/с, а среднемноголетний коэффициент стока – 0,39. Использование среднего многолетнего коэффициента стока позволило рассчитать средний сток на перспективу (2006...2035 гг.), который по сценарию A1 равен 9264 м³/с, а по сценарию B2 – 9450 м³/с.

Далее, используя процедуру нормирования стока, был определен сток р. Волги в створе г. Волгоград за каждый год, начиная с 2006 г. и по 2035 г. по (9).

$$Q_i = Q_{cp} + \alpha \cdot \sigma, \quad (9)$$

где α – параметр нормирования, равен:

$$\alpha = \frac{(Q_i - Q_{cp})}{\sigma}, \quad (10)$$

где Q_i – расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$), приведенные в табл. 4 (графы 2 и 5); Q_{cp} – среднееголетние расходы воды ($\text{м}^3/\text{с}$), σ – среднеквадратическое отклонение. Q_{cp} для естественного периода принято равным $9264 \text{ м}^3/\text{с}$, а $\sigma = 1197$.

Таблица 4

Определение параметра α для процедуры нормирования естественного стока р. Волга – г. Волгоград

Год	Сток, $\text{м}^3/\text{с}$	α	Год	Сток, $\text{м}^3/\text{с}$	α
1	2	3	4	5	6
1980	8935	-0,27	1995	9672	0,34
1981	10406	0,95	1996	6465	-2,34
1982	8232	-0,86	1997	8519	-0,62
1983	8625	-0,53	1998	9811	0,46
1984	8257	-0,84	1999	9995	0,61
1985	10361	0,92	2000	8563	-0,59
1986	10376	0,93	2001	9923	0,55
1987	9883	0,52	2002	9517	0,21
1988	8409	-0,71	2003	9081	-0,15
1989	8106	-0,97	2004	9491	0,19
1990	11638	1,98	2005	10424	0,97
1991	11150	1,58	2006	7322	-1,62
1992	8951	-0,26	2007	9967	0,59
1993	9856	0,49	2008	8288	-0,82
1994	11554	1,91	2009	8279	-0,82

Сток р. Волга – г. Волгоград за период 2006...2035 гг. был восстановлен для двух различных сценариев смоделированных осадков с учётом среднееголетнего стока рассматриваемой реки (табл. 5).

Восстановление значений естественного стока на перспективу до 2035 г. из дельты р. Волги в Каспийское море производилось по уравнениям (1...5). Сток р. Волги в Каспийское море на перспективу до 2035 г. рассчитывался как разность восстановленного естественного стока и водозабора.

Естественный годовой сток р. Волга – г. Волгоград (Q_i), восстановленный на перспективу до 2035 г. по двум сценариям

Год	Сценарий В1	Сценарий А2	Год	Сценарий В1	Сценарий А2
	$Q_{cp} = 9264 \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{cp} = 9450 \text{ м}^3/\text{с}$		$Q_{cp} = 9264 \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{cp} = 9450 \text{ м}^3/\text{с}$
2011	10361	10548	2024	9811	9998
2012	10376	10562	2025	9995	10182
2013	9883	10070	2026	8563	8749
2014	8409	8595	2027	9923	10109
2015	8106	8293	2028	9517	9703
2016	11638	11824	2029	9081	9267
2017	11150	11336	2030	9491	9678
2018	8951	9137	2031	10424	10610
2019	9856	10043	2032	7322	7508
2020	11554	11741	2033	9967	10154
2021	9672	9858	2034	8288	8475
2022	6465	6652	2035	8279	8465
2023	8519	8705			

Для оценки стока р. Урал, поступающего в Каспийское море, в начале был определен сток этой реки в основной зоне его формирования – у с. Кушум. Для этого были использованы осадки, расчёт которых был произведен с использованием сценарных прогнозов климата программного комплекса MAGICC/SCENGEN. Будущие изменения количества осадков рассчитаны в соответствии с двумя сценариями выбросов парниковых газов SRES: А2 и В1 для временного периода 2006...2035 гг., осредненного за 30 лет по отношению к базовому климатическому периоду 1980...1999 гг.

Имея значение смоделированных осадков за период 2006...2035 гг., а также среднееголетний коэффициент стока, рассчитанный за период 1980...1999 гг. и равный 0,15, был восстановлен средний естественный сток р. Урал за период 2006...2035 гг. Сток Урала на перспективу до 2035 г. восстанавливался как разность естественного восстановленного стока и средней величины водопотребления в бассейне, равной $64,3 \text{ м}^3/\text{с}$. Восстановление стока Кавказских, Иранских рек, а также рек западного побережья рассчитывалось в зависимости от суммарного восстановленного на перспективу стока рек Волга и Урал по уравнениям (6...8). На перспективу до 2035 г подземный сток в Каспийское море был принят равным 4 км^3 .

В табл. 6 приведен суммарный приток речного стока в Каспийское море, рассчитанный на перспективу до 2035 г. с учётом изменения климата (естественный) и с учётом водопотребления (бытовой).

Таблица 6

Суммарное поступление стока рек в Каспийское море на перспективу до 2035 г, (км³) по сценариям А2 и В1

Год	Водопотребление, км ³	Сценарий А2		Сценарий В1	
		естественный	бытовой	естественный	бытовой
2006	37,6	325	287	332	294
2007	43,6	390	346	396	353
2008	38,7	303	265	310	271
2009	34,8	314	280	321	286
2010	38,7	304	265	311	272
2011	38,3	379	341	386	348
2012	37,8	378	339	385	346
2013	39,1	363	324	370	331
2014	39,4	309	270	316	276
2015	39,8	297	257	304	264
2016	40,2	429	388	436	395
2017	40,7	406	366	413	373
2018	41,2	326	285	333	292
2019	41,6	367	325	374	332
2020	42,1	425	383	432	390
2021	42,5	352	309	359	316
2022	43,0	238	195	245	202
2023	43,5	312	268	319	275
2024	43,9	360	316	367	323
2025	44,4	363	319	370	326
2026	44,9	320	275	326	282
2027	45,3	365	319	371	326
2028	45,8	354	308	361	315
2029	46,2	333	286	340	293
2030	46,7	349	302	356	309
2031	47,2	383	336	390	343
2032	47,6	267	219	274	226
2033	48,1	368	320	375	327
2034	48,5	303	255	310	261
2035	49,0	301	252	308	259
Среднее	42,7	343	300	350	307

Результаты проведенных исследований показали, что средний приток в море на перспективу до 2035 г. может составить 300 км³ для сценария А2 и 307 км³ для сценария В1.

На рис. 4 показаны результаты моделирования уровней по притоку в море в условиях современного климата и по притоку, рассчитанному по варианту 1 с учетом антропогенного изменения климата согласно сценариям А2 и В1 на перспективу до 2035 г.

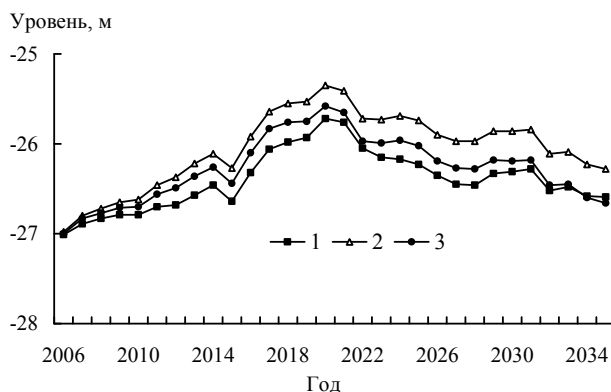


Рис. 4. Вероятные изменения фонового уровня Каспийского моря (м БС) на перспективу до 2035 г. (вариант 1). 1 – моделированный уровень с учетом хозяйственной деятельности в условиях современного климата, 2 – моделированный уровень (сценарий А2), 3 – моделированный уровень (сценарий В1).

График, приведенный на рис. 4 показывает, что в случае если антропогенные изменения климата будут развиваться в соответствии со сценарием А2, то уровень моря будет повышаться до отметки минус 25,4 м в период до 2020...2021 гг., затем он станет ниже этой отметки с последующей тенденцией к стабилизации к 2034...2035 гг. на отметке близкой к минус 26,0 м.

Если же антропогенные изменения климата будут развиваться в соответствии со сценарием В1 – уровень моря будет повышаться до отметки минус 25,90 м к 2020 г., затем он станет ниже этой отметки с последующей тенденцией к стабилизации к 2034...2035 гг. на отметке, близкой к минус 27 м.

Как сказано выше, в данном исследовании проведен расчет изменения притока с речными водами р. Волги и общего стока в Каспийское море в двух вариантах. По варианту 2 сток в море рассчитывался по методике Борзенковой И.И. В основу этой методики положен комплексный метод расчета испаряемости и испарения с поверхности суши, разработанный Будыко М.И., с помощью которого можно рассчитать все основные составляющие теплового и водного баланса путем использования широко распространенной гидро-

метеорологической информации. В работе Борзенковой И.И. [5] проведена оценка составляющих водного баланса р. Волги при глобальном потеплении климата, параметры которого были определены путем использования палеоклиматической информации. Значения этих составляющих водного баланса рассчитаны ею по данным 30 метеорологических станций, расположенных в бассейне Волги. Модель, разработанная автором, может быть использована и при других параметрах изменения температуры воздуха и атмосферных осадков. Эти параметры могут быть получены с помощью указанных выше моделей общей циркуляции атмосферы. Представим рассматриваемую модель Борзенковой И.И. в виде уравнения для расчета отклонений годового испарения в бассейне р. Волга при антропогенном изменении климата от его значений при современных условиях в зависимости от изменений годовой температуры воздуха и годовых сумм осадков в ее бассейне:

$$\Delta E = \Delta T [A_1 (\Delta P / \Delta T)^m + B_1], \quad (11)$$

где $A_1 = 0,0208$; $B_1 = 2,2$; $m = 1,8608$ – эмпирические параметры.

Из уравнения водного баланса за многолетний период ΔR равно:

$$\Delta R = \Delta P - \Delta E. \quad (12)$$

Подставив (11) в (12) получим

$$\Delta R = \Delta P - \Delta T [A_1 (\Delta P / \Delta T)^m + B_1]. \quad (13)$$

Изменение объема стока р. Волга, как известно, может быть определено с помощью выражения:

$$\Delta W_V = \Delta R \cdot S \cdot 10^6, \quad (14)$$

где ΔW_V – изменение стока, км³/год; S – площадь водосбора, равная 1 360 000 км².

Изменение суммарного речного стока в Каспийское море будет равно:

$$\Delta W = K \Delta R \cdot S \cdot 10^6, \quad (15)$$

где ΔW – суммарный речной сток в Каспийское море, км³/год, $K = 1,25$, при условии, что среднемноголетнее значение стока Волги составляет 80 % от суммарного стока в Каспийское море.

В табл. 7 приведены результаты расчета изменения речного стока в Каспийское море по методике Борзенковой И.И. при изменении климата.

Результаты моделирования уровня Каспийского моря по стоку, рассчитанному по методике Борзенковой И.И., представлены на рис. 5.

Кривые, приведенные на рис. 5 и построенные по стоку, рассчитанному по методике Борзенковой И.И. показывает, что в случае если антропогенные изменения климата будут развиваться в соответствии со сценарием А2, то уровень моря будет повышаться до отметки минус 25,7 м к 2022 г., затем он станет ниже этой отметки с последующей тенденцией к стабилизации к 2034...2035 гг. на отметке, близкой к минус 26,0 м.

Таблица 7

Изменение речного стока в Каспийское море при изменении климата

Изменения	Сценарии изменения климата	
	А2	В1
Температура воздуха ΔT , °С	1,52	2,31
Осадки ΔP , мм	11,78	1,89
$\Delta P/\Delta T$, мм/°С	7,75	0,82
Суммарное испарение ΔE , мм/год	4,77	5,11
Общий сток ΔR , мм/год	7,00	-3,22
Объем стока р. Волги ΔW_v , км ³ /год	9,52	-4,38
Суммарный речной приток ΔW , км ³ /год	11,9	-5,48

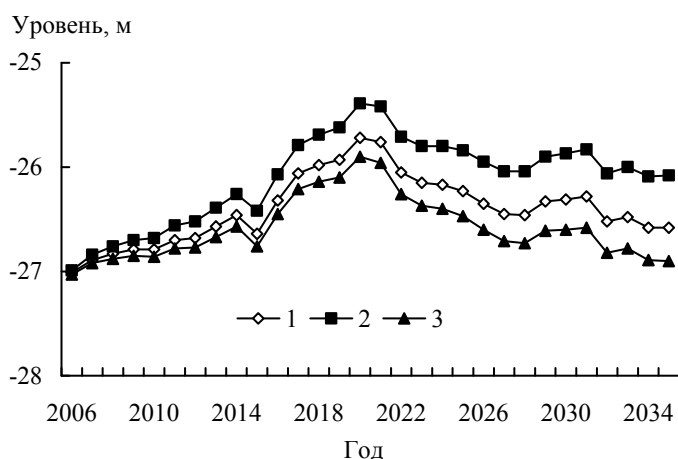


Рис. 5. Вероятные изменения фонового уровня Каспийского моря (м БС) на перспективу до 2035 г. (вариант 2). 1 – моделированный уровень с учетом хозяйственной деятельности в условиях современного климата; 2 – моделированный уровень (сценарий А2); 3 – моделированный уровень (сценарий В1).

Если же антропогенные изменения климата будут развиваться в соответствии со сценарием В1 – уровень моря будет повышаться до отметки минус 26,26 м к 2022 г., затем он станет ниже этой отметки с последующей тенденцией к стабилизации к 2034...2035 гг. на отметке близкой к минус 27,0 м.

Как видно из приведенных результатов моделирования оба варианта не сильно отличаются друг от друга. В перспективе уровень Каспийского моря не будет превышать отметку минус 25,4 м абс. и не будет ниже отметки минус 27 м абс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимов С. А., Махмудов Р. Н. Запасы речных вод на устьевых участках рек северо-восточного склона Большого Кавказа. / В сб.: Вопросы гидрометеорологии Каспийского моря и устьев рек. Вып. 1. Часть 1. – Баку: изд. АЗУГКС, 1988. – С.133-136.
2. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья / Под ред. Скоцеляса И.И. – СПб.: Гидрометеиздат, 1995. – 269 с.
3. Байдин С.С. Сток и уровни дельты Волги. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 335 с.
4. Байдин С.С., Линберг Ф.Н., Самойлов Н.В. Гидрология дельты Волги. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 331 с.
5. Борзенкова И.И. Влияние возможных изменений климата на осадки, испарение и сток в бассейне р. Волги. / Сб. «Анализ изменений уровня Каспийского моря технико-экономического доклада по защите народно-хозяйственных объектов и населенных пунктов прибрежной полосы Каспийского моря в пределах Дагестана, Калмыкии и Астраханской области». – М.:1992. – С. 494-537.
6. Водные ресурсы России и их использование. / Под редакцией профессора И.А. Шикломанова. – СПб.: ГГИ, 2008. – 598 с.
7. Георгиевский В.Ю., Цыценко К.В., Шалыгин А.Л. Оценка притока поверхностных вод в Каспийское море. / В кн.: Гидрометеорологические аспекты проблемы Каспийского моря и его бассейна. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – С. 217-229.
8. Голубев В.С., Цыценко К.В. Структура и динамика потерь речного стока в низовьях Волги // Метеорология и гидрология. – 1995. – №8. – С. 85-93.
9. Голубцов В.В., Ли В.И. О расчете уровней Каспийского моря на перспективу с учетом возможных изменений климата // Гидрометеорология и экология. – 1995. – №1. – С. 28-38.
10. Полонский В. Ф., Горелиц О. В., Остроумова Л. Н. Особенности водного режима дельт Волги и Урала в условиях повышения уровня Каспия. // Водные ресурсы. – 1997. – Т. 24, № 4. – С. 430-436.

11. Тленбеков О.К. Распределение стока по водотокам и будущее дельты Урала. // Труды ГОИН. – 1967. – Вып. 89. – С. 125-139.
12. Фатуллаев Г. Ю. Водный режим Азербайджана и антропогенные факторы. // Труды ИГ АН Азербайджана. – 1999. – Т. 11. – С. 283-287.
13. Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Влияние хозяйственной деятельности на баланс и изменение уровня Каспийского моря. / В кн.: Гидрометеорологические аспекты проблемы Каспийского моря и его бассейна. – СПб.: Гидрометеоздат, 2003. – С. 267-277.
14. Шикломанов И.А., Кожевников В.П. Потери стока в Волго-Ахтубинской пойме и дельте и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности // Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 221. – С. 3-46.
15. Golubtsov V.V., Lee V.I. The method of prospective calculation (probability forecast) of the Caspian Sea level taking into consideration possible changes in climate, water consumption in its basin and runoff into Kara-Bogaz-Gol Bay, Proceedings of the world Coast Conference in Nordwijk, the Netherlands, November, 1993, Vol 2. – p. 885-886.

Поступила 21.02.2013

Техн. ғылымд. канд.	С.П. Шиварева
Техн. ғылымд. канд.	В.И. Ли
Геогр. ғылымд. канд.	В.В. Голубцов

СУ ПАЙДАЛАНУ МЕН КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУ ЖАҒДАЙЛАРЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП КАСПИЙ ТЕҢІЗІ ДЕҢГЕЙІН МОДЕЛДЕУ

Қазіргі уақытта Каспий теңізінің деңгейі минус 27 м белгіге жетті. Теңіз деңгейінің өзгеру мүмкіншілігін бағалау үшін сандық тәжірбиелер сериясы жүргізілді. Моделдеу су балансты моделін қолданумен жүргізілді, климаттың өзгеруін А2 және В2 екі сценариінде және теңізге түсетін сомалық саланы екі нұсқада есептелінді. Келтірілген нәтижелерден моделдеудің екі нұсқасында айтарлықтай айырмашылықтар жоқ. Келешекте Каспий теңізі деңгейі минус 25,4 м абс аспайды және минус 27 м абс түспейді.

УДК 91:504

Доктор техн. наук	Т.Т. Мусабаяев *
Канд. архитек.	А.Ш. Чиканаев *
Доктор геогр. наук	Ф.Ж. Акиянова *
Канд. геогр. наук	Г.Д. Беркинбаяев **
	А.Г. Брагин **
Доктор мед. наук	Н.А. Яковлева **
	Р.Р. Вагапов **

**ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И
УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РАМКАХ
КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ
ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

ГЕНЕРАЛЬНАЯ СХЕМА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ, ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС, ПРИРОДО-ОХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В статье предложена система обеспечения охраны окружающей среды через формирование природно-экологического каркаса территории страны, дан прогноз его развития. Сформированы проектные предложения по улучшению экологической ситуации на промежуточный (2020 г.) и расчетный (2030 г.) сроки проектирования.

Основной целью создания Генеральной схемы организации территории Республики Казахстан (далее Генеральная схема) является обеспечение устойчивого развития территории в условиях интеграции и глобализации мировых экономических процессов. Этого невозможно достичь без рассмотрения вопросов гармонизации экономики и экологии [1, 5]. Проектные решения по охране окружающей среды, улучшению экологического состояния территории страны в рамках комплексной разработки Генеральной схемы направлены на решение трех основных задач:

* АО «КазНИИСА», г. Астана

** ТОО «ЭКОСЕРВИС-С»

- 1) определении ограничений для стратегического и отраслевого планирования организации территории (выявление территорий и объектов особого регулирования и градостроительной регламентации);
- 2) оценки степени экологической напряженности и определения мероприятий, необходимых для ликвидации данной напряженности;
- 3) выбора вариантов проектных решений и схем охраны окружающей среды для улучшения экологического состояния территории.

Решение первой задачи достигнуто посредством разработки проектного предложения по формированию и развитию природно-экологического каркаса. Следует отметить, что законодательством Республики Казахстан предусмотрены различные формы охраны окружающей среды и улучшения экологической обстановки. Вместе с тем все они рассредоточены по разным законодательным документам и относятся к различным сферам государственного управления. Существующее законодательство и регламентирующее природопользование построены по ресурсному признаку: законы различаются для различных типов землепользования (сельскохозяйственные земли, лесные земли и др.). То есть управление экологической ситуацией в целом по территории Казахстана не регламентировано, что значительно усложняет задачу по разработке долговременной и масштабной стратегии устойчивого развития территории, необходимой для реализации задач по развитию «зеленой экономики» [7].

К примеру, наиболее традиционным способом охраны природы является выделение сети особо охраняемых природных территорий (далее ООПТ), направленных на сохранение биологического разнообразия, уникальных и редких представителей флоры и фауны, ценных ландшафтов, воспроизводства природных ресурсов, защиту объектов, имеющих научную, историческую и эстетическую ценность. В большинстве реальных ситуаций охраняемые территории – это разобщенные объекты, не интегрированные до уровня системы. В целом размещение ООПТ на территории Казахстана трудно квалифицировать как «экологическую сеть» в ее общепринятом глобальном значении. В настоящее время только начинается процесс формирования региональных внутригосударственных экологических сетей в Иле Алатау, Жетысу Алатау и Алтайском регионе. Формируются элементы экологических сетей и на межгосударственном уровне – это Западно-Тяньшанский и Алтае-Саянский экологические регионы.

Разрозненность характерна и для других охраняемых объектов природного и культурного наследия, различных охранных зон и террито-

рий. В проекте разработки Генеральной схемы предлагается систематизация всех природоохранных элементов в виде природно-экологического каркаса (далее ПЭК). ПЭК представляет собой совокупность природных и природно-культурных комплексов различных уровней и режимов природопользования, образующих целостную пространственно-организованную инфраструктуру, которая обеспечивает экологическую стабильность территории. ПЭК способствует улучшению состояния окружающей среды, может сохранить биологическое разнообразие и обеспечить экологическую безопасность системы населенных мест, то есть может быть основой устойчивого градостроительного проектирования всех уровней. Природные ландшафты в составе ПЭК с их уникальными экосистемами рассматриваются не как источник природных ресурсов, а как обязательное условие существования человека как биологического вида. Разработка ПЭК наиболее важна на уровне республиканского и регионального планирования, это обеспечивает хорошую основу для экологически устойчивой пространственной организации территории на всех уровнях градостроительного проектирования. При разработке ПЭК предлагается использовать системный подход, так как он рассматривается, как система взаимосвязанных природных комплексов и территорий, имеющих разное назначение и правовой статус.

На основе ПЭК предлагается создать условия для благоприятной среды жизнедеятельности человека, рационального использования природных ресурсов, сохранения уникальных природных территорий и их экосистем – т.е. решать важнейшие задачи территориального планирования [2, 3, 4, 6, 7, 8]. В таком контексте природно-экологический каркас выступает в роли инструмента для создания этих условий и основой принятия решений по устойчивому развитию территорий. Создание ПЭК является полифункциональной деятельностью, так как каркас должен обеспечить соответствие качества формируемой среды не только определенным экологическим, но и социально-хозяйственным требованиям. В соответствии с этим, определены основные функции элементов ПЭК в территориальном планировании – ландшафтообразующие, природоохранные и рекреационно-оздоровительные. В связи с этим в ПЭК в составе Генеральной схемы включены все основные территории с особым статусом градостроительного регулирования по природоохранному признаку с прогнозом их изменения.

Смысл разработки всех составных элементов ПЭК состоит в придании им особого юридического статуса и в определении приоритетных

мероприятий для стратегического планирования в Республике Казахстан. Природный экологический каркас должен стать основой экологически устойчивой пространственной организации территории, разработка которого важна для всех уровней планирования: республиканского, межрегионального, регионального и локального. Учитывая важность экологического состояния и охраны окружающей среды приграничных территорий выделяется и международный уровень, при котором следует учитывать состояние и воздействие трансграничных территорий.

В структуре ПЭК отражены основные подходы, обозначенные в положениях Закона Республики Казахстан от 16.07.2001 №242-ІІ «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан», Экологического кодекса Республики Казахстан и иных законодательных актов в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, улучшения экологической ситуации населенных пунктов и межселенных территорий. Анализ существующих источников и методических подходов создания ПЭК различных территорий позволил разработать алгоритм его формирования на международном, республиканском, региональном и локальном уровнях (рис.).

Суть предлагаемого подхода заключается в выделении трех базовых элементов ПЭК: экологических ядер (площадных элементов), транзитных территорий (линейных элементов – экологических коридоров) и их буферных зон. Соответственно им выделены следующие категории территорий: ключевые природные и природно-культурные, транзитные природные и природно-культурные и буферные природные и природно-культурные территории.

Ключевые природные территории (экологические ядра) – это участки, имеющие самостоятельную природоохранную ценность. Для их сохранения создают ООПТ – заповедники, национальные и природные парки, заказники. В городах ключевыми территориями являются городские леса, лесопарки, ООПТ местного назначения, крупные парки.

Транзитные природные территории (экологические коридоры) – это участки, благодаря которым осуществляются экологические связи между ключевыми территориями. Они могут представлять собой не препятствующие экологическим связям обширные участки ландшафта между ключевыми территориями («связующий ландшафт»). Это могут быть линейные элементы ландшафта (долины рек), называемые «экологическими коридорами».

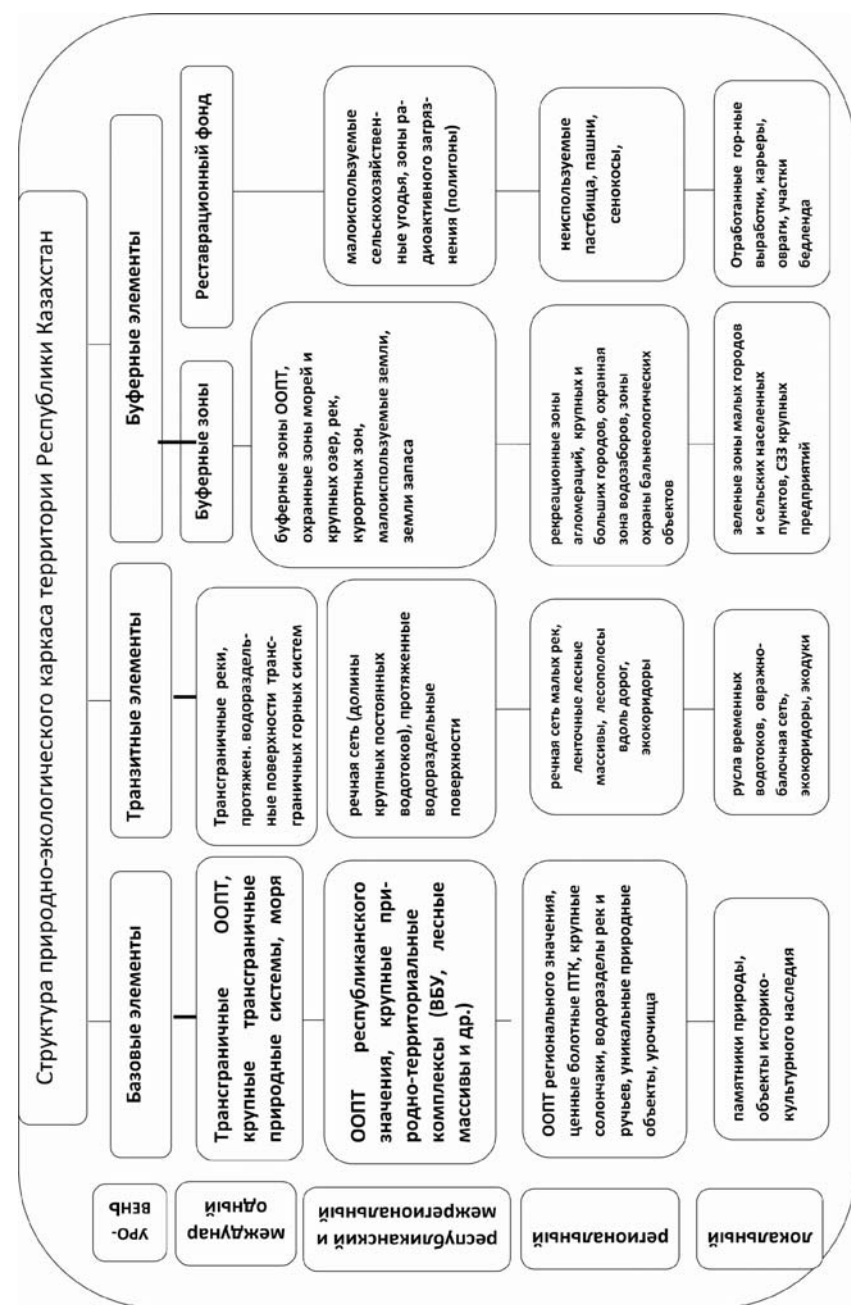


Рис. Структура природно-экологического каркаса территории Республики Казахстан.

Экологические связи между ключевыми территориями обеспечивают «фрагментированные транзитные территории», то есть группа топографически разделённых участков (например, места остановки мигрирующих птиц).

Буферные территории характеризуются ограничением хозяйственной деятельности в связи с различными охранными функциями и необходимостью обеспечения безопасности населения. Они защищают ключевые и транзитные территории от неблагоприятных внешних воздействий.

Буферные зоны подразделяются на 2 вида: зоны, защищающие ядра и природные коридоры от неблагоприятных внешних воздействий и зоны вокруг промышленных центров и населенных пунктов, являющихся переходными от зоны интенсивного использования к зонам особого режима природопользования. Буферным зонам первого вида обычно придают статус охранных зон.

К буферным зонам регионального уровня относятся рекреационные пояса агломераций, крупных и больших городов, наделенные режимом особой охраны. Особое внимание следует уделять при этом территориям слияния природных и природно-культурных элементов ПЭК с природно-культурными элементами каркаса расселения. Поскольку ПЭК должен образовываться на разных уровнях – локальном, региональном, межрегиональном и республиканском, то каждый элемент имеет то, или иное значение или ранг. При проектировании ПЭК определяется ранг каждой природной и природно-культурной территории.

Экологические ядра – достаточно обширные экосистемы, внутри которых, благодаря их размерам и высокому уровню биоразнообразия, протекают природные процессы, стабилизирующие экологическую обстановку на значительных территориях. Экологические коридоры соединяют экологические ядра, перемещая потоки вещества и энергии.

Выделение ключевых природных территорий осуществляется по существующим и планируемым к организации (резервируемым) особо охраняемым природным территориям. Отличительными признаками ключевых природных территорий должны быть запрещение или значительное ограничение хозяйственной деятельности, в связи с необходимостью сохранения биоразнообразия и уникальных природных объектов.

К ключевым природным территориям республиканского и межрегионального значения относятся:

ООПТ республиканского значения: государственные природные заповедники; государственные национальные природные парки; госу-

дарственные природные резерваты; государственные зоологические парки; государственные ботанические сады; государственные дендрологические парки; государственные памятники природы; государственные природные заказники; государственные заповедные зоны; водно-болотные угодья, включенные в Список Рамсарской конвенции; территории, включенные в Список биосферных территорий ЮНЕСКО; земли лесного фонда; территории водных объектов особого государственного значения; водные объекты республиканского значения, отнесенные к категории оздоровительных;

Участки недр, представляющие особую экологическую, научную, историко-культурную и рекреационную ценность: геологические объекты – естественные и искусственные обнажения, в которых представлены опорные или характерные разрезы, характерные тектонические структуры, редкие горные породы и минералы, метеориты, сохранившиеся ископаемые остатки фауны и флоры; геоморфологические объекты – террасы, поймы, пещеры, ущелья, каньоны, водопады и другие формы рельефа, наглядно отражающие процессы рельефообразования и имеющие особую ценность для туризма и рекреации; гидрогеологические объекты – подземные воды и их выходы на поверхность, отличающиеся уникальными и редкими свойствами; участки недр с наскальными рисунками, древними горными выработками и другими объектами по использованию недр, имеющими историческое, археологическое и этнографическое значение.

К буферным территориям республиканского значения относятся: охранные зоны ООПТ республиканского значения; охранные зоны водных объектов особого государственного значения; охранные зоны водных объектов республиканского значения, отнесенных к категории оздоровительных.

Как показывает практика, в некоторых местах элементы природно-экологического каркаса необходимо уже не только сохранять, но и восстанавливать. В этом случае в состав ПЭК могут входить участки экологической реставрации, выполняющие после восстановления функции транзитных, буферных или даже ключевых территорий. К таким территориям могут относиться территории зоны экологического бедствия и чрезвычайной экологической ситуации, территории загрязненные химическими, биологическими и радиоактивными веществами, территории военных полигонов, отработанные карьеры, подлежащие рекультивации и т.п. [3].

Построение природно-экологического каркаса предлагается осуществлять путем определения территориальных и временных ограничений по экологическому принципу для стратегического и отраслевого планирования организации территории (выделение территорий и объектов особого регулирования и градостроительной регламентации).

Решение данной задачи осуществляется путем анализа всех нормативных правовых актов экологического и иного законодательства. Одновременно выявляются нормативные пробелы и недостатки, нарушающие системный подход создания природно-экологического каркаса.

Создание ПЭЖ осуществляется в четыре последовательных этапа.

Первый этап. Сбор исходной информации.

Основными доступными источниками информации для выделения элементов ПЭЖ в настоящее время являются:

1. Нормативно-правовые акты экологического законодательства Республики Казахстан и документы государственного стратегического планирования в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;

2. Картографические материалы существующих ООПТ, лесов, водно-болотных угодий, охотничьих угодий, природных объектов животного и растительного мира из государственных кадастров особо охраняемых природных территорий, лесных ресурсов, ресурсов животного и растительного мира;

3. Схема размещения объектов природно-заповедного фонда, не входящих в особо охраняемые природные территории;

4. Гидрографическая сеть;

5. Схема сельскохозяйственных угодий;

6. Схема размещения полезных ископаемых.

5. Схема размещения техногенных минеральных образований из Государственного кадастра техногенных минеральных образований;

6. Схема размещения пунктов наблюдения и состояния атмосферного воздуха населенных пунктов;

7. Схема размещения гидрологических постов и загрязненности природных водных объектов.

Второй этап. Анализ и оценка существующей экологической ситуации, экологических проблем и эффективности использования природных ресурсов.

На данном этапе в сравнении с существующими нормативными критериями оценивается экологическая и санитарно-эпидемиологическая обстановка на территории Республики и, в первую очередь, в населенных пунктах, идентифицируются экологические проблемы. Которые ранжируются на уровни: международный, национальный и локальный, в зависимости от того, на каком уровне необходимо осуществлять их решение.

Осуществляется также предварительное определение основных функций элементов ПЭК в территориальном планировании – природоохранные, рекреационные, оздоровительные и ландшафт образующие, формирование показателей оценки элементов ПЭК, ранжирование показателей оценки, оценка состояния ПЭК.

В результате формируются выводы о наличии (отсутствии) соответствия размещения анализируемых элементов ПЭК и их взаимодействий задачам рационального использования природных ресурсов.

На данном этапе формулируются предварительные предложения по изменению ПЭК, отвечающие поставленным задачам, а также предварительное определение элементов системы ПЭК требующих установления юридического статуса.

Третий этап. Анализ предварительных вариантов проектных решений хозяйственной организации территории, прогнозирование ожидаемого состояния окружающей среды. На основе прогноза состояния окружающей среды и природных ресурсов осуществляется выбор предварительных проектных решений хозяйственной организации территории, установление правомерности намечаемой хозяйственной деятельности относительно сохранности системы ПЭК. Данные проектные решения согласовываются и взаимно увязываются с другими проектами Генеральной схемы организации территории с учетом требований по сохранению системы ПЭК.

Четвертый этап. Интегральное формирование природно-экологического каркаса и установление режимов хозяйственной (или градостроительной) деятельности его элементов.

На данном этапе разрабатывается интегральная карта природно-экологического каркаса (или серия карт), отображающая пространственную структуру природного каркаса и режимы использования его элементов. Также осуществляется окончательное формирование вариантов проектных решений системы ПЭК, окончательное определение элементов системы ПЭК, требующих установления юридического статуса, определения режимов использования его элементов, режима градостроительной деятельности на территории городских поселений; режимов хозяйственной деятельности на территории административных районов, сельских поселений и др.

Разработка ПЭК территории Республики Казахстан явилась базовым проектным решением, направленным на соблюдение принципа охраны природы в рамках реализации Генеральной схемы. В рамках формирования ПЭК

были разработаны проектные предложения по основным элементам природно-экологического каркаса (базовым, транзитным, буферным).

К базовым природным территориям республиканского (межрегионального) значения относятся, в первую очередь, ООПТ республиканского значения (государственные природные заповедники; государственные национальные природные парки; государственные природные резерваты; государственные зоологические парки; государственные ботанические сады; государственные дендрологические парки; государственные памятники природы; государственные природные заказники; государственные заповедные зоны).

По данным Комитета лесного и охотничьего хозяйства МООС РК общая площадь особо охраняемых природных территорий в Республике Казахстан в настоящее время составляет 23 734,7 тыс. га (8,7 % от площади страны). В то же время общая площадь ООПТ, соответствующая категориям Международного союза охраны природы (МСОП) составляет 10043,2 тыс. га или (3,7 % от площади страны). Особо охраняемые природные территории со статусом юридического лица занимают 5 806,4 тыс. га или 2,1 % от площади республики. Всего в Казахстане предполагается увеличить площадь особо охраняемых природных территорий до 9,05 % от территории Казахстана к 2020 г. и до 14,15 % территории к 2030 г. Это даже больше, чем рекомендовано международными критериями (12 %).

Для этого должны быть включены в ООПТ:

1. Все проектируемые ООПТ по программе Жасыл Даму (13 ООПТ);
2. Водно-болотные угодья, внесенные в Рамсарский список (9 угодий);
3. Ключевые орнитологические территории (117 объектов);
4. Новые охраняемые территории по охране снежного барса (2 ГПЗ);
5. Экокоридоры (3);
6. 30 % площадей Заповедных зон переведены в категорию резерватов.

Для улучшения существующей ситуации с землями водного фонда, очень важно в процессе градостроительного проектирования, кроме законодательных изменений провести инвентаризацию всех водных объектов, составить и вести их государственный кадастр, осуществить обозначение внесенных в кадастр водных объектов, их водоохранных зон и полос на всех градостроительных картах и схемах.

Проектные решения по транзитным элементам ПЭК касались, прежде всего, формирования экологических коридоров. Согласно статье 81

Закона РК об ООПТ, экологические коридоры образуются для обеспечения пространственной связи между особо охраняемыми природными территориями и другими элементами экологической сети в целях сохранения объектов государственного природно-заповедного фонда, биологического разнообразия, охраны естественных путей миграции животных и распространения растений, обитающих и произрастающих на особо охраняемых природных территориях. На участках экологических коридоров устанавливается регулируемый режим использования этих земель, обеспечивающий сохранность диких животных в местах их временного обитания, прохода в периоды миграции, сохранность мест произрастания дикорастущих растений. Границы и площади экологических коридоров, вид режима их охраны определяются областными (города республиканского значения, столицы) исполнительными органами по предложению уполномоченного органа. Формирование экологических сетей, экологических коридоров должно осуществляться на основании определенных методик, которые прошли апробацию и применяются в зарубежных странах.

Экологические коридоры определены как протяженные зоны путей перемещения, расселения разных видов животных. Тропы и пути расселения животных обычно приурочены к определенным элементам ландшафтов и образуют коридоры миграции, трассируемые долинами рек, цепочками озер, водоразделами, границами контрастных ландшафтных зон. Расселение животных в естественных условиях происходит преимущественно по таким коридорам.

В частности, в целях охраны путей миграций птиц предусмотрено придание статуса ООПТ всем ключевым орнитологическим территориям (далее КОТ) международного значения, являющихся местами остановок птиц во время миграций. КОТ – это наиболее ценные для птиц участки земной и/или водной поверхности, деградация которых резко отрицательно сказывается на благополучии отдельных популяций и видов птиц в целом.

Экологические коридоры для охраны мигрирующих млекопитающих (джейранов, тяньшанских архаров, куланов) предлагается установить между крупными существующими ООПТ (ГНПП Алтын-Эмель) и проектируемыми ООПТ, такими как государственный природный резерват (далее ГПР) Иле-Балкаш. Для охраны тяньшаньского подвида архара во время его весенних и осенних миграций необходимо предусмотреть создание экологических коридоров между Аксу-Жабаглинским заповедником и Боралдайским заказником, проходящих и через перевал Куюк на юго-западные скло-

ны Каратау и от северных склонов Жабаглытау через перевал Чокпак на хребты Боралдайтау. Также предлагается установить экологический коридор между существующим ГНПП Алтын Эмель и проектируемым заповедником на юго-западном склоне Жетысуйского Алатау, предусмотренный для охраны архара, сибирского горного козла и снежного барса. Рассчитаны примерные площади предлагаемых экологических коридоров:

1. Экокоридор ГНПП Алтын-Эмель – ГПР Иле-Балкаш. – 602,2 тыс. га;
2. Экокоридор ГПЗ Аксу-Жабаглы – хребет Каратау – 42,13 тыс. га;
3. Экокоридор «ГПЗ на юз склоне Жетысуйского хребта и ГНПП Алтын-Эмель» – 42,13 тыс. га.

Решение второй задачи, оценки степени экологической напряженности и определения мероприятий, необходимых для ликвидации данной напряженности, осуществлялось путем анализа существующей экологической ситуации, выявления экологических проблем, определения тенденций их развития в обозримом будущем. Далее проводился сравнительный анализ качества окружающей среды с нормативными параметрами и определялся комплекс мероприятий и технических средств для их достижения. На основе полученных данных выполнялось экологическое и санитарно-эпидемиологическое зонирование территории с определением приоритетности и очередности решения экологических проблем.

В рамках разработки Генеральной схемы разработаны проектные решения по землям водного фонда, по сельскохозяйственному и промышленному освоению земель запаса и залежных земель. Так, для улучшения существующей ситуации с землями водного фонда очень важно в процессе градостроительного проектирования, кроме законодательных изменений, провести инвентаризацию всех водных объектов, составление и ведение их государственного кадастра, обозначение вошедших в кадастр водных объектов, а также их водоохраных зон и полос на всех градостроительных картах и схемах.

Основные направления при выборе вариантов проектных решений по охране окружающей среды и улучшению экологической обстановки вытекают из оценки экологической напряженности. То есть, экологическую обстановку необходимо улучшать, прежде всего, в существующих проблемных зонах. Такими проблемными зонами в Республике Казахстан являются: зона экологического бедствия Приаралья; Семипалатинская зона экологического бедствия; Космодром Байконур; военные полигоны; месторождения нефти и газа. По этим зонам сформированы проектные предложения по улучшению экологической ситуации на промежуточный (2020 г.) и расчетный (2030 г.) сроки проектирования. При этом в качестве базовой ситуации определены уже принятые государственные и отрасле-

вые программы и их показатели. В качестве пессимистического (инерционного) варианта в большинстве случаев рассмотрен вариант сохранения существующей ситуации при выполнении уже принятых программ. В отдельных случаях возможно ухудшение ситуации в случае непринятия необходимых мер, в том числе на международном уровне. Так, может наблюдаться ухудшение экологической ситуации в регионе Аральского моря, если уровень Большого Арала будет падать и пылесолеперенос со дна осушенного Аральского моря будет возрастать. В качестве оптимистического (инновационного) варианта рассмотрена полная реализация существующих программ до 2015 и 2020 гг. и принятие программ до 2030 г. с прогрессирующими показателями. Таким примером может быть последовательное обследование и передача земель бывшего Семипалатинского полигона в хозяйственное использование. Площадь переданных земель полигона к 2020 г. может составить 80 % территории или 1,5 млн. га. Часть территории полигона никогда не будет использована и должна превратиться в особый вид охраняемых территорий, которые в международной практике называются заповедниками – сепортерами.

По космодрому Байконур и военным полигонам, наряду с реализацией программы Жасыл даму, предлагается проведение постоянного мониторинга и рекультивации нарушенных земель. По месторождениям нефти и газа основными вариантами проектных решений являются реализация программ утилизации попутного газа и программ ликвидации накопленных отходов. Первые уже приняты и реализуются, а вторые должны быть приняты до 2020 г. и реализованы до 2030 г.

Решение третьей задачи – выбора вариантов проектных решений и схем охраны окружающей среды для улучшения экологического состояния территории, осуществлялось на основе анализа приоритетных направлений действующих стратегических и программных документов и дополнительным выбором конкретных проектных решений для улучшения экологического состояния территорий и населенных пунктов по инерционному и инновационному сценариям развития на промежуточный (2020 г.) и расчетный (2030 г.) сроки проектирования. Также на данном этапе определялись основные индикаторы и показатели с учетом этапности их достижения.

Проектные предложения сформированы по населенным пунктам со сверхнормативным загрязнением атмосферного воздуха, по водным объектам с высоким загрязнением воды, по местам размещения опасных отходов производства и потребления, по улучшению экологического состояния приграничных зон, уменьшению риска трансграничного загрязнения. Важным направлением исследования явилась разработка проектных предложений по ликвидации химического загрязнения. В частности, предложена программа

ликвидации стойких органических загрязнений. Разработка данной программы предусмотрена Национальным Планом выполнения обязательств Республики Казахстан по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, подписанной и ратифицированной Казахстаном. Необходимость ее разработки обусловлена многочисленными данными о наличии СОЗ-содержащего или СОЗ-загрязненного оборудования, а также СОЗ-загрязненных территорий в различных регионах Казахстана. Реализация программы позволит существенно снизить риск для здоровья населения, связанный с химическим загрязнением объектов окружающей среды.

С целью снижения риска радиационного облучения населения предложена программа «Радон». Радиоактивные проявления воздействуют на людей, как в местах проживания, так и на объектах производственной деятельности. Наибольшую долю в облучение людей вносят радон и продукты его распада, находящиеся в воздухе помещений. По данным Научного комитета ООН по действию атомной радиации причиной 20% всех заболеваний раком легких служит радон. Основанием для разработки программы явился закон РК «О радиационной безопасности». Актуальность ее разработки подтверждена многочисленными данными о повышенных концентрациях радона в помещениях и водных источниках в различных регионах Казахстана.

Таким образом, реализация всего комплекса вышеописанных проектных предложений по охране окружающей среды и улучшению экологической ситуации территории Казахстана, разработанных в рамках Генеральной схемы, явится основой поступательного, устойчивого развития страны, обеспечит соблюдение интересов как нынешнего, так и будущих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 гг. Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958. – 144 с.
2. Гриднев Д.З. Природно-экологический каркас территории – основа принятия градостроительных решений в составе документов территориального планирования муниципальных образований // Территория и планирование. – 2001. – №1(31). – С. 96-103.
3. Европейская конвенция по ландшафтам [Электрон. ресурс]. – 2000.- URL: <http://wildnet.ru/images/stories/project-people/evro-konv.pdf> (дата обращения: 12.06.2012).
4. Елизаров А.В. Экологический каркас стратегия степного природопользования XXI века // Степной бюллетень. – Новосибирск: Издательство НГУ, 1998. – №1. – С. 10-14.

5. Закон Республики Казахстан от 16 июля 2001 года № 242-ІІ «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан». – 66 с.
6. Колбовский Е. Ю. Ландшафтное планирование. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
7. Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. Экологический каркас как природоохранная система региона // Вестник Томского государственного университета. – 2007. – Вып. 305. – С. 217-221.
8. Стоящева Н.В. Основы формирования экологического каркаса территории [Электрон. ресурс]. – 2001. – URL: <http://ruseconet.narod.ru/stoyascheva.htm> (дата обращения: 22.08.2012).

Поступила 30.04.2013

Техн. ғылымд. докторы	Т.Т Мусабаев
Сәулет канд.	А.Ш. Чиканаев
Геогр. ғылымд. докторы	Ф.Ж. Акиянова
Геогр. ғылымд. канд.	Г.Д. Беркинбаев
	А.Г. Брагин
Мед. ғылымд. докторы	Н.А. Яковлева
	Р.Р. Вагапов

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУМАҒЫН ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ БАС СХЕМАСЫН КЕШЕНДІ ӘЗІРЛЕУ ШЕҢБЕРІНДЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙДЫ ЖАҚСARTU ЖӨНІНДЕГІ ЖОБАЛЫҚ ШЕШІМДЕР

Мақала Қазақстан Республикасының аумағын ұйымдастырудың бас схемасын кешенді әзірлеу шеңберіндегі қоршаған ортаны қорғау және ел аумағы мен өңірлерінің экологиялық жағдайын жақсарту жөніндегі жобалық шешімдерді әзірлеудің нәтижелеріне арналған. Ел аумағының табиғи-экологиялық қаңқасын құру жолымен қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз ету жүйесі ұсынылды, оны дамыту божамдары берілді. Жобалаудың аралық (2020 жыл) және есептік (2030 жыл) мерзімдеріне арналған экологиялық жағдайды жақсарту жөніндегі жобалық ұсыныстар жасалды.

УДК 614.8.084+504.061.2:69.05(075.8)

Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев *
Доктор геогр. наук	Н.А. Амиргалиев **
Канд. геол.-мин. наук	Е.Ж. Муртазин *
	И.В. Шенбергер *
	А.С. Перевалов *
	Д.М. Бурлибаева ***

СОВРЕМЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕКАХ БАЛКАШ-АЛАКОЛЬСКОГО БАССЕЙНА

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ, КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ, РЕЧНАЯ ЭКОСИСТЕМА, РЕЧНАЯ ДОЛИНА

В речной экосистеме качество вод и количественные характеристики составляют целостность речного стока. В предлагаемой статье анализируется гидрохимический режим и токсикологические показатели рассматриваемых водотоков в совокупности с их гидрологическим режимом. В противном случае, т.е. когда гидрологический, гидрохимический режимы и токсикологические показатели рассматриваются дифференцировано, это может привести к непоправимым результатам.

Оценка режима гидрохимических и токсикологических показателей трансграничного притока р. Иле у прист. Добын

Трансграничным постом и створом на р. Иле является пристань Добын. Оценка гидрохимического режима и токсикологического состояния трансграничного стока дается по данному створу.

При анализе указанных характеристик использованы материалы наблюдения РГП «Казгидромет» МООС РК по указанному створу за 2009, 2010 гг. и за январь – октябрь 2011 г.

* Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы

** Институт Географии МОН РК, г. Алматы;

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

Гидрохимические и токсикологические показатели трансграничного стока р. Иле по створу прист. Добын представлены в табл. 1. В таблицу сведены все параметры токсикологического состояния воды и основные из гидрохимических показателей, по которым вполне корректно можно оценить качество трансграничного стока.

Таблица 1

Среднегодовые значения концентрации гидрохимических и токсикологических показателей трансграничного стока р. Иле (ГП Добын)

Показатель	Единица измерения	Год		
		2009	2010	2011 (10 месяцев)
Минерализация	мг/дм ³	339,2	370,5	307,6
БПК ₅	мг/дм ³	1,229	1,300	0,922
Фосфаты	мг/дм ³	0,022	0,023	0,018
Кремний	мг/дм ³	8,084	3,603	4,339
Железо общее	мг/дм ³	0,305	0,233	0,317
Медь	мкг/дм ³	7,111	8,568	2,787
Цинк	мкг/дм ³	3,322	2,005	2,101
Никель	мкг/дм ³	3,461	3,982	3,871
Хром (6+)	мкг/дм ³	3,580	2,237	0,677
Хром (3+)	мкг/дм ³	0,155	0,048	0,034
Свинец	мкг/дм ³	1,307	1,344	1,013
Кобальт	мкг/дм ³	0,107	0,000	0,000
Ртуть	мкг/дм ³	не опр.	0,018	не опр.
Кадмий	мкг/дм ³	0,044	0,007	0,024
Марганец	мкг/дм ³	4,361	4,020	8,265
Мышьяк	мкг/дм ³	2,327	1,969	1,662
Летучие фенолы	мг/дм ³	0,001	0,001	0,001
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,022	0,025	0,018
Фториды	мг/дм ³	0,338	0,451	0,272
Окисляемость	мгО ₂ /дм ³	13,77	14,52	11,75
Сумма азота	мг/дм ³	0,941	0,673	1,129

Среднегодовые значения минерализации речной воды за 2009...2010 гг. регистрируются близкими показателями, средние за 10 месяцев 2011 г. несколько ниже. Максимальные величины минерализации наблюдаются в феврале и марте, иногда и в первой декаде апреля, очевидно, из-за перехода реки на подземное питание. В указанные месяцы 2010 г. минерализация воды была значительно выше (до 506 и 514 мг/дм³) по сравнению с 2009 г. (в среднем 371 и 381 мг/дм³). Наиболее низкие значения минерализации наблюдаются в августе-сентябре.

Таким образом, трансграничный приток характеризуется слабой минерализацией, гидрокарбонатно-кальциевого состава. Минерализация и ион-

ный состав речной воды формируется в основном под влиянием природных факторов без существенного влияния антропогенных составляющих. Поэтому нет целесообразности рассматривать динамику главных ионов.

Концентрация органических веществ на удовлетворительном уровне, среднее значение БПК₅ составило в 2009 и 2010 гг. 1,23 и 1,30 мг/дм³, в 2011 г. еще ниже, случаев превышения уровня рыбохозяйственных ПДК в течение года не зарегистрировано. Бихроматная окисляемость воды была в интервале от 4...6 до 30...40 мгО²/дм³ в 2009 г. и от 6...7 до 26...31 мгО²/дм³ – в 2010 г. Максимальные значения обнаружены преимущественно в период весеннего половодья, изредка осенью. Для окисляемости ПДК официально не разработана, по рыбоводным нормативам, в водоемах рыбохозяйственного назначения бихроматная окисляемость допускается до 50 мгО²/дм³. Руководствуясь этими нормативами? можно сказать, что значения этого показателя находятся на удовлетворительном уровне.

Режим минеральных форм азота может быть оценен как удовлетворительный, в весенне-летний период регистрируются повышение концентрации нитритного азота до 0,025...0,030 мг/дм³, т.е. до 1,2...1,5 ПДК по азоту. Другие формы находились ниже уровня рыбохозяйственных ПДК.

Концентрация фосфатов и кремния находится в удовлетворительных пределах, повышение регистрируется в период весеннего паводка в результате смыва их с поверхности водосборов. В остальные сезоны содержание их снижается, фосфатов до 0,004 мг/дм³, кремния – до 0,01...0,60 мг/дм³.

Таким образом, по режиму основных гидрохимических показателей трансграничный сток р. Иле соответствует нормативным уровням.

Из тяжелых металлов следует указать на повышенный уровень концентрации в воде общего и окисного железа. Общая форма железа в 91...97 % анализированных проб воды превысила ПДК до 10 раз, в ряде случаев выше 10 ПДК. В целом такая картина наблюдается и для окисного железа. Во внутригодовом режиме железа каких-либо закономерностей не обнаруживается.

Почти постоянное превышение ПДК в трансграничном стоке характерно для меди. В течение 2009 и 2010 гг. в 86...94 % анализированных проб она превысила уровень ПДК до 10 раз, а в 25...29 % проб – более 10 раз. В 2011 г. количество его резко снизилось в среднем до 2,8 ПДК. Судя по полученным данным, повышенная концентрация этого показателя в воде, видимо, обусловлена влиянием антропогенных факторов, поскольку

ку внутригодовой ее режим не соответствует природным гидрологическим циклам реки. Наиболее высокие ее концентрации 16,4...17,8 мкг/дм³ в 2009 г. зарегистрированы в январе – марте и в июле, а в 2010 г. – в июле – сентябре, ноябре и декабре в значениях, достигающих 24,0...25,4 мкг/дм³, т.е. до 25 ПДК. Очевидно, в указанные сроки на территории КНР имеет место поступление в речную сеть производственных и сельскохозяйственных стоков или других отходов, содержащих соединения меди.

Остальные тяжелые металлы, за исключением цинка в 2009 г. и никеля в 2010 г., присутствовали в трансграничном стоке реки в концентрациях, не достигающих уровня ПДК. Цинк и никель зарегистрированы в 8,3 и 2,7 % анализированных проб воды соответственно в значениях до 10 ПДК.

Таким образом, на основании анализа имеющихся данных следует заключить, что из числа тяжелых металлов опасность в водопользовании из реки в приграничной территории представляют соединения меди, отличающиеся достаточно высокой токсичностью. Летучие фенолы в речной воде в 2009 и 2010 гг. в 14 и 11 % изученных проб соответственно превысили уровень ПДК от 2 до 4 раза. Сравнительно повышенные их концентрации регистрируются весной и в редких случаях летом. В 2011 г. содержание их было на уровне ПДК, в ряде случаев они отсутствовали.

Режим нефтепродуктов в 2009 и 2010 гг. был аналогичен, в 16 % проб они превысили ПДК в концентрациях 0,06 и 0,09 мг/дм³, т.е. 1,2 и 1,8 ПДК. Более высокое содержание их отмечалось в январе, феврале и в период весеннего паводка. В 2011 г. концентрация их заметно снизилась, лишь в единственной пробе воды она достигла уровня ПДК.

Фториды в 2009 г. присутствовали в концентрациях ниже уровня ПДК, а в январе, феврале и июле 2010 г. они были обнаружены в 4-х пробах воды из 37 анализированных в количестве от 0,850 до 1,150 мг/дм³, т.е. до 1,5 ПДК. По результатам наблюдений за 8 месяцев 2011 г. содержание фторидов во всех анализированных пробах было ниже ПДК.

Последние три соединения зарегистрированы в трансграничном стоке в целом в невысоких концентрациях. Единичное их превышение нормативных уровней, очевидно, не приведет к существенному ухудшению качества речных вод.

Сопоставляя данные за последние три года (табл. 1), можно в целом констатировать об аналогичности межгодовых показателей токсичных соединений в трансграничном стоке. По ряду компонентов достаточно

четко прослеживается снижение уровня загрязненности речного стока в 2011 г., за исключением роста концентрации марганца. В их числе медь, хром, свинец, кобальт, мышьяк, БПК₅, окисляемость.

Характер изменения гидрохимических и токсикологических показателей р. Иле в пределах ее нижнего течения.

Расстояние между створами Добын и 164 км выше ГЭС порядка 120...125 км, на этом участке в Иле впадает приток Шарын. Сравнение значений гидрохимических и токсикологических параметров по этим двум створам показывает, что в створе 164 км концентрации цинка и хрома в 2009 и 2010 гг., а марганца в 2009 г. уменьшились. Произошло увеличение значений БПК₅ в 2010 г., минимальных и средних концентраций меди, мышьяка, а в 2009 г. свинца.

Из анализа имеющихся материалов следует, что на указанном участке реки естественному самоочищению подвергается влекомый рекой органоминеральный комплекс, содержащий ионы цинка, хрома, марганца, свинца (по данным 2010 г.). Некоторое увеличение в 2010 г. у створа 164 км БПК₅ может быть обусловлен влиянием стока р. Шарын, в котором величина этого показателя выше, чем в воде р. Иле.

В целом аналогичный характер изменении состава вод у створа 164 км отмечается и по данным 2011 г. Несколько возросла весной величина БПК₅, концентрация марганца, мышьяка, снизилась концентрация меди, фенолов, нефтепродуктов и др.

Следующий створ по р. Иле – ГП урочище Капшагай, находящийся в 26 км ниже ГЭС. По данным этого створа в известной мере можно оценить влияние Капшагайского водохранилища на режим гидрохимических и токсикологических показателей стока р. Иле. В целях сравнения в табл. 2 приведены материалы (на примере 2010 г.) по створам 164 км и урочище Капшагай. Данные табл. 2 показывают, в воде р. Иле у урочища Капшагай, по сравнению со створом 164 км несколько уменьшилось среднее содержание аммонийного и нитритного азота, железа и марганца, что можно объяснить более интенсивной биомиграцией этих соединений в водохранилище в условиях активных продукционных процессов. В речной воде ниже водохранилища в невысоких концентрациях появились кобальт и кадмий, а содержание всех остальных компонентов не претерпели заметных изменений.

Таким образом, в пределах Капшагайского водохранилища, гидрохимические и токсикологические показатели стока р. Иле не подвергаются су-

щественной трансформации, что в первую очередь, может быть обусловлено сравнительно высокой его проточностью, особенно в годы повышенной водности реки. Появление в водах водохранилища кобальта и кадмия может быть результатом поступления этих соединений в составе вод многочисленных притоков, как Шилик, Иссык, Улкен и Киши Алматинка, Каскелен и др., протекающих через города и крупные населенные пункты.

Таблица 2

Сопоставление средних концентраций гидрохимических и токсикологических показателей р. Иле выше и ниже Капшагайского водохранилища

Показатель	Единица измерения	164 км выше ГЭС	Урочище Капшагай
БПК5	мг/дм ³	1,775	1,708
Азот аммон.	мг/дм ³	0,027	0,009
Азот нитрит.	мг/дм ³	0,020	0,005
Азот нитрат.	мг/дм ³	0,599	0,573
Фосфаты	мг/дм ³	0,020	0,017
Кремний	мг/дм ³	3,622	3,152
Железо общ.	мг/дм ³	0,115	0,062
Железо (2+)	мг/дм ³	0,074	0,026
Медь	мкг/дм ³	10,786	10,377
Цинк	мкг/дм ³	1,763	1,614
Никель	мкг/дм ³	3,740	4,166
Хром (6+)	мкг/дм ³	1,358	1,275
Хром (3+)	мкг/дм ³	0,066	0,023
Свинец	мкг/дм ³	0,477	0,595
Железо (3+)	мг/дм ³	0,049	0,036
Кобальт	мкг/дм ³	0,000	0,072
Ртуть	мкг/дм ³	0,003	0,005
Кадмий	мкг/дм ³	0,000	0,007
Марганец	мкг/дм ³	3,469	2,885
Мышьяк	мкг/дм ³	2,974	2,530
Летуч. фенолы	мг/дм ³	0,001	0,001
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,011	0,009
Фториды	мг/дм ³	0,533	0,548
Окисляемость	мгО ² /дм ³	11,6	13,2
Минерализация	мг/дм ³	348,0	348,0

Следующий вниз по течению реки пункт наблюдения «р. Иле ниже впадения Правобережного Сорбулакского канала (ПСК)» из накопителя Сорбулак. Контроль качества вод на этом створе ведется для оценки влия-

ния г. Алматы на сток. Сброс в р. Иле из накопителя Сорбулак по ПСК после прохождения очистных сооружений.

Сточные воды г. Алматы и г. Каскелена после смешения и разбавления в системе канализации поступают в сооружения механической и биологической очистки и далее в накопитель Сорбулак. Стоки квалифицируются как смешанные, так как около 55 % поступает от населения, 33 % – от коммунально-бытовых предприятий и около 12 % – от промышленности. По системе коллекторов стоки попадают в очистные сооружения, расположение в 24 км от г. Алматы. Здесь они проходят механическую (песколовки, первичные отстойники) и биологическую (аэротенки, регенераторы) очистку. В настоящее время существенно расширена система биоочистки стоков. Доочистка стоков после накопителя происходит в расположенных (каскадно) прудах, построенных на Правобережном Сорбулакском отводящем канале, по которому очищенные стоки поступают в р. Иле. Качество сбрасываемых в р. Иле очищенных стоков контролируется путем отбора проб из последнего в каскаде водохранилища №3.

Для более наглядной сравнительной оценки показатели состава стоков ПСК и речной воды ниже впадения этого канала приводятся в табл. 3. По данным таблицы видно, что в стоках ПСК концентрация меди, хрома и свинца ниже, чем в воде р. Иле, цинк, ртуть, кадмий, фенолы и нефтепродукты присутствуют в сравниваемых водах, примерно, в равных количествах, все остальные показатели содержатся в стоках ПСК в повышенных концентрациях. Сточные воды характеризуются загрязнениями органического характера, биогенным комплексом, повышенной минерализацией особенно в летний период.

Таблица 3

Показатели качества стоков ПСК (водохранилище №3) и влияние их на качество воды р. Иле

Показатель	Единица измерения	ПСК (водохранилище №3)	р. Иле ниже впадения ПСК
БПК ₅	мг/дм ³	2,107	1,812
Азот аммон.	мг/дм ³	0,170	0,005
Азот нитрит.	мг/дм ³	0,059	0,008
Азот нитрат.	мг/дм ³	0,815	0,303
Фосфаты	мг/дм ³	0,639	0,010
Кремний	мг/дм ³	3,943	2,727
Железо общ.	мг/дм ³	0,172	0,090
Железо (2+)	мг/дм ³	0,055	0,025

Показатель	Единица измерения	ПСК (водохранилище №3)	
		р. Иле ниже впадения ПСК	
Медь	мкг/дм ³	4,815	6,028
Цинк	мкг/дм ³	2,840	2,468
Никель	мкг/дм ³	6,125	4,443
Хром (6+)	мкг/дм ³	0,848	1,907
Хром (3+)	мкг/дм ³	0,018	0,028
Свинец	мкг/дм ³	0,247	0,583
Железо (3+)	мг/дм ³	0,117	0,065
Кобальт	мкг/дм ³	0,305	0,005
Ртуть	мкг/дм ³	0,000	0,000
Кадмий	мкг/дм ³	0,010	0,013
Марганец	мкг/дм ³	4,303	2,430
Мышьяк	мкг/дм ³	2,910	2,242
Летуч. фенолы	мг/дм ³	0,003	0,002
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,005	0,006
Фториды	мг/дм ³	1,122	0,507
Окисляемость	мгО ² /дм ³	22,8	10,5
Минерализация	мг/дм ³	628,7	410,2

Влияние стока ПСК на качество воды р. Иле можно оценить путем сопоставления данных створов р. Иле ниже впадения ПСК (табл. 4) и р. Иле урочища Капшагай (табл. 3). В воде р. Иле ниже впадения ПСК несколько увеличилось содержание аммонийного азота, железа, цинка, никели, хрома (6+) и кадмия, концентрация свинца, фенолов, фторидов и минерализация оказались, примерно, равными, а содержание остальных 12-и ингредиентов из сравниваемых 25-и оказалось ниже, чем в предыдущем створе.

Таблица 4

Характер трансформации состава воды р. Иле в пределах ее нижнего течения

Показатель	Единица измерения	пристань Добын		ГП с. Ушжарма	
		2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Минерализация	мг/дм ³	370,5	307,6	372,4	359,3
БПК ₅	мг/дм ³	1,300	0,922	1,674	1,71
Фосфаты	мг/дм ³	0,023	0,018	0,014	0,007
Кремний	мг/дм ³	3,603	4,339	3,479	2,190
Железо общ.	мг/дм ³	0,233	0,317	0,068	0,020
Медь	мкг/дм ³	8,568	2,787	10,524	4,06
Цинк	мкг/дм ³	2,005	2,101	1,933	2,96
Никель	мкг/дм ³	3,982	3,871	2,978	3,36
Хром (6+)	мкг/дм ³	2,237	0,677	1,121	1,14
Хром (3+)	мкг/дм ³	0,048	0,034	0,054	0,026

Показатель	Единица измерения	пристань Добын		ГП с. Ушжарма	
		2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Свинец	мкг/дм ³	1,344	1,013	0,910	1,266
Кобальт	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000
Ртуть	мкг/дм ³	0,018	не опр.	0,009	не опр.
Кадмий	мкг/дм ³	0,007	0,024	0,003	0,030
Марганец	мкг/дм ³	4,020	8,265	2,341	7,353
Мышьяк	мкг/дм ³	1,969	1,662	2,243	1,836
Летучие фенолы	мг/дм ³	0,001	0,001	0,001	0,000
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,025	0,018	0,007	0,010
Фториды	мг/дм ³	0,451	0,272	0,632	0,356
Окисляемость	мгО ² /дм ³	14,52	11,75	12,5	8,1
Сумма азота	мг/дм ³	0,673	1,129	0,185	0,81

Таким образом, проведенный анализ дает основание заключить, что очищенные стоки ПСК не оказывают существенного влияния на качество воды р. Иле. Незначительный рост концентрации ряда металлов не приведет к нарушению состояния водной экосистемы реки в условиях достаточно высокой самоочищающей способности водотока.

Самым нижним створом по р. Иле является гидропост с. Ушжарма (в 6 км ниже с. Ушжарма). Сопоставление полученных данных показывает следующее: в воде р. Иле у с. Ушжарма, по сравнению с данными створа «р. Иле ниже впадения ПСК», несколько увеличилась концентрация органических веществ, меди, хрома (3+) и свинца, железа, цинк, никель, хром (6+), кадмий уменьшились, кобальт и ртуть не были обнаружены, концентрация остальных 12-и сравниваемых показателей воды заметно не изменились.

Для общей оценки трансформации трансграничного стока р. Иле в табл. 4 представлены данные по гидропостам прист. Добын и с. Ушжарма.

Как следует из данных таблицы, в 2010 г. в речной воде у с. Ушжарма, по сравнению с трансграничным стоком у прист. Добын, уменьшилась средняя концентрация общего железа, хрома (6+), свинца, ртути и марганца, несколько увеличилось содержание меди и мышьяка. Среднегодовая концентрация остальных ингредиентов в воде сравниваемых створов была близка.

По данным 8 месяцев 2011 г., в речной воде у с. Ушжарма снизилась концентрация фосфатов, кремния, общего железа, марганца, нефтепродуктов, суммарного азота и величина окисляемости. Отмечено некоторое увеличение минерализации, БПК₅, меди, цинка, хрома (6+). Рост концентрации этих показателей кажется крайне незначительным, на фоне

снижения концентрации большинства показателей в трансграничном стоке в 2011 г.

Таким образом, проведенный выше анализ полученной информации, в том числе сравнение фактических данных по приграничному и конечному (с. Ушжарма) створам свидетельствуют об отсутствии каких-либо существенных изменений режима токсикологических и гидрохимических показателей трансграничного стока по мере продвижения его от приграничной зоны до вершины дельты р. Иле. Регистрируемый незначительный рост концентрации отдельных показателей под влиянием ряда южных притоков, Правобережного Сорбулакского канала имеет локальный характер. Сохранение по течению реки оптимального гидрохимического режима и эколого-токсикологического состояния есть результат достаточно высокой интенсивности процессов самоочищения водных масс, в том числе в пределах Капшагайского водохранилища, которые обеспечиваются высокой проточностью системы и благоприятными климатическими условиями.

Оценка влияния стока р. Иле на качество воды Капшагайского водохранилища и оз. Балкаш.

Режим гидрохимических и токсикологических показателей Капшагайского водохранилища формируется под влиянием стока р. Иле. Воздействие ряда южных притоков, как Иссык, Тургень, Малая и Большая Алматинки и др. ограничено, обычно касается некоторых металлов и органики. Поэтому р. Иле и водохранилище имеют аналогичный состав воды, в последнем, может происходить некоторая его трансформация под влиянием внутриводоемных процессов.

Результаты ежемесячных наблюдений на гидроплсту 164 км от ГЭС и с. Карашоки в верховьях водохранилища практически идентичны. Если анализировать изменение качества воды вдоль Капшагайского водохранилища, то следует заметить некоторое уменьшение в воде приплотинной зоны хрома (3+), никеля и увеличение мышьяка и хрома (6+), по сравнению с верховьем водоема. Остальные параметры остаются практически без заметных изменений. Незначительное различие в концентрации указанных металлов может быть обусловлено влиянием вод ряда притоков и таких внутриводоемных процессов, как биомиграция металлов и оборот их при деструкции растительных остатков.

В отношении влияния стока р. Иле на гидрохимический режим и качества вод оз. Балкаш, в первую очередь можно указать на опресняю-

щую роль, особенно западной части. В годы сокращения объема притока воды по р. Иле происходит интенсивное засоление озерных вод. Оптимальный солевой режим озера обеспечивается исключительно благодаря пресному стоку р. Иле. Эти вопросы достаточно подробно рассмотрены в ряде опубликованных работ [1-5].

В озеро Балкаш по р. Иле поступают растворенные и взвешенные органические и биогенные вещества, благодаря чему поддерживается в озере оптимальный уровень биопродукционных процессов. Хотя по оценкам специалистов [5] определенная часть питательных биогенных веществ оседает в пределах многочисленных озер в дельте реки с широко развитой в них водной растительностью, где происходит фильтрация и потребление биогенных соединений.

Тяжелые металлы, содержащиеся в речной воде, могут распространяться в локальной зоне смешения с озерной водой и не приводят к заметным негативным последствиям, так как вода оз. Балкаш загрязнена целым рядом металлов.

Таким образом, оз. Балкаш существует не только за счет водного стока р. Иле, но и благодаря стоку химических соединений, в нем сохраняется оптимальный солевой режим и благоприятное для гидробионтов экологическое состояние.

Река Емел.

РГП «Казгидромет» МООС РК отбирает пробы воды на анализ гидрохимических и токсикологических показателей с 2010 г. Результаты анализа двух отобранных проб в июне и октябре 2010 г. превысили ПДК, по аммонийному азоту при концентрации в среднем $1,275 \text{ мг/дм}^3$, медь и фториды – $1,400 \text{ мкг/дм}^3$ и $0,700 \text{ мг/дм}^3$ соответственно. Остальные показатели были ниже ПДК, такие компоненты воды как нитритный азот, хром, ванадий, ртуть, мышьяк, фенолы и СПАВ не были обнаружены. Минерализация воды была в пределах $764,0 \dots 874,0 \text{ мг/дм}^3$, по ионному составу вода в реке сульфатно-натриевая. Достаточно высокие значения бихроматной окисляемости – $16,8 \dots 18,9 \text{ мгO}^2/\text{дм}^3$. Согласно данным наших исследований [1], в 2002 и 2004 гг. минерализация речной воды была в интервале от 428 мг/дм^3 весной до 1047 мг/дм^3 – осенью. Концентрация тяжелых металлов составила: кобальт и свинец – 1,4 ПДК, медь – 4,5 ПДК, никель – 10 ПДК.

По имеющимся данным, сток р. Емел загрязнен преимущественно органическими соединениями и рядом тяжелых металлов, по объему и со-

ставу химических показателей он не оказывает заметного влияния на качество воды оз. Алаколь. Во время весеннего паводка речной сток может оказывать опресняющее воздействие в локальной предустьевой зоне озера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Елибаев Н. Условия формирования режима микроэлементов и биогенных веществ в водохранилищах Верхнетобольского каскада // Изучение процессов формирования химического состава природных вод в условиях антропогенного воздействия: Матер. 28 Всесоюз. гидрохим. совещ. – Л., 1987. – Ч.1. – С. 4-6.
2. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана: (гидрохимия и качество воды). – Алматы: Бастау, 1999. – 191 с.
3. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я. Распределение микроэлементов в воде и донных отложениях водохранилищ Верхнего Тобола // Гидрохимические материалы. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – Т.15. – С. 101-113.
4. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накупбеков С. Биогенные вещества в воде водохранилищ верхнего течения р. Тобол // Гидрохимические материалы. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – Т. 96. – С. 49-60.
5. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. – М.: 2010. – 214 с.

Поступила 12.12.2012

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бүрлібаев
Геогр. ғылымд. докторы	Н.А. Амиргалиев
Геол.-мин. ғылымд. канд.	Е.Ж. Муртазин
	И.В. Шенбергер
	А.С. Перевалов
	Д.М. Бүрлібаева

БАЛҚАШ-АЛАКӨЛ БАССЕЙНІНІҢ ТРАНСШЕГАРАЛЫҚ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ АХУАЛЫ МЕН ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ

Мұндай жағдай бүгінгі экологиялық тұрғыдан ғылыми негізі жоқ болып саналады. Өзендер және көлдер экосистемасын сақтап қалғымыз келсе трансшегаралық өзендердің гидрологиялық гидрохимиялық және гидробиологиялық режимдері бірге қаралуы керек. Бұл айтылған жағдай Балқаш-Алакөл бассейнінің өзендеріне де тән болып келеді.

УДК 551.482.4+628.394

Н.А. Тирская *

Е.В. Куликова *

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
ШУЛЬБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА***ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ОСОБЕННОСТИ, ШУЛЬБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ*

В статье приведены результаты исследований гидрохимического режима Шульбинского водохранилища. Выявлены пространственно-временные изменения различных показателей воды за период с 2005 по 2010 годы. Сделан вывод о приемлемости условий обитания обследованного водоема для жизнедеятельности рыб.

Описание района и методика исследования. Шульбинское водохранилище создано в 1989 году, является третьим, последним в Верхне-Иртышском каскаде водохранилищ. Протяженность водохранилища, при горизонте отметки уровня 240 м БС, составляет 72 км, площадь 255 км², объем – 2,39 км³, средняя глубина 9 м, максимальная по ложу Иртыша около 30 м. Ложе водохранилища занимает обширную долину Иртыша, средней шириной 3,5 км. Кроме этого, залиты поймы рек Кызыл-Су, Уба и других более мелких рек. В устьях и приустьевых пространствах рек присутствует высшая водная растительность.

По морфологическим и гидрологическим особенностям, которые определяют характер развития биопродуктивности водоема, условно его делят на 3 части: верхнюю, среднюю, нижнюю.

Верхняя часть мелководна, и по своим параметрам самая нестабильная, в мае ее площадь ежегодно сокращается до бытовых весенне-паводковых условий Иртыша. Практически полностью на месяц эта часть выходит из состава водоема и делится как бы на два района: зону выклинивания и граничащую с ней зону полуозерного типа. Средняя часть водохранилища – самая обширная, протяженностью 25 км, площадью около 150 км², отличается умеренными глубинами (10...20 м) и довольно хорошо развитой литоральной зоной. Нижняя часть расположена в сужении

* Алтайский филиал КазНИИ рыбного хозяйства, г. Усть-Каменогорск

предгорной долины, ее протяженность составляет около 25 км. Эта часть тоже делится на зоны – приплотинную и собственно нижнюю. Глубины в приплотинной зоне составляют от 20 до 30 м, в нижней – 10...15 м.

Для изучения гидрохимического режима водохранилища были выбраны девять станций, равномерно распределенных по побережьям и частям водоема. Здесь же находятся и рыбопромысловые участки. Часть станций расположена вблизи основных впадающих притоков (реки Уба, Осиха, Шульба, Кызыл-Су).

Пробы воды отбирались в открытой части акватории из поверхностного слоя воды весной, у поверхности и из придонного слоя летом. Исследования проводились по общепринятым методикам [1, 2, 3, 4] с 2005 по 2010 гг. и включали определение газового режима, физико-химических параметров, ионного и биогенного составов, а также содержания органических веществ, тяжелых металлов (меди, цинка) и нефтепродуктов.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что в результате длительной эксплуатации Шульбинского водохранилища химический состав его поверхностных вод окончательно сформирован и достаточно стабилен. К основным факторам, определяющим изменение химического состава вод водохранилища, можно отнести питающие его притоки Иртыша – реки Красноярка и Глубочанка, после прохождения которых вода поступает в водоем, а также изменение уровня воды в водоеме и хозяйственно-бытовая деятельность близлежащих поселков.

Физико-химические свойства и газовый режим. Вода Шульбинского водохранилища в изучаемый период исследований имела различный характер среды – от нейтральной до щелочной. В годы повышенной водности (2005...2006 и 2010 гг.) реакция среды была нейтральной. В годы меньшей водности (2007...2009 гг.) активная реакция воды повышалась, достигая отметки 9,4...9,7, причем в нижней части водоема средние значения водородного показателя были чуть выше, чем в верхней и средней.

Цветность воды изменялась по сезонам года. Весной, во время поступления паводковых вод притоков, интервал колебаний был довольно широк: 16,6...64,3 °, летом он значительно уже – 0,1...17,2 ° платиново-кобальтовой шкалы. Среднегодовое значение цветности из года в год возрастает.

Кислородный режим Шульбинского водохранилища был благоприятен для жизнедеятельности гидробионтов. Наиболее высокая степень насыщения воды кислородом отмечалась в 2005 г. во всех зонах водоема

(табл. 1). Наименьшее насыщение фиксировалось в маловодные годы (2008...2009 гг.) преимущественно в нижней части. Начиная с 2005 г. наблюдалась тенденция снижения процентного содержания кислорода, которая сохранялась на протяжении пяти лет, что связано с уменьшением количества растворенного кислорода в летнее время. Причем для верхней и средней части было характерно плавное снижение этого показателя. В нижней части прослеживалась иная картина – то резкий рост, то спад.

Повышение водности в водоеме способствовало увеличению уровня кислорода в 2010 г., а, следовательно, улучшению кислородного режима, по сравнению с 2009 г.

Таблица 1
Химический состав воды Шульбинского водохранилища

Год	рН	Органическое вещество, мгО/дм ³	Кислород, %	Биогенные соединения, мг/дм ³	
				NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻
Верхняя часть водоема					
2010	7,7	4,9	78,7	1,70	0,06
2009	9,2	2,7	74,4	6,01	0,09
2008	9,3	2,9	73,2	1,59	0,08
2007	9,2	2,8	75,8	1,59	0,06
2006	7,1	2,8	81,1	1,94	0,02
2005	7,3	1,8	98,3	0,54	0,03
Средняя часть водоема					
2010	7,6	4,6	73,1	1,44	0,04
2009	9,8	2,4	71,4	5,71	0,09
2008	9,6	3,1	74,4	1,52	0,07
2007	10,0	3,2	76,7	0,71	0,05
2006	7,4	2,4	82,2	1,42	0,02
2005	7,3	1,9	91,6	0,58	0,02
Нижняя часть водоема					
2010	7,6	3,5	70,8	2,31	0,04
2009	10,0	1,7	66,4	7,48	0,08
2008	9,5	3,0	71,7	0,72	0,06
2007	10,2	3,2	85,2	0,28	0,04
2006	7,4	1,7	78,5	2,82	0,03
2005	7,3	1,5	101,0	0,58	0,02
Водоем в целом					
2010	7,6±0,0	4,4±0,3	73,6±0,8	1,71±0,1	0,04±0,0
2009	9,7±0,2	2,3±0,2	71,0±2,0	6,19±0,9	0,09±0,0
2008	9,4±0,1	3,1±0,2	73,6±1,9	1,38±0,1	0,07±0,0
2007	9,6±0,3	3,1±0,1	78,5±1,2	0,82±0,2	0,05±0,0
2006	7,3±0,1	2,4±0,1	81,1±1,9	1,86±0,3	0,02±0,0
2005	7,3±0,0	1,8±0,2	94,9±4,4	0,57±0,0	0,02±0,0

Продолжение табл. 1

Год	Минерализация воды, мг/дм ³	Биогенные соединения, мг/дм ³	
		NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
Верхняя часть водоема			
2010	226,7	0,16	0,30
2009	243,5	2,41	0,57
2008	282,6	1,91	0,21
2007	249,9	1,48	0,29
2006	209,3	1,28	0,18
2005	171,4	0,16	0,04
Средняя часть водоема			
2010	263,3	0,04	0,27
2009	231,3	2,34	0,65
2008	305,7	1,56	0,22
2007	238,9	1,20	0,25
2006	224,1	1,10	0,14
2005	194,4	0,14	0,05
Нижняя часть водоема			
2010	240,1	0,00	0,16
2009	227,3	1,78	0,55
2008	267,5	1,35	0,05
2007	234,7	1,23	0,16
2006	227,6	0,60	0,16
2005	172,4	0,08	0,01
Водоем в целом			
2010	248,8±2,7	0,05±0,0	0,25±0,0
2009	233,2±4,9	2,23±0,3	0,61±0,0
2008	288,1±19,4	1,60±0,1	0,18±0,0
2007	240,6±3,1	1,28±0,1	0,24±0,0
2006	221,0±7,8	1,03±0,2	0,16±0,0
2005	185,0±9,5	0,13±0,0	0,04±0,0

Содержание органического вещества (по перманганатной окисляемости) по классификации Смирнова-Тарасова, было на уровне, характерном для нашей физико-географической зоны. В 2010 г., по сравнению с предыдущими годами, наблюдалось увеличение его количества в 1,4...2,4 раза. Причем рост среднего значения окисляемости отмечен во всех частях водоема. В 2005...2009 гг. пределы колебаний были незначительными (1,8...3,1 мг/дм³). В целом, за исследуемый период окисляемость Шульбинского водохранилища небольшая, среднегодовые значения сопоставимы друг с другом, что свидетельствует об отсутствии антропогенного загрязнения органическими веществами в последние годы.

Макрокомпонентный состав. В соответствии с классификацией вод по жесткости, вода Шульбинского водохранилища на всех станциях наблюдений была от мягкой до умеренно-жесткой. Вода водохранилища маломинерализованная, принадлежит в большинстве случаев к гидрокарбонатному классу с резко выраженным преобладанием ионов кальция над магнием и натрием. В 2008...2009 гг., в целом по водоему, а также в 2007, 2010 гг. на некоторых станциях в верхней и средней частях присутствовал сульфатный класс. Тенденция роста суммы ионов прослеживалась до 2008 г., за счет возрастания доли почти всех ионов, кроме хлоридов и суммы ионов натрия и калия. В 2009 г. общая минерализация немного снизилась, а в 2010 г. вновь повысилась. Средние значения показателя во всех зонах изучаемого водоема практически одинаковы.

Биогенные элементы. По данным шестилетних наблюдений установлено, что из всех элементов группы азота лидирующее положение по концентрации занимают ионы аммония. Отмечены превышения ПДК_{рх} во всех зонах изучаемого водоема (1,1...15,0 раз), более ощутимые в летний период. Наиболее высокое превышение солевого аммония зафиксировано в 2009 г., низкое – в 2005 г. В 2010 г. в связи с увеличением уровня воды его содержание заметно снизилось, что соответственно сказалось на благоприятности условий обитания ихтиофауны. Однако, поскольку содержание аммиака во все годы, за некоторым исключением, было гораздо ниже ПДК, то и превышение по аммонийному азоту не имело негативного воздействия на рыбное население. В 2008...2009 гг. было зафиксировано значительное нарушение границ по аммиаку (2,0...222,0 ПДК_{рх}) в изучаемые сезоны года, что могло оказать пагубное влияние на гидробионтов. В среднегодовом аспекте, содержание аммонийного азота из года в год оставалась высоким, причем концентрация его изменялась скачкообразно, т.е. наблюдалось то увеличение, то уменьшение.

Нитриты, как промежуточная форма окисления азота, содержатся в водоеме в небольшом количестве, что объясняется большой скоростью нитрификационных процессов при значительном содержании растворенного в воде кислорода. Концентрация нитритов на большинстве станций не превышала ПДК_{рх}. Исключение составляли весенние отборы проб, где в верхней и средней частях 2008...2010 гг. отмечались единичные случаи незначительного их превышения (1,0...1,1 ПДК). Поскольку нитраты являются конечным продуктом окисления аммония, пространственно-временная динамика нитратов отличалась от таковой ионов аммония. Для

нитратов до 2009 г. была характерна тенденция роста их концентрации, в то время как в 2010 г. наблюдался резкий спад. Подобная закономерность отмечалась и по различным зонам водохранилища. Аналогичная картина изменений прослеживалась и в отношении содержания нитритов.

Диапазон содержания фосфатов во все годы исследований составил 0,01...0,65 мг/дм³. Максимум фосфатов был отмечен в маловодном 2009 г. в наиболее продуктивной средней части. В 2005 г. концентрация колебалась до 0,05 мг/дм³. В среднегодовом аспекте количество фосфатов находилось практически на одном и том же уровне, незначительно меняясь по годам.

Тяжелые металлы и нефтепродукты. По результатам токсикологических исследований (табл. 2) выявлено, что из всех токсикантов концентрация цинка не превышала границы рыбохозяйственных ПДК. По меди в 2006...2009 гг. преимущественно в средней части фиксировались превышения, связано это с тем, что в Шульбинское водохранилище вода поступает после прохождения участка р. Иртыш, принимающей воду самых загрязненных притоков – рек Красноярки и Глубочанки. На остальной акватории водоема содержание меди было приемлемым.

Таблица 2

Содержание загрязнителей в воде Шульбинского водохранилища

Часть водоема	Вещество				
	Год				
	2005	2006	2007	2009	2010
Медь, мкг/дм³					
Верхняя	0,04	0,56	2,14	0,54	0,83
Средняя	0,12	1,58	1,38	2,10	0,76
Нижняя	0,15	0,28	1,52	0,72	0,33
В целом	0,09±0,0	0,91±0,5	1,68±0,6	1,12±0,5	0,64±0,1
Цинк, мкг/дм³					
Верхняя	2,14	7,27	5,67	3,17	0,07
Средняя	3,31	7,97	5,43	3,73	0,19
Нижняя	3,43	7,81	5,68	3,52	0,10
В целом	2,92±0,3	7,66±0,2	5,59±0,1	3,47±0,1	0,12±0,0
Нефтепродукты, мг/дм³					
Верхняя			0,00	0,70	0,00
Средняя			0,40	0,00	0,00
Нижняя			0,00	0,04	0,00
В целом			0,13±0,1	0,25±0,2	0,00±0,0

По данным табл. 2, прослеживаются некоторые закономерности в отношении содержания меди и цинка. Так, если в 2005...2007 гг. средняя концентрация меди увеличивалась, то в 2009...2010 гг. наблюдалось ее уменьшение. Аналогичная картина проявлялась и по частям водохранилища. Содержание цинка также было изменчиво по годам. Рост его концентрации отмечался в первые два года исследований, потом происходил спад. В изучаемый период наиболее высокое его количество отмечались в нижней или средней частях. В отношении содержания нефтепродуктов также выявлена некоторая особенность – нижняя часть, в отличие от двух других частей, из года в год характеризовалась приемлемым содержанием нефтепродуктов, что благоприятствовало жизнедеятельности гидрофауны. В верхней и средней частях отмечались случаи превышения ПДК.

Выводы. По результатам гидрохимических и токсикологических исследований 2005...2010 гг. выявлено следующее:

1. Поверхностные воды Шульбинского водохранилища по своему химическому составу относятся к классу маломинерализованных, мягких или умеренно-жестких вод, преимущественно кальциево-гидрокарбонатного типа.

2. Кислородный режим водохранилища в целом благоприятен для обитания гидрофауны и характеризуется хорошим уровнем содержания растворенного кислорода.

3. Содержание практически всех биогенных элементов в исследуемом водоеме невелико, преобладание количества ионов аммония над другими формами азота вызывается интенсивными процессами нитрификации.

4. Поверхностные воды Шульбинского водохранилища относятся к водам малой окисляемости ($PO < 5$), содержат незначительные количества трудноокисляемого органического вещества, которое преобладает над легкоокисляемой органикой.

5. Из всех токсикантов содержание цинка было приемлемым для жизнедеятельности гидробионтов. По меди в средней части отмечались случаи превышения ПДК. По нефтепродуктам верхняя и средняя части характеризовались высокими значениями концентраций.

6. В целом, можно сказать, что вода Шульбинского водохранилища является приемлемой средой обитания для гидробионтов по большинству показателей. Превышения рыбохозяйственных ПДК по некоторым ингредиентам (аммонийному азоту, тяжелым металлам и нефтепродуктам) создают не совсем благоприятное воздействие на водные организмы.

7. В настоящее время химический состав воды стабилизировался, за счет поступления в водоем большого количества талых и паводковых вод. В действие пришел механизм разбавления, что способствовало уменьшению значения водородного показателя в сторону нейтрального характера среды, улучшению кислородного режима, а также снижению количества токсикантов. Маловодные периоды, соответственно, неблагоприятно сказывались на химическом составе воды – активная реакция воды повышалась, смещаясь в щелочную зону. Нижняя часть характеризовалась наименьшей степенью насыщения воды кислородом. По аммиаку отмечалось значительное превышение ПДК_{рх} и весной, и летом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алёкин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР / Е.Н. Павловский, В.И. Жадин. – М.-Л.: 1959. – Т. IV. ч. 2. – 302 с.
2. ПНД Ф14.1:2:4.168-2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных сточных вод методом ИК-спектрофотометрии: Утв. А.А. Соловьяновым 11.03.2000. – М.: 2000. – 18 с.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / А.Д. Семенов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
4. Унифицированные методы анализа вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.

Поступила 19.03.2013

Н.А. Тирская
Е.В. Куликова

ШҮЛБІ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ТӘРТІБІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада Шүлбі су қоймасының гидрохимиялық тәртібін зерттеу нәтижелері көрсетілді. 2005...2010 жылдар аралығындағы су көрсеткіштерінің әр-түрлі өзгеру ерекшеліктері кеңістік-уақытымен анықталады. Зерттелген су айдын балықтарның мекен ортасының тіршілік әрекетіне жарамдылығы туралы қорытынды келтірілді.

УДК 551.482.1

О.В. Савинкова *

**О ВЗАИМОСВЯЗИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И
ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМОВ БУХТАРМИНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА***ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ,
РЕЧНАЯ ЧАСТЬ, ОЗЕРНАЯ ЧАСТЬ, ВОДНОСТЬ, ГИДРО-
ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ**Проведен анализ гидрологического режима Бухтарминского водохранилища за период 2008...2012 гг. Установлена прямая взаимосвязь между гидрохимическим и гидрологическим режимами.*

Бухтарминское водохранилище – одно из крупнейших в Казахстане. Питается водами основных притоков: рр. Черный Иртыш, Кальджир, Курчум, Нарым, Бухтарма, Тургусун. Расположено в зоне полупустынь и сухих степей Восточно-Казахстанской области. При нормальном подпорном горизонте его емкость достигает $53,1 \text{ км}^3$, полезная емкость – 31 км^3 , площадь зеркала составляет порядка 5400 км^2 . Бухтарминское водохранилище осуществляет полное многолетнее регулирование стока р. Иртыш.

Водоохранилище имеет вытянутую форму сложной конфигурации смешанного типа, по морфологическим и гидробиологическим признакам делится на несколько частей – озерную (оз. Зайсан) и речную, которая в свою очередь подразделяется на озерно-речную, горно-долинную и горную. Озерная часть водохранилища – подтопленное оз. Зайсан, составляет около 70 % площади всего водохранилища. Озеро мелководно, средняя глубина его колеблется от 2,5 м при минимальном уровне и до 8 м при НПУ (394,84 мБС).

Речной участок частично располагается в горной зоне и представляет собой затопленную долину р. Иртыш. Речная часть водохранилища наиболее глубоководна – средняя глубина составляет 30...35 м. Из-за большой глубины речной части гидрологическое падение уровня достаточно мало.

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

Водность Бухтарминского водохранилища формируется за счет стока основных впадающих в него рек и выпадающих на его зеркало осадков. Объем воды, поступающий за счет осадков, невелик и составляет примерно 4...5 % от общего объема приходной части баланса. Естественный режим характеризуется низкими отметками уровня в зимний период, довольно резким подъемом в период накопления весной и после достижения максимума в апреле-мае плавным понижением. Регулируется основными положениями правил использования водных ресурсов Верхне-Иртышского каскада водохранилищ [4].

Анализ гидрологического режима Бухтарминского водохранилища проводился по материалам ВК филиала РГП «Казгидромет» за период 2008...2012 гг.

Период 2008...2009 гг. в Верхне-Иртышском бассейне характеризовался как маловодный. Достаточно неблагоприятные погодные условия, увеличение объема изъятия воды р. Черный Иртыш на территории КНР повлекли за собой падение уровня оз. Зайсан, и как следствие, всего Бухтарминского водохранилища в целом. Весной 2009 г. наблюдалась минимальная отметка уровня за последние 20 лет – 388,91 м БС. Снижение гидрологического уровня в 2009 г повлекло за собой сокращение площади всего водохранилища в 1,3 раза относительно многоводного 2002 г. (табл. 1). При этом объем воды в озерной части сократился в 2,9 раза, а речной – в 1,3 раза, что в первую очередь связано с морфологическими особенностями разных частей водохранилища. Падение уровня воды для речной части не имело таких катастрофических последствий, как для оз. Зайсан – уход береговой линии на десятки метров наблюдался в озерно-речной части, на несколько метров в горной и горно-долинной частях, а в оз. Зайсан – на сотни метров.

Таблица 1

Динамика изменения площади Бухтарминского водохранилища за ряд лет.

Год	Среднегодовой уровень водохранилища, м БС	Площадь, км ²		
		речная часть	озерная часть	общая площадь
2002	393,27	1621	3418	5039
2008	390,75	1386	2887	4273
2009	389,82	1269	2663	3932
2010	391,47	1459	3046	4505
2011	391,97	1507	3150	4657
2012	390,66	1376	2866	4242

Благодаря накоплению большого количества ледово-снежных масс в зимний период 2009...2010 г. и соблюдением мер по экономному использованию воды, произошло поднятие отметки среднегодового гидрологического уровня. В условиях многоводности в 2011 г. среднегодовое значение гидрологического уровня водохранилища составило 391,97 м БС.

В 2012 г., несмотря на то, что эксплуатация Бухтарминского водохранилища велась в соответствии с «Правилами ...» [4], раннее достижение температур распада льда в весенний период и отсутствие достаточного количества осадков в течении всего года обусловили низкий гидрологический уровень, в следствии чего среднегодовое значение гидрологического уровня Бухтарминского водохранилища составило 390,66 м БС, что сопоставимо с маловодным 2008 г.

Гидрохимические исследования воды проводились в различные периоды года с целью оценки качества среды обитания гидробионтов водохранилища и выполнялись по стандартной сетке станций в разных частях водохранилища из поверхностного горизонта в соответствии с общепринятыми методиками [1, 5, 6]. Сетка станций отбора проб составлялась с учетом площади различных частей водоема, расположения нерестилищ и мест нагула рыбного населения, а также наличия биотопического разнообразия.

В отобранных пробах исследовались газовый режим, физико-химические свойства, ионный и биогенный состав. Определение содержания растворенного в воде кислорода производилось на месте кислородометром АНИОН-7040, водородного показателя – рН-метром рН-150МИ.

Определение группы воды по жесткости осуществлялось по ГОСТ 17.1.2.04-77 [3], класса воды по минерализации и содержанию основных ионов по О.А. Алекину [2]. Содержание фосфатов и соединений азота определялось фотометрическими методами. Аммонийный азот определяли с помощью реактива Несслера, нитритный азот – с помощью реактива Грисса. Определение нитратного азота основывалось на восстановлении нитратов до нитритов смесью цинковой пыли и сульфата марганца в уксуснокислой среде с последующим использованием реактива Грисса для определения восстановленного нитратного азота. Определение фосфат-ионов проводилось с помощью молибдата аммония с калием сурьмяновиннокислым в кислой среде с последующим восстановлением фосфорномолибденового комплекса аскорбиновой кислотой.

Содержание растворенного в воде кислорода является одним из важнейших показателей состояний водных экосистем, напрямую воздей-

ствуя на направленность и интенсивность химических и биологических процессов, протекающих в водоеме. Для Бухтарминского водохранилища в целом содержание растворенного в воде кислорода в исследуемый период находилось в пределах, необходимых для нормальной жизнедеятельности гидробионтов (6,0...8,0 мг/дм³), исключение составляет лишь мало-водный 2012 г., когда содержание растворенного кислорода в летний период по всему бассейну водохранилища резко снизилось до критических отметок (4,0...4,6 мг/дм³). За рассматриваемый период максимальное содержание кислорода отмечалось в многоводные 2002 и 2011 гг. – концентрация растворенного в воде кислорода в озерной части водохранилища при этом находилась в пределах 7,1±1,6 и 7,9±0,1 мг/дм³, а в речной – 10,0±1,9 и 8,0±0,1 мг/дм³ соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменения основных гидрохимических показателей
Бухтарминского водохранилища за ряд лет

Год	рН	Растворенный кислород		Органическое вещество, мгО/дм ³	Минерализация воды, мг/дм ³	Общая жесткость, мг-экв/л
		мг/дм ³	%			
Озерная часть (озеро Зайсан)						
2002	7,0±0,1	7,1±1,6	78,4±16,2	5,0±0,7	171,6±14,6	1,8±0,2
2008	8,9±0,2	5,6±0,2	67,0±2,8	4,0±0,4	339,0±14,3	4,6±0,2
2009	9,7±0,1	6,0±0,2	66,6±2,6	4,4±0,4	314,7±17,3	4,3±0,3
2010	7,6±0,1	6,9±0,1	71,0±2,1	4,4±0,4	283,5±12,6	3,8±0,2
2011	7,4±0,1	7,9±0,1	67,4±1,9	4,0±0,3	251,2±11,8	2,3±0,1
2012	8,0±0,1	4,0±0,4	45,3±1,3	3,3±0,3	250,7±5,8	2,7±0,1
Речная часть						
2002	7,5±0,1	10,0±1,9	91,8±8,9	7,2±2,2	243,2±40,5	1,8±0,2
2008	9,3±0,3	6,7±0,5	66,8±3,7	7,4±1,0	413,8±35,8	5,3±0,5
2009	9,9±0,2	7,2±0,3	74,3±2,7	4,1±0,3	324,9±29,7	4,5±0,5
2010	7,6±0,1	7,4±0,1	74,3±2,0	4,1±0,1	262,7±12,5	3,6±0,2
2011	7,5±0,1	8,0±0,1	71,7±1,1	3,4±0,1	238,0±9,6	2,2±0,1
2012	8,1±0,1	4,6±0,6	49,6±6,3	3,1±0,3	204,6±9,5	2,3±0,1

Вода Бухтарминского водохранилища относится к категории маломинерализованных вод, гидрокарбонатно-кальциевому классу II типа. В последнее время наблюдается снижение значения минерализации по всем частям водохранилища, что указывает на увеличение доли стока слабо-минерализованных горных рек в формировании водности водохранилища на

фоне увеличения объема использования водных запасов реки Черный Иртыш на территории КНР.

Жесткость воды в исследуемый период подвергалась значительным изменениям. Так, можно отметить, что с уменьшением гидрологического уровня водохранилища происходит увеличение значения жесткости воды – в период 2008...2009 гг. по степени жесткости вода водохранилища классифицировалась как вода средней жесткости, при повышении гидрологического уровня в 2002 и 2011 гг. вода водохранилища относилась к классу мягких вод.

При снижении водности в 2012 г. также наблюдалось незначительное снижение степени жесткости по всей акватории водохранилища. По этому же принципу происходило изменение значений водородного показателя – при повышении гидрологического уровня водохранилища его значение уменьшалось, при снижении происходило резкое повышение значения рН, что объясняется увеличением содержания гидрокарбонатов, в частности, кальция и магния, обуславливающих повышение жесткости воды.

Изменение содержания элементов-биогенов также находится в прямой зависимости от гидрологического уровня. Так, при снижении водности в обеих частях водохранилища фиксировалось увеличение содержания соединений иона аммония за счет протекающих в водохранилище процессов эвтрофикации в условиях уменьшения водного объема (рис. 1, 2). Исключение составляет увеличение содержания аммонийного азота в озерной части водохранилища в 2011 г., что было обусловлено процессами гниения в тростниковых зарослях при повышении гидрологического уровня.

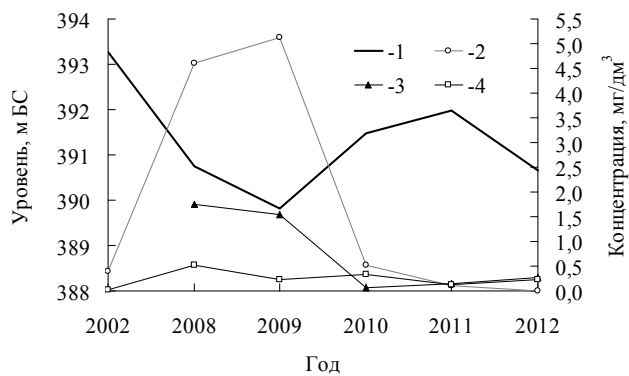


Рис. 1. Зависимость изменения содержания некоторых биогенных соединений в воде речной части Бухтарминского водохранилища от

гидрологического уровня за ряд лет: 1 – среднегодовой уровень, м БС; 2 – концентрация NH_4^+ ; 3 – концентрация NO_3^- ; 4 – концентрация PO_4^{3-} .

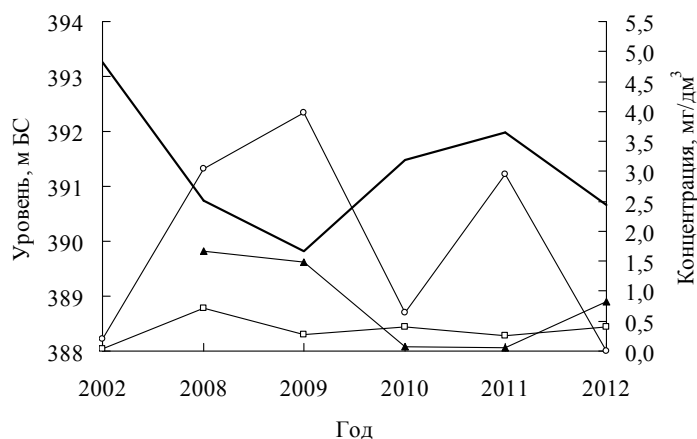


Рис. 2. Зависимость изменения содержания некоторых биогенных соединений в воде озерной части Бухтарминского водохранилища от гидрологического уровня за ряд лет. Обозначения см. рис. 1.

В природной воде ион аммония довольно неустойчив и под влиянием физико-химических и биохимических факторов переходит в другие формы соединений азота. Так, в присутствии достаточного количества кислорода при действии нитрифицирующих бактерий ион аммония последовательно окисляется в нитрит-ион, а затем и в нитрат-ион.

Увеличение содержания аммонийного азота в маловодный период 2008...2009, 2012 гг. повлекло за собой увеличение концентрации нитритов и нитратов в летний период, образующихся в процессе нитрификации (см. рис. 1, 2, 3). При увеличении водности водохранилища наблюдается снижение содержания аммонийного азота, что приводит к уменьшению содержания нитритов и нитратов.

Содержание соединений фосфора в воде водохранилища, так же, как и содержание соединений азота, является показателем качества водоема. Повышение концентрации фосфора в воде может быть связано и с накоплением продуктов разложения органических веществ, и свидетельствовать о загрязнении водоема.

В период с 2008 по 2009 гг. и в 2012 г. в условиях низкой водности водохранилища в процессе эвтрофирования происходило увеличение содержания фосфат-ионов. При том, что пробы воды отбирались и анализировались в весенне-летний и осенне-летний период, когда концентрация со-

единений фосфора является минимальной, то следует предположить, что в зимнее время содержание фосфат-иона должно быть значительно выше.

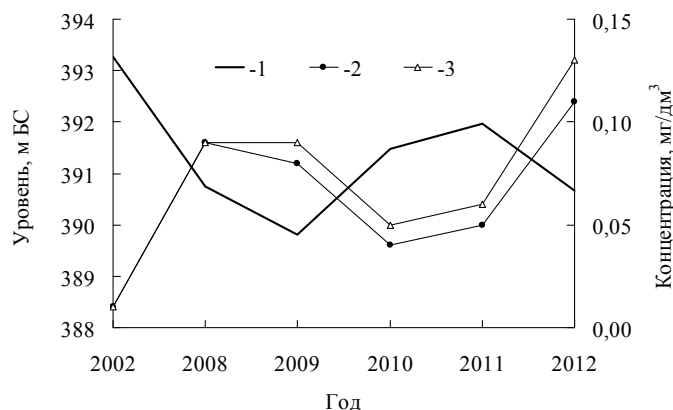


Рис. 3. Зависимость изменения содержания нитритного азота в разных частях Бухтарминского водохранилища от гидрологического уровня за ряд лет. 1 – гидрологический уровень, 2 – речная часть, 3 – озерная часть.

Увеличение водности в благоприятные 2002 и 2011 гг. привели к снижению содержания фосфатов в воде Бухтарминского водохранилища (рис. 1, 2).

Таким образом, на основе анализа полученных данных, можно сделать вывод, что между гидрологическим и гидрохимическим режимами водохранилища существует прямая взаимосвязь. Так, при увеличении водности заметно улучшается газовый режим, снижается значение активной реакции среды и жесткости воды, происходит резкое снижение содержания биогенных элементов. При снижении гидрологического уровня усиливаются процессы эвтрофирования водохранилища, что приводит к ухудшению гидрохимического режима, что негативно сказывается на процессах жизнедеятельности гидробионтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алёкин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР – М.-Л.: АН СССР, 1959. – Т. IV. – Ч. 2. – 302 с.
2. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
3. ГОСТ 17.1.2.04 – 77 Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 18 с.

4. Правила использования водных ресурсов Верхне-Иртышского каскада водохранилищ: Утв. Пред. Ком. по вод. рес. Мин. ПриООС РК. – Алматы, 2002. – 60 с.
5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
6. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.

Поступила 28.02.2013

О.В. Савинкова

**БҰҚТАРМА СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ
ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ТӘРТІБІНІҢ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА
БАЙЛАНЫСТАРЫ**

2008...2012 жж. аралығында Бұқтарма су қоймасының гидрологиялық тәртібіне сараптама жүргізілді. Су қойманың гидрохимиялық және гидрологиялық тәртібінің арасында тікелей байланыс орнады.

УДК 556.11:639.3

Канд. геогр. наук Т.Я. Лопарева *
О.А. Шарипова ***ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕРА БАЛХАШ СОГЛАСНО
КОМПЛЕКСНЫМ ИНДЕКСАМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ***КОМПЛЕКСНЫЙ ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ, КЛАСС
ОПАСНОСТИ, УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ*

В данной статье дана комплексная оценка качества воды озера Балхаш через определение индексов загрязненности воды (ИЗВ). Анализ результатов многолетних исследований показал, что оз. Балхаш относится к водным объектам с умеренным уровнем загрязнения.

Озеро Балхаш, наряду с другими крупными рыбохозяйственными водоемами, составляет основу рыбного хозяйства Казахстана, относится к категории рыбохозяйственных водных объектов, имеющих нерестилища и площади массового нагула ценных видов рыб. Кроме того, оз. Балхаш имеет комплексное назначение и используется для питьевого, бытового, промышленного водоснабжения, судоходства и рекреации, чем обусловлена необходимость повышенного внимания к его экологическому состоянию.

В данной статье дана комплексная оценка качества воды оз. Балхаш на основе многолетней базы данных по широкому кругу токсичных соединений, накопленной Балхашским филиалом ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства». Метод оценки загрязнения водных объектов, основанный на сочетании дифференцированного и комплексного подходов с учетом средневзвешенного (ИЗВ) и комплексного индекса (КИЗВ), позволяет определить качество поверхностных вод путем сопоставления фактических концентраций гидрохимических показателей с соответствующими предельно-допустимыми нормами [1].

* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

Комплексная оценка загрязнения водных объектов включает ряд самостоятельных, и в то же время, тесно взаимосвязанных задач.

Исходя из этого положения, весь перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, разделен на условные группы: главные ионы, биогенные элементы, тяжелые металлы, органические и ядовитые вещества. Расчет ИЗВ ведется по каждой группе в отдельности, путем нахождения кратности превышения фактической концентрации компонента относительно собственного ПДК, то есть $ИЗВ = C_i / ПДК_i$.

Для придания ИЗВ комплексности оценки, общий КИЗВ находится путем суммирования ИЗВ ингредиентов, участвующих в определении КИЗВ по той или иной группе:

$$КИЗВ_{ГИ} = ИЗВ_{Ca} + ИЗВ_{Mg} + ИЗВ_{Na+K} + ИЗВ_{SO_4} + ИЗВ_{Cl}$$

После определения КИЗВ для каждой группы ингредиентов, вычисляется средневзвешенный КИЗВ для водоема в целом:

$$КИЗВ_{Общ} = (КИЗВ_{ГИ} + КИЗВ_{БЭ} + КИЗВ_{ТМ} + КИЗВ_{ОРГ} + m \cdot d) / n$$

Расчет $КИЗВ_n$ для оз. Балхаш, представленный в табл. 1, показывает, что КИЗВ без учета класса опасности для всего озера в 2012 г. составил 2,07, при этом средневзвешенный КИЗВ = 2,55. Для Восточного Балхаша составляет около 62 %, для Западного (КИЗВ = 1,59) – около 38 %.

Таблица 1

Комплексные индексы загрязнения (КИЗВ) воды оз. Балхаш

Показатель	Западный Балхаш		Восточный Балхаш		$КИЗВ_{cp}$ по оз. Балхаш	
	2010 г.	2012 г.	2010 г.	2012 г.	2010 г.	2012 г.
Биогенные элементы	0,37	0,39	0,52	0,35	0,45	0,37
Органические вещества	0,52	0,52	0,89	1,0	0,71	0,76
Кислород	0,78	0,68	0,76	0,79	0,77	0,74
Главные ионы	1,86	1,41	5,52	4,49	3,69	2,95
Тяжелые металлы	3,46	2,14	2,63	2,48	3,04	2,31
$КИЗВ_{Общ}$	1,40	1,03	2,06	1,82	1,73	1,43

В текущем году наибольший процент 31,5 % в Восточном Балхаше приходится на главные ионы, что естественно отражает повышенную минерализацию воды Восточного Балхаша (рис.). Большой процент загрязнений тяжелыми металлами характерен для Восточного Балхаша,

$KИЗВ_{TM} = 2,48$ составляет 17,4 % в отличие от 15,0 % ($KИЗВ_{TM} = 2,14$) для Западного Балхаша. Также вода Восточного Балхаша содержит больше органических веществ, $KИЗВ_{ОРГ} = 7,02$ % против 3,65 % в Западном Балхаше. Для биогенных элементов значения средневзвешенных индексов практически одинаковы по всей акватории озера.

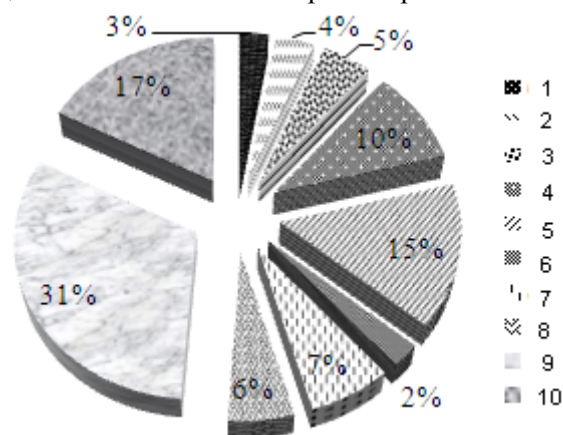


Рис. Процентное соотношение KИЗВ. Западный Балхаш: 1 – биогены, 2 – органическое вещество, 3 – кислород, 4 – главные ионы, 5 – тяжелые металлы; Восточный Балхаш: 6 – биогены, 7 – органическое вещество, 8 – кислород, 9 – главные ионы, 10 – тяжелые металлы.

В сравнении с результатами исследований 2010 г., в 2012 году произошло снижение комплексного индекса загрязнения в среднем по озеру с 1,73 до 1,43 за счет изменения содержания тяжелых металлов, главных ионов и биогенных соединений.

В настоящее время, исходя из принципов международных стандартов, считается весьма важным определение загрязнения поверхностных вод с учетом класса опасности загрязняющих ингредиентов [2].

При выборе оценочных ингредиентов в данном случае предпочтение отдается веществам, имеющим токсикологический признак вредности.

Выделяются 4 класса опасности: 1 класс (Hg, альфа - ГХЦГ, элементарный фосфор), 2 класс (Na, Ca, ДДД, ДДТ, ДДЭ, NO₂, Si, Mo, Cd, Co, CN, Ag, Al, As, F, B), 3 класс (Mg, Cl, Fe, NH₄, NO₃, Cu, Zn, Ni, Cr⁺³, Cr⁺⁶, V, Ti), 4 класс (SO₄, ГХЦГ, фенол, нефтепродукты). При расчете KИЗВ каждой группы, основополагающим фактором является показатель кратности превышения концентрации загрязняющего вещества над собственным ПДК с учетом коэффициента опасности K_O (табл. 2).

Например, определение группового *ИЗВ* с ингредиентами второго класса опасности осуществляется следующим образом:

$$КИЗВ_{K_2} = (ИЗВ_{Ca} + ИЗВ_{NO_2} + ИЗВ_{Na} + ИЗВ_{Pb} + ИЗВ_{Co} + ИЗВ_{Cd} + m.d)/2n.$$

Средневзвешенный общий *КИЗВ* определяется путем сложения всех индексов с учетом класса опасности.

Таблица 2

КИЗВ с учетом класса опасности, 2012 г.

Показатель <i>КИЗВ</i>	Западный Балхаш	Восточный Балхаш	Балхаш
$КИЗВ_{K_2} = \sum ИЗВ(Na + K + Ca + NO_2 + Pb + Cd)/2n$	0,36	0,78	0,57
$КИЗВ_{K_3} = \sum ИЗВ(Mg + Cl + NH_4 + NO_3 + Cu + Zn)/3n$	1,20	1,74	1,47
$КИЗВ_{K_4} = ИЗВ SO_4/4$	0,98	2,96	1,97
$КИЗВ_{ОРГ}$	0,52	1,0	0,76
$КИЗВ_{Общ} = (КИЗВ_{K_2} + КИЗВ_{K_3} + КИЗВ_{K_4} + КИЗВ_{ОРГ})/n$	0,77	1,62	1,19

Из расчета следует, что *КИЗВ* с учетом класса опасности (K_o) для Западного Балхаша составляет 0,77, для Восточного – 1,62, общий *КИЗВ* для Балхаша равен 1,19.

Вычисленные средневзвешенные индексы загрязнения без учета и с учетом K_o , равные соответственно 1,43 и 1,19, позволяют отнести, согласно классификации водных объектов, воду оз. Балхаш ко 2, 3 классам качества с умеренным уровнем загрязнения (табл. 3).

Таблица 3

Классификация водных объектов по степени загрязнения

Оценочный показатель	Степень загрязнения				
	чистая	умеренный уровень загрязнения	загрязненная	грязная	высокий уровень загрязнения
<i>КИЗВ</i>	до 1,0	1,0...2,5	2,5...4,0	4,0...6,0	6,0...10

По таким показателям как биогенные элементы, органические вещества, кислород, с $КИЗВ < 1$, воду оз. Балхаш можно отнести к нормативно-чистым водам 1 и 2 класса. Показатели индексов тяжелых металлов определяют умеренный уровень загрязнения озера.

По материалам Балхашской озерной станции Казгидромета, кроме бухты Бертыс, вода оз. Балхаш также относится к 3 классу качества с умеренным уровнем загрязнения, с $KИЗВ$ до 2 [3].

Следует отметить, что в связи со снижением антропогенной нагрузки на экосистему озера, вода по индексам тяжелых металлов из категории грязных вод ($KИЗВ_{TM} = 6,0$ – 2003 г.) к 2010 г. перешла в категорию загрязненных ($KИЗВ_{TM} = 3,1$), а к 2012 г. достигла умеренного уровня загрязнения ($KИЗВ_{TM} = 2,3$) (табл. 2).

Аналогичные расчеты $KИЗВ$ за ряд лет показали, что комплексная оценка классификации воды оз. Балхаш в многоводный период, при уровне воды 342,20...342,57 м БС остается в неизменной градации. Для озера на протяжении десятилетнего периода характерен умеренный уровень загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Искаков Н.А., Кудеков Т.К., Базарбаев С.К. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы: Каганат, 2003. – 723 с.
2. Никаноров А.М., Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. – Л: Гидрометиздат, 2005. – Т. 32. – №1. – С. 61- 69.
3. Шаухарбаева Д.С., Лопарева Т.Я, Амиргалиев Н.А. Оценка влияния антропогенного загрязнения на качество воды и гидробионты озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 4. – С. 41-44.

Поступила 14.02.2013

Геогр. ғылымд. канд. Т.Я. Лопарева
О.А. Шарипова

БАЛҚАШ КӨЛІНДЕГІ СУДЫҢ САПАСЫН ЛАСТАНУДЫҢ КЕШЕНДІ ИНДЕКСІ АРҚЫЛЫ БАҒАЛАУ

Бұл мақалада Балқаш көліндегі судың сапасын ластаудың индексін арқылы кешенді бағаланған (СЛИ). Көжылдық зерттеулердің нәтижелерін сараптау Балқаш көлі орташа деңгейлі ластану дәрежесінде екенін көрсетті.

УДК 550.4 556.574

Канд. геогр. наук Т.Я. Лопарева *
А.С. Мукашева *

ОЦЕНКА УРОВНЯ БИОНАКОПЛЕНИЯ ТОКСИКАНТОВ В ГИДРОБИОНТАХ ОЗЕРА БАЛХАШ.

Сообщение 1. Накопление тяжелых металлов в кормовых организмах

*ЗООПЛАНКТОН, МИЗИДЫ, БЕНТОНТЫ, БИОНАКОПЛЕНИЕ,
АККУМУЛЯЦИЯ, ТОКСИКАНТЫ*

В статье представлена характеристика токсикологического состояния кормовых организмов озера Балхаш. Определены некоторые закономерности по транслокации микроэлементов кормовыми организмами в многолетней динамике, в зависимости от антропогенного загрязнения экосистемы.

Балхаш-Илейский бассейн находится в зоне интенсивного промышленного и сельскохозяйственного освоения. За прошедшие 70 лет сточные воды и воздушные выбросы Балхашского горно-металлургического комбината способствовали накоплению токсикантов по всей акватории озера, концентрация многих из них превышает предельно-допустимые нормы для рыбохозяйственных водоемов.

Загрязнение водной экосистемы оз. Балхаш передается по трофической цепи, отражаясь на жизнедеятельности кормовых организмов и рыб, что, в конечном итоге, приводит к снижению качества воспроизводства рыб и ухудшению кормовой базы водоема. Поэтому, изучение способности аккумуляции микроэлементов гидробионтами позволяет не только определить уровень загрязнения водной среды, но и проследить за биологическими последствиями антропогенного влияния.

Материал, представленный в данной статье, интерпретирован на основании многолетних результатов исследований проводимых лабораторией БФ ТОО КазНИИРХ по изучению бионакопления токсикантов в гидробионтах озера Балхаш. Сбор аналитического материала осуществлялся

* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

по всей акватории Балхаша. Анализ тяжелых металлов выполнялся атомно-абсорбционным методом.

По мнению Рича Д. (цитируется по Брень Н.В. [5]) поглощение металлов является пассивным процессом, и его регуляция осуществляется после проникновения металла внутрь тела организма. Особенно интенсивно могут накапливаться в организме микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности и активно участвующие в физико-биохимических процессах дыхания, кроветворения, выделения, т.е. тех процессов, в которых металлы выполняют свои биокаталитические функции.

Аккумулирующая способность гидробионтов обусловлена многообразием экологических и физиологических факторов. При интенсивном загрязнении экосистемы количество видов кормовых организмов значительно сокращается вплоть до полного исчезновения, как это наблюдалось в 90-е годы прошлого столетия в бухте Бертыс и заливе Торангалык, когда кормовые беспозвоночные в них практически отсутствовали и эти участки являлись мертвой зоной [3].

Кормовые организмы, будучи составляющими одной трофической цепи накопления микроэлементов в экосистеме, являются индикаторами загрязнения водной среды.

Состав доминирующего комплекса тяжелых металлов за период исследования был подвержен значительным колебаниям.

Из 6 определяемых компонентов ведущая роль по накоплению принадлежит меди, цинку в количестве 4,6...37 мг/кг, в меньших концентрациях аккумулируется свинец 1,4...19,2 мг/кг. В минимальных количествах накапливается никель 0,21...1,61 мг/кг, кадмий и мышьяк – 0,10...0,68 мг/кг.

В зависимости от среды обитания каждого вида, кормовые организмы несколько отличаются аккумулирующей способностью (табл.).

Как видно из данных табл., наиболее загрязнен медью и свинцом зообентос (хируномиды, моллюски). Зоопланктон также загрязнен свинцом. Меньшей накопительной способностью отличаются мизиды. Накопление цинка во всех кормовых организмах идентично. Анализ ракушечника (раковин брюхоногих моллюсков, обитающих на поверхности грунта и макрофитах) показал, что аккумуляция тяжелых металлов ракушечником на загрязненной акватории озера в районе Торангалыка и Гульшата составляет суммарно 101...264 мг/кг. В контрольной, не загрязненной точке, расположенной в восточной половине озера в заливе Тузколь, токсиканты

находятся в количестве 73,6...80 мг/кг, т.е. в 1,4...3,0 раза меньше. Коэффициент накопления меди (относительно донных отложений) равен 0,20, цинка – 0,36, свинца – 0,97. В более чистом районе эти показатели составляют по меди 0,24, по цинку – 0,33, свинцу – 0,88. Следовательно, тяжелые металлы ракушечником аккумулируются незначительно.

Таблица

Содержание тяжелых металлов по районам озера Балхаш, мг/кг

Тяжелые металлы	Мизиды		Зоопланктон		Зообентос	
	ЗБ*	ВБ*	ЗБ	ВБ	ЗБ	ВБ
Cu	6,93	6,15	6,57	6,33	10,09	10,05
Zn	10,35	11,21	12,73	10,13	11,62	11,41
Pb	1,69	1,54	8,99	8,82	8,87	13,25
Cd	0,14	0,20	0,29	0,30	0,42	0,54
Ni	1,61	1,09	0,65	0,61	1,29	1,26
As	0,26	0,26	не опр.	не опр.	0,20	0,47

Примечание: * ЗБ – Западный Балхаш, ВБ – Восточный Балхаш.

Многолетняя и пространственная флуктуация тяжелых металлов тесно связана с прессом антропогенного характера на водную среду и донные отложения.

На рис. 1 представлены коэффициенты накопления тяжелых металлов в мизидах по гидрохимическим районам, в сравнении с самым загрязненным участком оз. Балхаш – бухтой Бертыс. Мы видим, что большей аккумулирующей способностью обладает цинк, у него наиболее высокие коэффициенты накопления от 100 до 300. В меньшей степени загрязнены цинком мизиды в западных районах озера. Максимальные величины этого показателя 262...340 обнаружены в районе устья р. Каратал (VI г/х район) и бух. Бертыс (влияния свинцово-цинкового комбината в г. Текели и металлургического комбината в г. Балхаш).

Накопительная способность меди в этих организмах, за исключением III и IV районов, подверженных влиянию ПО «Балхашцветмет», относительно однородная – K_H в пределах 32...66. В III и IV районах и в бух. Бертыс коэффициенты накопления составляют 100 и 200 соответственно. Накопление свинца и кадмия в мизидах невысокое, с коэффициентами от 5 до 20, в бух. Бертыс – до 70.

Многолетнюю динамику суммарного содержания микроэлементов в кормовых организмах отображает рис. 2.

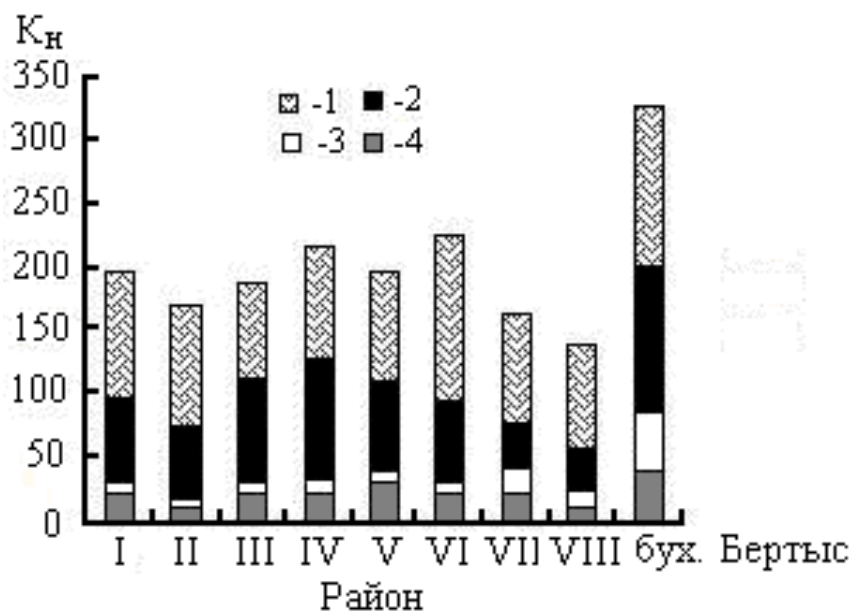


Рис. 1. Коэффициенты накопления тяжелых металлов в мизидах по районам оз. Балхаш в сравнении с мизидами бух. Бертыс. 1 – цинк, 2 – медь, 3 – свинец, 4 – кадмий.

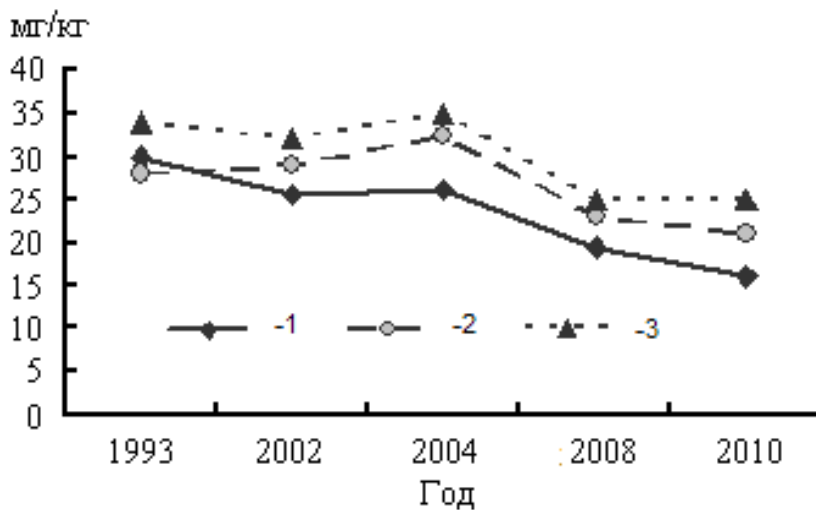


Рис. 2. Многолетняя динамика суммарного содержания тяжелых металлов в кормовых организмах оз. Балхаш. 1 – мизиды, 2 – зоопланктон, 3 – зообентос.

Межгодовые вариации аккумуляции тяжелых металлов в гидробионтах также обусловлены степенью загрязнения экосистемы оз. Балхаш. При

наличии до 1995 г. прямых сбросов сточных вод с промплощадки Балхашского медькомбината в бух. Бертыс и залив Торангалык, определяющих значительное загрязнение водной среды и донных отложений, суммарное содержание тяжелых металлов в кормовых организмах было значительно выше, чем в настоящий период. Заметное снижение их концентрации по всем видам кормовых организмов наметилось только после 2004 г., и это, по-видимому, связано с инертностью экосистемы в некоторых случаях.

Сравнительный анализ показывает, что содержание тяжелых металлов в кормовых организмах других водоемов, в частности Алакольской системе озер, где промышленных предприятий нет, значительно ниже, чем в оз. Балхаш, отличающегося повышенной степенью антропогенного загрязнения. Так концентрация меди в зообентосе оз. Сасыкколь составляет 1,56 мг/кг, в оз. Балхаш – 9,9 мг/кг; цинка в оз. Сасыкколь – 0,33...1,20 мг/кг, в оз. Балхаш – 3,8...42,0 мг/кг [1, 2].

Согласно исследованиям [4, 6, 7] тяжелые металлы по токсичности в воде для кормовых организмов располагаются в следующем порядке $Cd^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Pb^{2+}$. Острая токсичность кадмия и меди для разных видов гидробионтов проявляется в диапазоне концентраций от 3 до 500 мкг/дм³ и от 6 до 250 мкг/дм³ соответственно.

Таким образом, на современном этапе содержание кадмия, меди и других токсикантов в водной среде оз. Балхаш ниже пороговых концентраций, в результате чего, лишь на отдельных более загрязненных участках отмечено снижение численности кормовых организмов. Наиболее загрязнен тяжелыми металлами зообентос. Очевидно, оказывает влияние, усиливающееся загрязнение грунтов водоема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накыпбек С.Т., Кенжебеков Б.К. О влиянии антропогенного загрязнения на состояние биологических объектов оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №1 – С. 99-114.
2. Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Альпеисов Ш.А. Ихтиофауна и экология Алакольской системы озер. – Алматы: 2007. – 367 с.
3. Биологические основы функционирования водных экосистем главных рыбопромысловых водоемов и рекомендации по рациональному использованию их биоресурсов. Раздел: Озеро Балхаш и дельта р. Иле. Отчет о НИР / БО КазНИИРХ – Балхаш: 1996. – С. 40-46

УДК 631.67:581.5

Канд. техн. наук С.Д. Магай *

**ОЦЕНКА И ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА
АГРОЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА***ТЕХНОЛОГИЯ, ПРИРОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ,
ДОЖДЕВАНИЕ, КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ, ОЦЕНКА,
ЭКОНОМИЯ ВОДЫ*

Ресурсосберегающие технологии, обладая рядом преимуществ над традиционно применяемыми, позволяют экономить остродефицитную для Южных регионов Республики оросительную воду на агроэкосистемах.

Рациональное возделывание сельскохозяйственных культур на орошаемых землях – это не только соблюдение требований зональной агротехники перед традиционно применяемой и рекомендованных режимов орошения, но и, прежде всего, использование водосберегающих технологий при различных способах полива для сохранения плодородия почв и благоприятной мелиоративной обстановки на протяжении всего периода эксплуатации агроэкосистем.

Выбор и использование водосберегающих способов, техники и технологий орошения сельскохозяйственных культур должны производиться, исходя из минимума затрат оросительной воды (дефицитной в рассматриваемой зоне) для создания и поддержания оптимальных мелиоративных режимов, при которых обеспечиваются необходимые условия для формирования в корнеобитаемой зоне микробиологических процессов, отвечающих природным условиям массивов орошения, а также создания и поддержания эколого-мелиоративного благополучия на орошаемых землях и получения стабильных и приемлемых урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур.

Наличие достаточного количества природно-энергетических ресурсов характеризуют территорию Южного Казахстана как весьма пер-

* Научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз.

спективную для орошаемого земледелия. Поэтому здесь и сосредоточена большая часть поливных земель республики.

Климат в Южном Казахстане характеризуется ярко выраженной континентальностью и сухостью. Теплый период со средней суточной температурой воздуха выше 0 °С длится до 10 месяцев. Лето жаркое и сухое. Самый жаркий месяц – июль, среднесуточная температура в этом месяце достигает 29 °С.

Большая площадь и открытость территории, удаленность от океанов и высокий радиационный режим формирует здесь своеобразный климат, отличающийся от климата территорий, расположенных на таких же широтах. По продолжительности солнечного сияния он близок Египту и Калифорнии, испаряемости – центральным районам Южной и Северной Америки, сухости летнего периода – центральным районам Аравии, Египта, Ирана и Судана. В сравнении с районами русской равнины климат отличается преобладанием количества ясных дней, большей сухостью и перепадами температур.

Природно-энергетические ресурсы, оценивающие продуктивность климата по сумме температур и дефициту влажности воздуха, испаряемости, радиационному балансу и осадкам в четырех областях Южного Казахстана, приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1

Природно-энергетические ресурсы в Южном Казахстане

Сумма температур воздуха > 10 °С	Сумма дефицита влажности воздуха, мб	Испаряемость, мм	Радиационный баланс, кДж/см ²	Осадки, мм	
				вегетационный период	невегетационный период
Алматинская область					
1737...3525	1116...2962	521...1121	105,1...175,0	81...482	73...722
Жамбылская область					
2871...3900	2022...3050	830...1170	149,9...187,5	85...286	88...350
Кызылординская область					
3504...4085	2633...861	1051...1276	174,4...199,1	54...82	60...141
Южно-Казахстанская область					
3612...4589	2852...4456	1084...1391	177,9...210,2	75...329	92...622

Данные табл. 1 показывают, что климатические показатели Южного Казахстана благоприятны для возделывания на орошаемых землях

практически любых сельскохозяйственных культур. Однако, высокая испаряемость, в несколько раз превышающая атмосферные осадки в вегетационный период, способствует формированию неблагоприятного водно-солевого режима на орошаемых землях. Коэффициент увлажненности (отношение естественной влагообеспеченности к испаряемости за вегетационный период) на орошаемых землях Южного Казахстана в основном не превышает 0,3 (рис.).

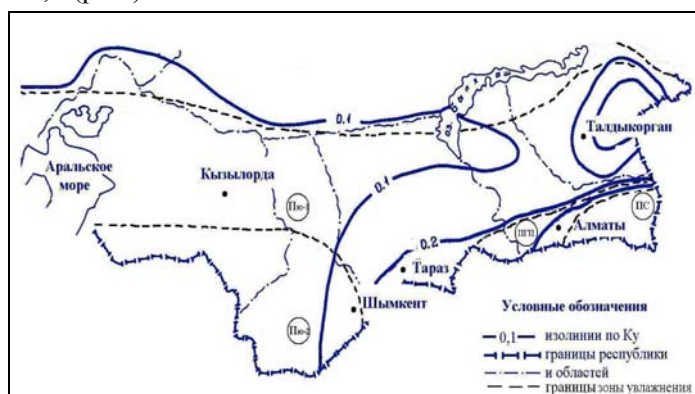


Рис. Изолинии естественной увлажненности территории Южного Казахстана.

При возделывании сельскохозяйственных культур в данном регионе возможно применение различных способов орошения: поверхностного, дождевания, капельного и внутрипочвенного [3-6]. Первые два способа являются основными в настоящее время. Капельный применяют сравнительно недавно, а внутрипочвенный, из-за трудоемкости его исполнения, не нашел применения в орошаемом земледелии (табл. 2).

Таблица 2

Назначения способов орошения

Способ орошения	Назначение						
	увлажнение почвы	увлажнение воздуха	влагозарядка	промывной режим	провокационный полив	противозаморозковый полив	внесение удобрений и гербицидов
Поверхностный	+	x	+	+	+	-	x
Дождевание	+	+	x	-	+	+	x
Капельный	+	-	x	-	-	-	+
Внутрипочвенный	+	-	x	-	-	-	+

Примечание: «+» – возможно, «x» – возможно частично, «-» – невозможно.

Экономное использование оросительной воды в орошаемом земледелии, что особенно актуально в Южном Казахстане, во многом определяется технологией полива. Поэтому, по сравнению с поверхностным орошением, водосберегающим способом полива является дождевание. Опыт эксплуатации дождевальных машин показывает, что поверхностный сток и потери на фильтрацию при поливах снижаются, если соблюдать технологию орошения [1].

Так при использовании дождевальной машины ДДА-100 МА:

- полив проводится при движении дождевального агрегата нормами 400...500 м³/га;
- после полива проводится рыхление междурядий;
- нарезаются прерывистые борозды на почвах тяжелого механического состава, причем места разрыва борозд постоянно меняются.

При выполнении данных требований происходит перераспределение искусственного дождя на поверхности почвы. Технические характеристики агрегата ДДА-100 МА: расход воды – 130 л/с, напор – 34 м, расстояние между оросителями – 120 м, слой дождя за один проход – 5 мм, рабочая скорость – 1,1 км/ч (при движении вперед) и 0,6 км/ч (назад).

Для ликвидации непроизводительных потерь оросительных вод на сбросы, образующихся при работе ДДА-100 МА с передвижной перемычкой из плотной ткани, поливы следует проводить по бьефам, длина которых определяется уклонами дна оросителя и поддержания в нем слоя воды 30...35 см, обеспечивающего работу всасывающей линии. Такие условия создаются при установке в оросителе переносных перемычек из плотной ткани. Расстояние между перемычками, определяемое длину бьефа, устанавливают из условия поддержания расчетного слоя воды в оросителе на участке работы дождевальной машины.

Аналогичные требования по технологии полива предъявляются к широкозахватной технике, которая имеет низкую интенсивность дождя (0,1...0,3 мм/мин). При такой интенсивности дождя хорошее качество поливов обеспечивается даже поливными нормами 450...500 м³/га, если скорость ветра не превышает 1...2 м/с. Хорошая равномерность увлажнения почв достигается дождевальной машиной «Волжанка» с поливной нормой 400...500 м³/га за 3,5...4,0 часа работы с одной позиции. За счет поверхностного перераспределения воды обеспечивается увлажнение недополиваемых участков, однако образуются зоны интенсивного питания грунтовых вод.

На поливных участках с выраженным микрорельефом или засеянных культурами сплошного сева хорошее качество полива достигают путем сокращения расстояния между позициями и увеличения степени перекрытия. С повышением скорости ветра последняя должна увеличиваться и соответствовать величине сноса дождевого шлейфа. Это обеспечивается, если оборудовать ДМ «Волжанка» напорными соединительными шлангами, позволяющими изменять расстояние между позициями. Для исключения интенсивного стока величины поливных норм не должны превышать 400 м³/га.

Равномерное увлажнение почв достигается и при дробной подаче воды, когда поливы начинают с середины поля, разделенного на три участка: вначале на первый участок подают 75 % поливной нормы, второй – 50 %, третий – 25 %, а при обратном ходе «Волжанки» оставшуюся часть нормы – 75 %, 50 % и 25 %. Таким же образом поступают при поливе второй половины поля. При такой технологии полива повышается равномерность увлажнения и снижаются непроизводительные потери оросительных вод.

При использовании дождевальной машины «Кубань» также лучше применять дробную подачу воды за два прохода: при первом проходе подавать 40 % поливной нормы, при втором – 60 %. Наряду с повышением равномерности увлажнения почв это снижает нагрузки на моторы-редукторы, что повышает надежность работы машины. Для повышения качества междурядных обработок орошаемое поле следует делить пополам и поливы начинать с середины. Междурядные обработки проводят после второго прохода ДМ «Кубань», после уплотнения гребней борозд – после каждого прохода дождевальной машины.

При использовании ДМ «Фрегат» хорошая равномерность увлажнения почв предопределяется преимущественно временем подачи поливной нормы без образования стока и луж. Соответственно, скорость прохождения дождевальной машины устанавливается из условия впитывания максимально возможного объема воды без появления интенсивного стока. Объем впитавшейся воды – это рациональная поливная норма для данных условий.

Полив дождеванием, напуском и по полосам имеют один общий недостаток: орошается вся поверхность почвы. А растения высевают и высаживают рядами, расстояние между которыми часто значительное. В зависимости от культуры участки, не занятые растениями, могут занимать до пятидесяти процентов площади поля. Корни растений охватывают толщу почвы, включая и не засаженную ее часть, но с не затененной растением поверхности вода очень быстро испаряется.

При поливе по бороздам орошается лишь часть территории, но вода подается именно на ту часть борозды, которая свободна от растений. Вода в этом случае все равно быстро поступает к корням, но лишний расход воды, не приносящий прибавки урожая, здесь есть.

В последние двадцать лет в Казахстане усиленно разрабатывается метод капельного орошения, который основан на следующем принципе. Вдоль ряда растений кладут гибкую трубку из синтетического материала. Через определенное расстояние между растениями в ряду на трубке делают отверстия, в которые вставляют специальные клапаны (капельницы), регулируя которые можно изменять скорость подачи воды в почву. Вода подается прямо около растения, и оно тут же использует эту воду, которая почти не тратится на испарение. В трубку вода подается под напором. Очевидно, в этом случае достигается самое продуктивное использование воды по сравнению с другими способами полива.

Главной особенностью капельного орошения является подача воды непосредственно к каждому растению в соответствии с его биологической потребностью. Вода поступает в корнеобитаемый слой почвы и увлажняется только зона распространения корней, междурядья остаются сухими. Преимущества данного способа – существенно меньший расход воды, энергии, удобрений (в 2...5 раз), чем при традиционном поливе, подача воды к каждой культуре экологически безопасным методом.

От капельного орошения можно ожидать следующих результатов:

- экономию поливной воды;
- снижение потерь воды на фильтрацию и испарение;
- отсутствие поверхностного стока и водной эрозии;
- уменьшение сорной растительности и непроизводительных расходов воды;
- оптимальное и устойчивое увлажнение корнеобитаемого слоя в периоды роста и развития растений;
- возможность локального и дозированного внесения удобрений вместе с водой;
- отсутствие подъема грунтовых вод и опасности засоления почв или реставрации солей;
- повышение урожайности возделываемых культур.

В настоящее время на орошаемых землях применяют различные способы полива: поверхностный, дождевание и капельный. Первый является основным, он распространен на площади более 90 %. Из-за отсут-

ствия соответствующей техники в крестьянских хозяйствах, а главным образом – финансовых средств некоторые фермеры поливают напуском, теряя значительную часть воды и существенно увеличивая поливную норму. По сравнению с таким поливом более экономичным является полив по бороздам, который нашел самое широкое применение. Однако в условиях постоянного острого дефицита оросительной воды, следует обратить внимание на имеющиеся водосберегающие технологии орошения, а не ждать пока вода станет на вес золота.

Исходя из минимума затрат дефицитной в Южном Казахстане оросительной воды и с позиции, что без нее невозможно получать окупаемые урожаи сельскохозяйственных культур, эффективность водосберегающих технологий орошения рассмотрена с точки зрения экономии воды (табл. 3).

Таблица 3

Оценка различных способов и технологий орошения

Показатель, м ³ /га	Применяемая технология (по бороздам)	Рекомендуемая		
		через борозду	дождевание	капельное
Оросительная норма	6500...7500	4500...6000	4000...5500	4000...4500
Поливная норма	1300...1500	900...1200	300...500	-
Экономия воды		1500...2000	2000...2500	2500...3000

Экономия поливной воды с учетом потерь воды в оросительной сети будет намного больше. Приведенная экономическая эффективность рекомендуемых технологий орошения позволяет считать их вполне приемлемыми для внедрения на агроэкосистемах Южного Казахстана, где дефицит водных ресурсов и напряженная водохозяйственная обстановка ощущается особенно остро.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Вышпольский Ф.Ф., Рахимов А.Р. Рациональная технология освоения орошаемых земель Центрального Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1986. – 24 с.
- 2 Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Адилбектеги Г. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности агроландшафтов. – Тараз, 2007. – 218 с.
- 3 Система ведения сельского хозяйства Алматинской области / Кененбаев С.Б., Иорганский А.И., Нурпеисов И.А. др. – Алматы: ТОО «Нурлы Алем», 2005. – 296 с.

- 4 Система ведения сельского хозяйства Жамбылской области / Кененбаев С.Б., Нурпеисов И.А., Уразалиев Р.А. и др. – Тараз: ТОО ЖИЦ «Сенім», 2006. – 456 с.
- 5 Система ведения сельского хозяйства Кызылординской области / Под ред. Нургисаева С.У., Бисенова К.А., Карлиханова Т.К. и др. – Алматы: Изд-во «Бастау», 2002. – 512 с.
- 6 Система ведения сельского хозяйства Южно-Казахстанской области (на казахском языке) / Под ред. Куришбаева А.К. и Омбаева А.М. – Алматы: Изд-во «Бастау», 2006. – 432 с.

Поступила 01.02.2013

Техн. ғылымд. канд. С.Д. Магай

**ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ АГРОЭКОЖҮЙЕЛЕРІНДЕ АУЫЛ
ШАРУАШЫЛЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН СУҒАРУДЫҢ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БАҒАЛАУ**

Дәстүрлі қолданылатын технологияларға қарағанда, бір қатар артықшылықтары болатын ресурстарды үнемдеу технологиялары республикамыздың Оңтүстік өңірлері үшін өте тапшы болатын суды агроэкожүйелерінде үнемдеуге мүмкіншілік береді.

ЭОЖ 338.48(574)

Е.Д. Исаков *

Геогр. ғылымд. канд. Қ.Қ. Мұздыбаева *

**ӘЛЕМДІК КЛАСТЕРЛЕРДІҢ ҚҰРЫЛУ ТАРИХЫ МЕН
ТӘЖІРИБЕСІН ТАЛДАУ***ТУРИЗМ, ГЕОГРАФИЯ, КЛАСТЕР, ҚАЗАҚСТАН ЭКОНОМИКА,
МЕХАНИЗМ, МОДЕЛЬ, ШЕТЕЛ, ТАРИХ, ДАМУ*

Бұл мақалада кластерге бірігуші кәсіпорындардың нарықтық бәсекеге қабілетті болуының және олардың экономикалық – географиялық орнының маңыздылығы қарастырылған.

Әлемдік кластерді қалыптастыру тәжірибесін талдау, негізгі тәсілі мен әдісін ерекшелеу, оның бәсекеге қабілеттілікті арттыруға ықпалын ерекшелеу үшін жүргізілді. Бұл жерде кластерлік саясат негізі экономикалық өсімнің және оның бәсекеге қабілеттілігінің тұрақтылығын қалыптастыруға бағытталған механизмдер мен әдістер жиынтығы ретінде анықталған.

Елдердің экономикасының ғаламдық өзгерістерге ұшырауы кезеңінде кластерлер кеңінен тарай бастады. Олар рыноктық қатынастары дамыған елдердің өнеркәсібінің түрлі салаларында Италия, Германия, АҚШ, Жапония, Ұлыбритания, сонымен қатар, дамушы елдерде, Латын Америкасы, Азия, Пәкістан, Бразилия, Үндістан, Африка мемлекеттерінде пайда болғанын атап кетуге болады [2].

Шағын кәсіпкерлік желісі мен кластерді дамыту бойынша бағдарламаларды өңдеу және енгізуде жеке сектор мен аймақтық үкіметтің өзарақызметін күшейту үшін ұсыныстар жиынтығы жасалды. Осы уақыт ағымында ұйыммен түрлі дамушы елдердегі: Үндістан, Индонезия, Малайзия, Мексика, Никарагуа, Гондурас, Ямайка, Боливия, Мадагаскар, Мароккода кәсіпорын кластерлерінің қызметінің тиімділігі, техникалық ынтымақтастығы, оларды қалыптастыру әдістері зерттелінді.

Экономикалық теорияда кластерлерді зерттеу 70-80 жылдардағы экономикалық әдебиетте «Үшінші Италия» деген атаумен мәлім,

* Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педогогикалық Университеті, к. Алматы

Италияның солтүстік–шығысында тиімді аймақтық экономикалық дамуының феноменіне негізделеді. 70 жылдардың соңында Италияның бай солтүстік-батысы (бірінші Италия) мен оңтүстігі (екінші Италия) экономикалық дағдарысты бастан кешірсе, елдің солтүстік–шығыс және орталық бөліктерінде жоғары экономикалық өсу байқалып, бұл жағдай экономистердің назарын аударды.

Нақты территорияда шоғырланған шағын кәсіпорындар жергілікті және экспортты рынокты дамытуға, үдемелі өсуге, сонымен қатар, халықты жұмыспен қамтуға қабілетті екенін көрсетті. Секторларда еңбекпен қамту ауыл шарушылығымен байланысты болмаса да, үшінші Италия ерекше өсуге ие болып және елдің басқа бөліктерімен салыстырғанда, қосымша құн тез жоғарылады. 1960 жылы басқа аймақтарға қарағанда миграциялық айырбаста халық санын маңызды көлемде кемітіп алған бұл аймақ, 1970 жылы халық үшін тартымды ауданға айналды.

Үшінші Италияның тез дамуы, әсіресе шағын және орта кәсіпорындарға негізделген салалардың тез өсуі, нақты секторлар мен жергілікті орындарда фирмалардың шоғырлануымен байланысты. Фирма «бұтақтары» (clusters) дәстүрлі тауарлар бойынша аяқ киім, былғары сөмкелер, тоқылған бұйымдар, жиһаз, қыш тақтайшалары, музыкалық аспаптар, тамақ өнімдері, сонымен бірге, осы тауарлар өндірісі үшін құрал-жабдықтармен жабдықтаушы салаларда әлемдік рынокта мықты позицияларды жаулап алуға қабілетті екенін көрсетті. Бұл кезде Германия және Ұлыбританияның ірі кәсіпорындары құлдырау кезеңінде болса, «үшінші Италияның» шағын және орта кәсіпкерлік кластерлері өндіріс пен экспортты ұлғайта алған [3].

Италияда кластерлердің дамуы мемлекет рөліне басым негізделеді: яғни көмек ретінде басқаруды жүзеге асыруы, экспортқа жеңілдіктер мен кепілдемелер беруі, инвесторларды тарту мен қолдау, консалтингтік қызметтер көрсету шаралары дәлел.

Ұзақ жылдар бойы Бүкіләлемдік экономикалық форум (World Economic Forum – WEF) сарапшыларының шешімі бойынша бәсекеге қабілетті көшбасшы ел болып, АҚШ, Жапония, Ұлыбритания сияқты мемлекеттерді және басқа әлемнің 102 мемлекетін басып озған Финляндия саналды. Фин экономикасының негізгі динамикалық дамуы кластерлермен тікелей байланысты екені көптеген ғалымдардың еңбектерімен дәлелденген.

Кластерлік талдау шеңберінде Финляндия экономикалық саясатты қайта құрумен кешігіп, ол тек 1995 жылы жасалды, дегенмен, фин экономикасы институты жүзеге асыратын «Финляндия артықшылықтары» жоба шегінде ұлттық өнеркәсіптің және басқару шешімдерін ақпараттық қамсыздандырудың келешек мүмкіндіктері анықталды. Сауда және өнеркәсіп Министрлігі директивалар дайындап, оның негізінде Ұлттық өнеркәсіптік стратегия өңделіп, бекітілді, оның көмегімен кластерлік дамуға бағытталған өнеркәсіптік және технологиялық бәсекелік саясатты макроэкономикалық реттеуге өту мүмкіндігін алды.

Қуатты кластер 120 өндірісті біріктіретін, Nokia компаниясының маңында топтастырылатын, телекоммуникациялық құрал-жабдық өндірушісі. Қазір бұл компания Финляндияның алдағы ғылыми – техникалық жетістіктердің алпауыттар қатарына шыққан. Елде ғылыми-зерттеу жұмысына мемлекеттік қаржыландыру көлемі онсызда ең жоғарғысы – 3,6 пайыз ЖІӨ-нен, ал Nokia үлесіне барлық бизнес-инвестицияның бұл сферада 35 пайызы келеді және кәсіпорындар үшін тартымды шеңбер пайда болды: білімнің жоғарғы деңгейі сұранысты және ақпараттық технология өніміне ұсыныс, сонымен бірге сауаттылық деңгейін одан да жоғарылатуға жәрдемдеседі [4].

Өте мықты фин кластерінің тууы сәйкес табиғи ресурстардың бар болуымен байланысты, мысалы: ағаш, балық және т.б. Финляндияда қоршаған ортаны қорғау туралы кластер, жергілікті өндіріс саласын өңдеушілердің ластауының нәтижесінде құрылды.

Финляндияда қолданылатын кластерлер, фин экономикасын зерттеу институтының мамандарының пікірі бойынша (ЭТЛА) фин экономикасының тоғыз (орман, ақпараттық және телекоммуникациялық, металлургиялық, энергетикалық, бизнес-қызмет, денсаулық сақтау, машина жасау, тамақ, құрылыс) саласы үшін маңызды болып табылады, экспорт көлемінің негізін құрайды және елдің ЖІӨ-нің маңызды бөлігін қалыптастырады.

Еуропада, ЕО шеңберінде кластерлік саясат 1968 жылдан бастап жетілдірілді. Бұл моделдің негізі болып, шикізатты алудан бастап, оны өңдеу және жүзеге асыруда көп жағдайда сәтті өндірістік аймақтарды дамыту болып табылады. Дания үкіметінің ұсынысы бойынша 1988 жылдан 1993 жыл аралығы кезеңінде Даттық желілік бағдарлама іске асырылды. Бұл бағдарламаның өңделуіне себеп ғаламдық масштабта шағын және орта бизнес секторларының бәсекеге қабілетсіздігінен

туындады. Желіні құру мақсаты, бәсекеге қабілеттілікті жоғарылатуға бағытталған, бизнестің жаңа бағыттарын анықтау, агенттер мен дистрибьюторларды жаңа рыноктарға енгізу, жеке фирмалардың қуатты тұстарын пайдалана отырып, жаңа өнімдерді рынокқа шығару мен өндеуде көрінеді. Данияда кластеризациялау жолындағы негізгі проблемалардың бірі фирма аралық кооперацияның даттық іскерлік мәдениетке сай болмауы. Дегенмен, бағдарлама тиімді жүзеге асырылды: бес жыл ішінде бағдарлама кең көлемді масштабты иеленіп, 10...12 мың кәсіпорындық мақсатты топтан бес мыңы желіні қалыптастыру құрамына енді, бағдарламаның жоғары деңгейі даттық іскерлік мәдениетінің бөлігі ретінде кәсіпорындар желісін құруға ықпал етті. Желінің құрылуы бизнес проблемасын шешудің бірден-бір жолы екендігі дәлелденді, маркетингтік зерттеулер нәтижесінде сауалнама жүргізілген кәсіпорындардың 75 % -ы желіге қатысуы, олардың бәсекеге түсу қабілетін жоғарылатқанын, респонденттердің 90 %-ы бағдарламаны субсидиялау мерзімі аяқталғаннан кейінде желіде өз қызметін жалғастыруды көздеп отырғандығын білдірді, бағдарлама басқа еуропалық елдерде өзіне ұқсас бағдарламаларды жасауда үлгі болып, желіні дамыту Испания, Португалия, Франция, Ұлыбритания, Норвегия, АҚШ, Канада, Австралия, және жаңа Зеландия аймақтарына экспортталды.

Даттық бағдарлама үкіметпен қаржыландырылса, Ұлыбританияда шығындар негізінен қатысушы кәсіпорындарымен төленеді. Даттық келістің артықшылығы, қамтудың кеңдігі мен дамытудың жоғары жылдамдығында байқалса, ал британдық келіс – қатысушы кәсіпорындардың жолын ұстауға басымшыл және бағдарламаның өміршеңдігі мен тұрақтылығына қол жеткізуге қабілетті.

Келесі, Германияда аумақтарының дамуына өз қаражаты есебінен дамудың меншік бағдарламаларын жүзеге асыратын және оған сай жер дербестелетін федералдық бөлім ықпал жасайды. Мемлекет бұл бағытта жоғары технологияға негізделген даму жолын ұстанған және өнеркәсіппен ғылыми орталықтардың нығайған консолидациясы жүргізіледі. Үш түрлі кластерді бөліп алуға болады: ғылыми, өз технологияларын өндіріске беруші, инновациялық фирмалар базасында пайда болатын, бәсекелік ортада жұмыс істеуші, зерттеулер мен өндірісті біріктіруші. Өнеркәсіптік кластерлер қаржы ресурстарын федералды және жергілікті көздерден алады. Германияда жоғары технологиялы жеті кластер ішінен үш озат әлемдік кластер құрметті атауға ие болды: «21 ғасырдың

«Силиконды алқабы» бұл Мюнхен, Гамбург, Дрезден. Кластерлік келісті қолданудың негізгі принциптері келесі рыноктық механизмдерге сүйенеді: шағын және орта кәсіпкерлердің мемлекеттік қолдаусыз, дербес жұмыс істей алуға қабілеттілігі, тиімсіз кәсіпорындардың рынокта жұмыс істеуін тоқтатуы, шағын және орта кәсіпкерлікке мемлекет қаржылық көмек көрсету үшін негізгі шарт – несиеге қабілетті болуымен сипатталады.

Франция басқа елдермен салыстырғанда, шаруашылықтың жаңа формасына өтуі күрделі формада жүзеге асырылды, себебі бұл елде 25 % жұмыс күші еңбектенуші және өнімнің 30 %-ы мен экспорттың бір бөлігі өндірілетін мемлекеттік сектор қуатты орталықтандырылған. 1995 жылы территорияны дамыту және құру бағдарламасы қабылданып, аймақты дамытуды басқару бойынша және оны көріктендіру қорының ұйымдары құрылды. 1997...1998 жж. бағдарлама жобасы өңделді, өндірістік кластер жүйесімен біріккен аймақты дамытудың 99 жобасы бекітілді.

Бұл қызметті жүргізу нәтижесінде жүйеге 4,3 мың кәсіпорын енді. 30 ірі компания айналасында біріккен кәсіпорындар шоғырланды. Жобаларды бөлу пропорционалды түрде болғанымен, кейбір территориялар белсенді дамуға бет алды: Пириней оңтүстігі, Рона- Альпы, Фран-Конте, Овернь, Шампань, Арденна, Париж, Тулуза, Марсель, Сен - Этьен қалалары.

Дәстүрлі өнеркәсіптік секторлар (машина құру, тоқыма, ағаш өңдеу, жиһаз) техникалық жаңалықтарды енгізеді: автоматизация, орау, кадрларды дайындау, жинастыру, ал жаңа өндірістер мультимедиа, микроэлектроника, биотехнология салаларында дамыған.

Францияның экономикалық даму бағдарламасында технополистер жүйесі арқылы жүзеге асырылатын инновациялық бағдарламалар маңызды және Жерорта теңізінің оңтүстік жағалауында қарқынды дамуда, бүгінгі таңда Антиполис, Монпелье, Тулон, Марсель, Моннольс баршаға мәлім кластерлер. Оларды құруда жоғары технология мен іскерлік белсенділіктің негізгі звеносы болатын арнайы мемлекеттік инжинирингтік және ғылыми институттардың ашылуы маңызды фактор болып есептелді. Осы шаралар елдің бәсекеге қабілеттілігін нығайту мақсатына бағытталды және үкіметтің нысаналы қадамдары белгіленген экономикалық стратегиясы пайда болды: экономиканың инновациялық секторын қалыптастыру және дамыту, еңбек рыногын икемділікке келтіру, шетел компанияларымен «жұтылып кету» қаупінен ұлттық капиталды қорғау, жаңа салық саясатын өңдеу және өткізу.

Франция үкіметі елдің халықаралық бәсекеге қабілеттілігін жоғарылатуға бейімді ірі ұлттық жобаларды жүзеге асыруда ұйымдастырушы, түзетуші және негізгі инвестор болу рөлін атқарды [1].

Корея елінде шағын және орта бизнес субъектілері 3 млн. жуық барлық компанияның 99,5 %-ын құрайды. Оның ішінде шағын кәсіпорындардың үлесі 97 %. Кореяда шағын кәсіпорындар еңбекпен қамтудың маңызды көзі болып саналады, өйткені мұнда елдің экономикалық белсенді тұрғындарының 87 %-ы еңбек етеді (10 млн. адам). Шағын және орта кәсіпорындардың үлесіне елдің ЖІӨ-нің жартысы және Оңтүстік Кореялық экспорттың 43 %-ы тиесілі.

Жаңа инновациялық жобаларды ойластыратын бизнес-инкубаторлар, венчурлық қорлар дамыған. Кластерлердің пайда болуына қосымша мысалдарды келесі кестемен бейнелейміз:

Кесте

Әлемдік кластерлердің құрылуы

Аймақ	Кластер	Құрылған жылы	Инициатор	Тартымдылығы	Дамуы
Ольборг, Дания	Мобильді телекоммуникациялар	1948	SP радио	Теңіз саласы	Өңдеулер, технологиялар, университетпен байланыс
Далпон, Джорджия (АҚШ)	Кілемдер	1918	Craft tufters	Өңдеулер	Автоматтандыру, өңдеудегі бәсекелестер
Кастел Гофредо, Италия	Тоқыма	1923	Ноэмидегі фабрика	Рыноктар	Жабық фабрикалар, жұмысшылар
Иби, Испания	Ойыншықтар	1915	Paуа SCVI Hermanos	Үй	Түрлі өнімдерді өңдеу
Калифорния (АҚШ)	Технология, фармацевтика	1950	Hybritech	Теңіз базасы, климат	өнімдер, венчурлық капитал
Сосоло, Италия	Жұқа қыш	1960	Rubbiani	Балшықты жер	Инновация, бәсекелестер,

Сондай-ақ, шығыс Еуропа елдері өнеркәсіпті кластерлеуді қолдап отырғанын айта аламыз, оның үстіне Венгрия, Словакия, Чехия және Словенияда оны арнайы мемлекеттік бағдарламалармен қорғалуы, оның

жан-жақты тартымдылығын, қарқынды даму, интеграцияны, ашық және айқындылығын қамтамасыз етеді. Бұл жағынан ерекше жетістікке жеткен Венгрия мемлекетінде 75 кластерді, оны дамыту үшін негізгі кластерлер болып саябақ өнеркәсібі табылды. Кластерлік бағдарлама PANAC автокөлік кластерін дамытуға бағытталған, бұнымен қоса ағаш өңдеу, туризм саласы дамуда.

Кластерлеу дамыту аймақтарында, мысалы: Голландиядағы гүл бизнесі, Франциядағы косметика, Швейцариядағы – сағат, Сингапурдағы – мұнай-химияны атап өтуге болады. Осыдан бір жақты және жоғары стандартты кластердің жоқ екендігі туралы қорытындыға келеміз, өйткені кластер әр түрлі мемлекет дамудың әр түрлі деңгейінде және әр текті ресурстар және мүмкіндіктердің болуынан туындайды. Кластерлік үлгілер бір-бірінен ерекшеленеді, алайда бүкіл жерде олар орта және шағын бизнеске, аймақтың дамуына қуатты серпіліс береді.

Осылайша, кластерді құру және дамыту жеткілікті қиын процесс, рынок және инновация жағдайларының өзгеруіне бейімделу жұмыстарымен үнемі айналысуды талап ететіне көз жеткіздік. Кластерлік тәсіл қолданылған елдерде ақпаратты алу және кластерге қатысушылармен тіл табысу нәтижесіне құндылықтар тізбегі шеңберіндегі компаниялар қарым-қатынасы, инновациялық байланыстар, кластердің институционалды детерминанттары, кластердің инновациялық жүйесінде орын болу нәтижелерімен байланысты. Кластерді зерттеудің көп жағдайларында түрлі елдер, өзара байланыстағы компаниялар арасында тізбектік құрылымдардың немесе түрлі жағдайларға сүйенуші өнеркәсіп топтарының болатыны анықталды:

саудадағы өзара байланыс;

инновациялық байланыста;

білім ағымында;

білімнің жалпы базасында немесе жалпы факторлық шарттарда.

Стандартты негізгі нүктесі әр топ үшін, компанияға жабдықтаушылардың жүйесі, тұтынушылар, сәтті инновация процесін жүргізу үшін өнеркәсіп агенттерінің білімдері керек екендігі болжам болып табылады. Көп жағдайда кластерлік тәсілде шектеулерден өту үшін әр түрлі техникалық комбинациясы түрлі деңгейлерде қолданылады.

Сонымен, кластерді дамытудың әлемдік тәжірбиесін зерттей келе, дамыған және дамушы елдерде оларды құру мақсаты мемлекет тарапынан қолдаумен немесе кәсіпорындардың географиялық жақын орналасуынан

пайда болғанын, осы себептен Финляндия, АҚШ, Италия, Германия, Дания тағы басқа мемлекеттерде «өсу нүктесі» немесе экономика «локомотивтеріне» айналғанын көруге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Адрианов Н. Государственный дирижизм во Франции: история и современность // Общество и экономика. – 2005. – № 12. – С. 39-48.
2. Ващук Я.П. Силиконовая долина: история возникновения и роль в инновационном развитии // Теория и практика управления. – 2004. – №5. – С. 3-7.
3. Портер Майкл Э. Конкуренция: Пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 608 с.
4. Теоретические основы развития конкурентоспособного бизнеса и направления их реализации на региональном уровне: Отчет о НИР – Астана. – 2005 – 46 с. – Отв. исполн. С.Б. Байзаков.

Поступила 27.03.2013

Канд. геогр. наук К.К. Муздыбаева
Е.Д. Исаков

АНАЛИЗ ИСТОРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И МИРОВОГО ОПЫТА КЛАСТЕРНОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ

В статье рассматривается важность экономическо-географического положения и конкурентоспособность предприятий, объединенных в кластер, в условиях рыночной экономики.

Е.Н. ВИЛЕСОВ, В.И. МОРОЗОВА, И.В. СЕВЕРСКИЙ
«ОЛЕДЕНЕНИЕ ДЖУНГАРСКОГО (ЖЕТЫСУ) АЛАТАУ:
ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ»
Алматы, 2013 – 244 с. ISBN 978-601-247-749-8



Хребет Джунгарский (Жетысу) Алатау является важной областью формирования водных ресурсов в засушливой зоне юго-востока Казахстана. Именно наличие таких ресурсов обеспечивает саму возможность успешного поливного земледелия в Семиречье – древнейшей зоне земледелия на территории Казахстана. Ледники, обладая чрезвычайно благоприятным для нужд орошения режимом стока, удачно дополняют другие его виды. В Семиречье водозабор на орошение превышает 1,3 км³/год, обеспечивая 30...50 % летнего стока горных рек.

Заметное уже потепление глобального климата, обусловленное естественными и антропогенными факторами, вызывает соответствующие изменения в ледниковых системах, в т.ч. и в горах Джунгарии. При этом для практических целей важно проследить скорость уменьшения современного оледенения как по площади, так и по объему, оценить влияние этих изменений на водных ресурсы в регионе. Поэтому цель, которую поставили себе авторы, заключалась в гляциологическом мониторинге происходящих изменений, имеющих место в Джунгарском Алатау, и их анализе для установления закономерностей пространственно-временной эволюции этой внутриконтинентальной ледниковой системы в последние десятилетия в связи с изменениями климата.

Следует признать, что динамика горной ледниковой системы является, очень хорошим индикатором климатических изменений в регионе, на что указывают и авторы.

Структурно работа состоит из пяти глав. В *первой главе* авторы достаточно подробно излагают историю исследований ледников, начиная с первой половины девятнадцатого века, т.е. более чем за 170-летний период. Они характеризуют вклад в изучение оледенения горной Джунгарии таких выдающихся исследователей Семиречья середины 19 века как А. Шренк, Г.С. Карелин, П.П. Семенов, И.В. Мушкетов и др. Кстати, И.В. Мушкетов, будучи геологом, инструментально определил уровень воды в Балхаше, что позволило в настоящее время восстановить вековой ход этого уровня и успешно его изучить на 150-летнем отрезке времени. Авторы, таким образом, показывают, что наши знания, о ледниках Джунгарского Алатау, как и в других отраслях науки, собирались постепенно, по крупицам, и современный уровень знаний и понимание законов, по которым живут ледники, был бы невозможным без усилий тех первых исследователей. Поэтому обращение авторов к начальной истории исследований – это не просто дань уважения к своим предшественникам, но и положительный этический момент. Сейчас, когда наука делается в большой спешке, историей вопроса заниматься некогда и молодым исследователям часто кажется, что те или иные исследования начаты только вчера или, в крайнем случае, с момента обретения нашей страной независимости.

Большое внимание авторы уделили и истории более поздних и современных исследований ледников Джунгарии. Упоминаются фамилии таких известных исследователей первой половины 20 века, как Н.Л. Корженевский, С.В. Калесник, В.А. Обручев, М.М. Юдичев, В.Г. Горбунов и др.

Планомерное и комплексное исследование ледников Джунгарии началось, только с середины 20 века с момента создания Сектора географии Академии наук Казахской ССР, на основе которого сформировался нынешний Институт Географии МОН РК – крупнейшее эффективно работающее учреждение в области наук о Земле. В монографии показана роль академика АН КазССР Н.Н. Пальгова – научного руководителя первых экспедиций по линии Сектора географии, его «метода балансов» для определения толщины ледников, другие результаты исследований. Коллегами и продолжателями работ, начатых Н.Н. Пальговым, стали такие крупные ученые как К.Г. Макаревич, П.А. Черкасов, Е.В. Максимов, Л.К. Диденко-Кислицына, Е.Н. Вилесов, И.В. Северский и др. При этом авторы по величине вклада в исследования ледников Джунгарии вполне заслуженно на первое место выдвигают П.А. Черкасова.

В течение последних пятидесяти лет были глубоко изучены процессы накопления, преобразования и расхода льда на ледниках в зависимости от теплового баланса поверхности ледника, взаимодействия оледенения и климата, было оценено современное оледенение Джунгарии и его временная динамика.

В последние годы в исследовании оледенения стали широко использоваться спутниковые снимки высокого разрешения (Е.Н. Вилесов, В.И. Морозова). В результате были определены изменения количества ледников, их физические параметры, баланс массы ледников и его роль в формировании речного стока, оценены снежные ресурсы бассейнов всех рек Джунгарии (И.В. Северский). Выполнен ряд других исследований, в том числе оценена динамика оледенения Китайской Джунгарии.

Результаты исследований ледниковой системы последних лет, выполненные в Институте Географии МОН РК, вошли в первый Национальный Атлас РК в виде карт оледенения. Выполненные исследования в данной области, результаты которых рассмотрены в последующих главах, имеют и практическое приложение, позволяя на их основе хозяйствующим субъектам составлять прогнозы использования водных ресурсов на ближайшее лето и на долгосрочную перспективу.

Во второй главе авторы рассматривают географическое положение, тектонику, геологическую историю региона, климатические условия. Отдельный раздел посвящен вопросам древнего оледенения в горах региона. По концепции авторов, в четвертичном периоде здесь имели место пять (а не три или четыре, как полагалось ранее) ледниковых эпох, разделенных межледниковьями. При этом во время климатического оптимума голоцена ледники исчезали и вновь возродились при похолодании в позднем голоцене, около 3 тыс. лет назад. Предложенная схема хронологии плейстоцена может быть адаптирована и для других горно-ледниковых районов страны. В заключении главы рассматривается изменение основных элементов климата высокогорья в последние десятилетия. При этом широко применяется метод сравнения условий Джунгарии с условиями Заилийского Алатау, для которого имеется большой объем метеорологических данных, вполне достаточных для получения статистически значимых выводов. Авторы нашли, что в последние десятилетия происходит рост температуры и количества осадков в горах. Сделан прогноз изменения этих параметров на период до 2030 г.

Третья глава посвящена динамике оледенения хребта во второй половине 20 века, т.е. периоду, за который имеются необходимые данные, накопленные Сектором географии и Институтом географии МОН РК. Динамика оледенения анализируется по пяти секторам (бассейнам), на которые условно разделен регион. Авторы убедительно показали, что для всей Джунгарской ледниковой системы, включая ее китайскую часть, характерна устойчиво сохраняющаяся тенденция преобладающего отрицательного баланса массы ледников в течение последних пятидесяти лет.

Содержание *четвертой главы* логически вытекает из результатов, полученных в третьей главе: если тенденция отрицательного баланса имеет место, то как это сказывается на ледниковом стоке, и каких следует ждать изменений в каждом из пяти секторов ледниковой системы? Определение величины ледникового стока, т.е. суммарной абляции снега и льда, является одной из главных проблем современной гляциологии, поскольку именно абляция совместно с аккумуляцией играет главную роль в формировании баланса массы ледников и ледникового стока. С данной задачей авторы успешно справились, хотя они и отмечают, что полученные ими «количественные показатели..... не претендуют на высокую точность». Ими, тем не менее, получены достаточно убедительные данные о величине ледникового стока и его динамике в каждом из бассейнов.

В пятой главе содержится прогноз будущего состояния ледников и Джунгарской ледниковой системы в целом. Авторы сначала анализируют различные системы прогноза или построения сценариев, существующие сегодня, и приходят к выводу, что данные динамики оледенения, их «экстраполяция из прошлого через настоящее в будущее» – наиболее надежный метод, который и реализован в данной главе. В соответствии с выводами авторов, оледенение в Джунгарском Алатау может полностью исчезнуть к 2085 г. После этого питание горных рек будет формироваться только за счет талых снеговых и дождевых вод и грунтового питания. Однако объем речного стока уменьшится по сравнению с современным всего на 7...8 % или примерно на 525 млн. м³/год. Следовательно, даже полное исчезновение ледников к катастрофическому уменьшению стока рек Семиречья и всей Джунгарии не приведет. Ликвидация регулирующей способности ледников приведет, однако, к сдвигу максимума стока горных рек с июля-августа на май-июнь, во второй половине лета он будет минимальным, а «оросительная способность» рек снизится до минимума. Добавим, что потребление воды на другие цели тоже снизится.

Полученные выводы, безусловно, важны для лиц и организаций, занятых перспективным планированием развития Семиречья в целом.

Рецензируемая монография содержит полные и всесторонне выверенные результаты фундаментальных исследований по проблеме современного состояния ледниковой системы Джунгарского (Жетысу) Алатау и перспектив ее развития на ближайшие десятилетия. Поэтому ее выход в свет – это заметное явление в «Науках о Земле» в Казахстане. Оно делает честь и вызывает уважение к авторам монографии, выполнившим большую аналитическую работу, ко всем научным сотрудникам, принимавшим участие в исследованиях. Выход монографии – это дальнейший рост имиджа Института географии МОН РК, где сосредоточены основные исследования по ледникам, а также успешно сотрудничающих с ним факультета географии и природопользования КазНУ им аль-Фараби и Казахского агентства прикладной экологии.

Рецензент с удовольствием отмечает, что заключительная часть исследований и подготовка монографии выполнялись в рамках фундаментального исследования МОН РК ГФ-370 «Научные основы оптимизации использования природных ресурсов и обеспечения устойчивого развития в условиях изменения климата», научным руководителем которого он является.

Профессор кафедры метеорологии и гидрологии КазНУ им аль-Фараби, доктор геогр. наук В.С. Чередниченко

СИРЕНЕВЫЙ ЮБИЛЕЙ**к 95-летию со дня рождения Т.В. Дзевицкого****к 90-летию со дня рождения М.Г. Сагитовой****ТАДЕУШ ВИКЕНТЬЕВИЧ ДЗЕВИЦКИЙ**
(1918 – 2000)**МАРЬЯМ ГАЛИМОВНА САГИТОВА**
(1923 – 2001)

«У Алматы есть потрясающе красивая история, которую в связи с уходом из жизни её главных героев и утраты их драгоценного, почти волшебного дара нашему городу, стране, миру, уже можно назвать легендой» – Ксения Евдокименко корреспондент газеты «Новости недели».

В марте текущего года состоялись две юбилейные даты. Речь идёт об известных в нашей стране и за её пределами учёных, селекционерах сирени Марьям Галимовне Сагитовой и Тадеуше Викентьевиче Дзевицком. Главе семейства 23 марта исполнилось бы 95 лет, а его супруге в первый день весны 90.

За почти полвека своей селекционной работы, которую правильнее было бы назвать подвигом человеческой души (как однажды сказала корреспондент газеты «Казахстанская правда» Наталья Тодорова), они вывели около 300 новых форм сирени. И сегодня самые лучшие сорта этого удивительного по своей красоте растения ещё украшают наши скверы, дворы и дачи.

Долгие годы сирень была вторым после алма-атинского апорта символом Алма-Аты. Выращена эта красота была не только сотрудниками Главного ботанического сада Академии наук Казахской ССР Мельник А.Ф., Рубанюк В.Г., Паршиной З.И., Дягилевым Б.К., но и руками М.Г. Сагитовой – кандидата биологических наук, доцента Казахского Педагогического института им. Абая (ныне университета) и её супруга Дзевецкого Тадеуша Викентьевича, (будучи по своей основной профессии строителем-электромонтажником). Он зарекомендовал себя отличным профессионалом, о чём говорят звания «Заслуженный строитель Казахской ССР» и «Отличный электромонтажник СССР», а душой прикипел к сирени.

Супруги подарили нашему городу, тогда ещё бывшему в статусе столицы Казахской ССР, более 6000 кустов сирени и множество черенков.

У Вечного огня в Парке 28-ми гвардейцев-панфиловцев селекционеры разбили сиреневую поляну в честь 35-летия Победы над фашистскими захватчиками. Они создали своеобразный живой календарь мирных лет, ежегодно в День Победы отмечая его (собственноручно высаживая) очередным кустом сирени. Кстати, благодаря акимату города, перед сиреневой поляной была установлена памятная плита, говорящая о том, что сиреневая поляна дар селекционеров родному городу и его жителям. И хотя надпись на мраморной плите едва различима, желающие могут найти даты жизни и смерти селекционеров.

До сего дня сирень Марьям и Тадеуша украшает некоторые внутренние дворы, частные коллекции. А вот уникальный «Сиреневый сад», который супруги заложили на территории агробиостанции КазПИ им. Абая, к сожалению, уничтожен. Не ведали и не гадали супруги, что в один прекрасный день, земля, на которой был разбит сад станет лакомым кусочком и его продадут под строительство элитных коттеджей, совершенно не заботясь о судьбе селекционной сирени.

Марьям Галимовна и Тадеуш Викентьевич ежегодно, начиная с 1980 года, проводили персональные выставки, чтобы познакомить жите-

лей Алма-Аты и её гостей со своими достижениями. Выставки стали своеобразной городской традицией, посетители шли на них тысячами. Местная власть помогала тогда в организации этих выставок-смотров, **и даже** выделила землю для разбивки большого сиреневого сада с видом на Заилийский Алатау на углу улиц Аль-Фараби и Навои. (Задуманному не суждено было осуществиться. С развалом Советского Союза наступили тяжелые времена для города и страны, так что думать о возвышенном не было ни времени, ни средств.)

Множество грамот и дипломов городского и республиканского общества природы стали признанием общественной деятельности Марьям Сагитовой и Тадеуша Дзевицкого до перестройки. О них узнал мир, тоже очарованный сиреневой фантазией супругов. Двенадцать их зелёных питомцев получили государственные сертификаты признания.

После просмотра документального фильма Владимира Пантелеевича Татенко «Марьям и Тадеуш» о знаменитых селекционерах сирени из Алма-Аты, героев буквально засыпали письмами с просьбой прислать черенки и семена. Шесть килограмм семян гибридной коллекции Марьям и Тадеуш разослали любителям сирени в разные уголки Советского Союза.

Об уникальной коллекции сирени знают в Германии, Канаде, Великобритании, США, Японии, Италии, Швейцарии, Испании, Израиле, Болгарии, Литве, России и других странах. Сирень из Казахстана растёт в коллекциях любителей России, Англии, Польши и Канады.

Общественность города и зарубежные представители всячески старались поддержать селекционеров при жизни и оказать поддержку в спасении сиреневого сада после их смерти.

Посольство Святого Престола Ватикан в РК, Канадское Посольство в РК, Посольство Королевства Нидерландов в РК, UNDP & GEF Организации Объединённых Наций, Посольство США в РК помогли в проведении ежегодных сиреневых вечеров в Алма-Ате, а в последствии и Фестивалей сирени, включающих музыкально-поэтические концерты, выставки детских рисунков, полотен известных художников. Всё, что там было представлено – посвящалось **СИРЕНИ**. Помимо концертов и художественных выставок, зрители наслаждались экспозициями живой сирени, которую в последние годы приходилось собирать из частных коллекций и из тех мест, где она ещё сохранилась. На последнем фестивале сирени было сотни участников.

Очень большую помощь в организации выставок и концертов оказывали Городская Станция Юных натуралистов, Хореографическое училище им. А. Селезнёва, АЛМО Казэлектромонтаж, Дом Учёных Академии Наук РК, Казгосфилармония им. Джамбула, ГМИ им. Кастеева; Союз художников, художественные галереи Арт-Нават, Вернисаж, Улар, Ретро, Арт центр Алма-Ата; Государственный Академический театр танца, Театр Лермонтова; хоровые коллективы Кунымай, Елим Ай, Коктем; Республиканский учебно-методический центр; Дома детского творчества Ауэзовского, Турксибского, Жетысуйского, Алмалинского, Медеуского районов; Лингвистическая гимназия № 68; музыкальные и художественные школы, гимназии и лицеи города; Клубы цветоводов «Галантус» и (фиалок) «Сенполия», цветоводы и любители цветов; художники, фотографы; представители телевидения и средств массовой информации.

Низкий поклон всем! Спасибо за поддержку!

Странички биографии юбиляров.

Марьям Галимовна Сагитова родилась в г. Томске – одном из старейших городов Сибири, бывшем долгое время научно-культурным центром (причинность событий – в Томске родился и жил Григорий Николаевич Потанин, наиболее известный своими путешествиями по Китаю и открытием сирени – *Syringa pubescens* subsp. *Var. potaninii* *microphylla*)

Мухаметгалим Сагитов, отец Марьям имел свой бизнес, но в 1931 г. его бизнес был экспроприрован и он перевёз свою семью в Алма-Ату. Надо было начинать новую жизнь. Но вновь пришла лихая беда, в 1937 арестовали отца Марьям и в течение 10 дней приговор расстрелять его был приведён в исполнение (реабилитирован посмертно). Его вина заключалась в активной коммуникабельности! Для семьи было тяжёлое время, и о нём Марьям вспоминать не любила. Знакомые отвернулись, боялись общения с семьёй врага народа, семья голодала. Пятнадцатилетняя Маруся, не дожидаясь окончания школы, поступила на курсы подготовки учителей начальных классов и стала преподавать в той же школе, где училась сама. Она была блестящей ученицей, упорной и педантичной. Её мечтой было – стать авиаконструктором, создавать для страны крылатые машины. Чтобы приблизить мечту, приходилось спать по 3...4 часа, после проверки домашних заданий школьников, подготовки учительских планов на очередные уроки и отчётов. И всё же, несмотря на клеймо «дочь врага народа», она смогла поступить в Казанский авиационный институт. Документы у неё приняли

только потому, что она отважилась написать письмо «всесоюзному старосте» товарищу Калинин. Однако проучиться в институте удалось только 2 месяца. Заболевает мама, и надо было возвращаться в Алма-Ату заботиться о семье. Она поступает в Казахский государственный сельскохозяйственный институт, когда на дворе уже стоял грозный 1941 год. Уходит на фронт брат Ибрагим (оставивший о себе память как военный фотокорреспондент), его сына, трехлетнего Эдуарда, Марьям вместе с младшей сестрёнкой Санией, забирают в свою семью. Приходилось очень нелегко – учёба в институте, работа медсестрой в госпитале для раненных красноармейцев, работа в садах Бутаковки (за собранные ягоды и плоды Марьям получала тарелку супа, чтобы прокормить малыша).

Но именно с суровым военным временем у Марьям совпала большая любовь. Она встретила её в том же сельскохозяйственном институте. У них была схожая судьба.

Муж Марьям **Тадеуш Викентьевич Дзевицкий** родился в городе Умань на Украине. В 1928 году был арестован его отец Викентий (реабилитирован посмертно). Мать Тадеуша Хелена была послана на работу в животноводческий совхоз, где погибла из-за несчастного случая. После блестящего окончания школы, Тадеуш поступил в Киевский сельскохозяйственный институт, и когда началась Великая Отечественная война, был эвакуирован из Киева в числе нескольких особо одарённых студентов в Алма-Ату. Будучи студентом четвёртого курса, одновременно работал бригадиром Особого проектно-монтажного управления. Вместе с другими старшекурсниками день и ночь монтировал Алма-атинский завод тяжёлого машиностроения (АЗТМ). В 1952 г. был назначен главным инженером Казахского электромонтажного управления Треста Казэлектромонтаж. объездил все самые крупные стройки Казахстана. Был отмечен многими правительственными наградами.

Марьям, закончив аспирантуру ВАСХНИЛ, пришла на работу в Казахский педагогический институт им. Абая, где проработала свыше 30 лет. А свободное время она посвящала сирени. Надо сказать, что сирень была излюбленным кустарником в Алма-Ате и, скорей всего её привезли с собой, как и плодово-ягодные растения первые переселенцы, которые приезжали в город Верный, так прежде называлась Алма-Ата в поисках лучшей жизни. Скромный домик на улице Гончарной (Муратбаева) утопал в благоухающих кустах сирени. Для Марьям сирень была не столько эстетическим предметом, сколько символом победы над фа-

шистской Германией. Для неё салют победы и сирень, с охапками которой встречали фронтовиков, сливались воедино. Свою любовь к сирени Марьям передала всем членам своей семьи (Марьям и Тадеуш вырастили и воспитали троих детей – сыновей Эдуарда и Олега и дочь Миладу и троих внуков – Игоря, Сергея и внучку Ольгу). Вместе они посвящали своё свободное время сирени.

В 70-е годы на их долю выпало еще одно испытание. Дом, где жила семья и сад с селекционной сиренью, попал в план застройки города. Это означало, что все пойдет под бульдозер! Но, в те времена, нашлись люди, которые понимали ценность селекционной работы и помогли Марьям и Тадеушу передислоцировать сирень. Лучшие её формы были перевезены по разрешению ректора КазПИ им. Абая Тольбекова на агробиостанцию, ставшего родным для Марьям, института. Благо селекционные деревья были достаточно молодыми и могли перенести переезд. Оказавшись неравнодушным человеком, помог и Министр автодорог Л.Б. Гончаров, выделив дачный надел на окраине города.

Спасённая однажды сирень не пережила перестройки. Кто-то скажет: «Судьба, обстоятельства ...». Вот только вряд ли смогли бы это принять Марьям и Тадеуш – ведь они из того удивительного поколения, которое всю жизнь боролось с этими самыми обстоятельствами. Наверное, потому и смогли они создавать красоту и гармонию вокруг себя и дарить радость людям! Очень жаль, что пришедшие на смену им поколения не смогли достойно принять и продолжить эту эстафету.

Сегодня, встречая на улицах и в парках нашего города сирень, мы с благодарностью вспоминаем этих замечательных тружеников!

Кандидат биол. наук М.Т. Дзевицкая

ТУРСУНОВ АБАЙ АБДУРАХМАНОВИЧ
(к 80-летию со дня рождения)

23 января 2013 г. исполнилось 80 лет со дня рождения и 60 лет научной и общественной деятельности видного ученого в области гидравлики, водно-экологических проблем, доктора географических наук, профессора, академика Международной академии «Экология», главного научного сотрудника Института географии Турсунова Абая Абдурахмановича.

Он родился в г. Янгиюль Ташкентской области Республики Узбекистан. В 1951 г. окончил русскую среднюю школу с серебряной медалью, учился в Московском институте инженеров водного хозяйства (ныне Московский Государственный Университет природоустройства).

В 1956 г. окончил институт с отличием и был направлен на строительство Красноярской ГЭС на р. Енисей в Сибири, где за два года прошел путь от помощника мастера до старшего прораба, начальника участка. В 1958 году поступил в очную аспирантуру к профессору Р.Р. Чугаеву Ленинградского Политехнического института; ныне Санкт-Петербургский Государственный Технический университет. После успешного окончания аспирантуры и защиты кандидатской диссертации был оставлен работать на кафедре Гидравлики, где прошел путь от младшего научного сотрудника до профессора. В 1970 г. защитил докторскую диссертацию, в 1972 г. получил диплом доктора технических наук, а в 1974 г. – аттестат профессора.

В 1978 г. А.А. Турсунов по конкурсу занял вакантную должность заведующего кафедрой Гидрологии суши Казахского Государственного Университета (ныне Национальный Университет имени аль-Фараби), где работал и читал студентам, магистрантам и аспирантам цикл лекций по экологическим проблемам гидрологии и водного хозяйства. В 1985 г. А.А. Турсунов по приглашению занял должность директора Института географии Национальной Академии Наук Республики Казахстан, затем он был заведующим лабораторией водно-экологических проблем до 2004 г. В настоящее время он активно принимает участие в работе лаборатории «Гидрологии водоемов», являясь идеологом всех научных гидроэкологических направлений Института географии. Им подготовлено 15 докторов наук (в их числе 10 докторов для Казахстана) и более 20-ти кандидатов наук, которые публично защитили свои диссертации и ныне работают в науке, образовании и разных отраслях экономики. Имеет более 300 научных работ, в их числе 11 монографий.

Будучи в Ленинграде, в 1958...1978 гг., профессор А.А. Турсунов принял активное участие в научном обосновании Проекта переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря, был назначен научным куратором комплексных исследований, членом Срединной Комиссии Государственного Комитета по Науке и Технике (ГКНТ) СССР, членом Научно-технического Совета Министерства Энергетики СССР. После переезда в Казахстан, в 1979...1990 гг., возглавил Комплексные научные исследования по Или-Балхашской проблеме. Заказчикам, Минводхозу КазССР и ГКНТ СССР сданы около 50 томов научно-технических отчетов по различным аспектам проблемы. Лично А.А. Турсуновым написан Сводный Том с рекомендациями по спасению оз. Балхаш, которые были частично реализованы и помогли сохранить экосистему озера в ее нынешнем состоянии (отметки уровня выше 341,0 м при среднемноголетней величине 342,0 м).

В последние годы, с 1990 г. по настоящее время, профессор А.А. Турсунов активно работает по проблемам спасения Аральского моря и других бессточных озер Центральной Азии. Он является вице-президентом Международного Общественного Комитета: «Арал-Азия-Казахстан», действительным членом Международной Академии Экологии и Природопользования (г. Москва), членом Международной Академии Информатизации (Казахстанское отделение) и ряда других неправительственных объединений. Участник международных проектов по экологиче-

ским проблемам: USAID, ВЭФ, ЮНЕП, VOMIB, фонда Аденауэра, фонда WOLKSWAGEN и др.

В лице профессора А.А. Турсунова Республика Казахстан имеет высококвалифицированного, эрудированного специалиста-географа новой формации, с акцентированным вниманием к проблеме безопасности жизнедеятельности и оздоровления экологически деградированных районов Центральной Азии. Автор и инициатор 4-х научно-аргументированных рекомендаций Президенту и Кабинету Министров по ключевым и актуальным вопросам сибирской переброски, спасения Аральского моря, оз. Балхаш и водного хозяйства, которые правильно и своевременно сориентировали директивные органы и помогли принять своевременное решение.

Как вице-президент по науке А.А. Турсунов являлся идеологом и одним из авторов всех докладов Президента МОК, известного поэта М. Шаханова на международных форумах (гг. Токио, Лондон, Нью-Йорк, Рио-де-Жанейро), что помогло привлечь внимание и инвестиции в дело спасения Аральского моря и ликвидации последствий экономических кризисов в других регионах Казахстана.

Основной научный труд профессора А.А. Турсунова «Введение в гидрологию Центральной АЗИИ» опубликован в 1996 г. в г. Урумчи, Синьцзянь, КНР на китайском языке, так же переведен на немецкий язык, (Университет Гиссен-Либиш, г. Гиссен, Германия). Варианты на русском языке опубликованы под названиями: «Экологические проблемы бессточных водных бассейнов Центральной Азии», 1997 г., г. Кызылорда, Республика Казахстан и «Гидроэкология: мировоззренческие основы; концепция природных вод; методы оздоровления экологически деградированных земель Приаралья», «От Арала до Лобнора» и др.

Турсунов А.А. в течение многих лет является членом редакционной коллегии научных журналов (Гидрометеорология и экология, Вопросы географии и геоэкологии и др.), пишет отзывы на монографии, статьи, отчеты и др. научные труды.

Абай Абдурахманович не остается равнодушным к водным проблемам, рассматриваемым на конференциях, симпозиумах различного уровня, где выступает с докладами, высказывает критические замечания и предлагает реальные пути улучшения или решения той или иной гидроэкологической или геополитической проблемы современности.

Абай Абдурахманович имеет замечательные организаторские способности, свои знания, умения и навыки щедро передает молодым ученым

и специалистам. За свою плодотворную научную и организаторскую деятельность был неоднократно награжден Почетными грамотами Правительства РК, медалями, знаками отличия. Для нашего общества он является дорогим и редкой благородной души человеком, талантливым педагогом и ученым, обладающим энциклопедическими знаниями. Выдающимися чертами этой самобытной натуры были и остаются необыкновенная энергия, беззаветная любовь к делу, независимость и твердость убеждений, безграничная благожелательность к людям и необычайная простота, чуждая всякой фальши и всего показного.

Мы искренне от всей души поздравляем Абая Абдурахмановича со славным юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, благополучия, счастья, плодотворной работы, благодарных учеников.

Пусть всегда для продолжателей идей и дел Турсунова А.А. его смелая творческая мысль, неотступное стремление к научной истине, подлинная принципиальность, горячая любовь к избранной профессии будут ярким примером для молодых ученых и специалистов.

Ученики, коллеги, редколлегия журнала

БУРЛИБАЕВ МАЛИК ЖОЛДАСОВИЧ
(к 55-летию со дня рождения)

23 февраля 2013 года исполнилось 55 лет со дня рождения и 35 лет профессиональной деятельности академика, доктора технических наук, профессора Бурлибаева Малика Жолдасовича.

Бурлибаев М.Ж. родился в с. Кзылкия Казыгуртского района Южно-Казахстанской области в семье сельского учителя-биохимика. После окончания средней школы им. Ленинского в 1975 г. поступает в Джамбулский гидромелиоративно-строительный институт.

В 1980 г. после завершения учебы продолжил работать в этом же институте ассистентом на кафедре комплексного использования и охраны водных ресурсов гидромелиоративного факультета.

С 1983 по 1985 гг. – аспирант очной формы обучения Центрального научно-исследовательского института комплексного использования водных ресурсов Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР (ЦНИИКИВР, г. Минск, Республика Беларусь).

С 1986 по 1988 гг. – младший научный сотрудник и научный сотрудник ЦНИИКИВР.

В 1986 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте по охране вод Госкомприроды СССР (г. Харьков, Украина) защитил диссер-

тационную работу на тему «Антропогенное изменение гидрологического режима рек Казахстана» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

С 1989 по 1993 гг. – начальник Барановичской горрайинспекции по экологии Госкомприроды Республики Беларусь.

В 1996 по 2004 гг. – старший научный сотрудник, заведующий лабораторией, ученый секретарь, зам. директора и директор, а затем генеральный директор Республиканского государственного предприятия «Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата» Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан.

В 2004 г. защитил диссертационную работу «Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия; 25.00.36 – Геоэкология.

В 2003 г. избран академиком Казахской Академии Экологии и Безопасности Жизнедеятельности, а в декабре 2006 г. – академиком Академии Водохозяйственных Наук Российской Федерации.

В 2005...2007 гг. работал Менеджером Регионального Экологического Центра Центральной Азии (учредителями которого являются ООН, Европейский Союз и пять Центрально Азиатских Республик) и Первым заместителем директора института ДГП «Инфракос-Экос» Национального Космического Агентства Республики Казахстан.

В настоящее время работает Заместителем Генерального директора Казахстанского Агентства Прикладной Экологии по научной работе.

Бурлибаев М.Ж. подготовил двенадцать кандидатов и одного доктора наук. Основные научные направления – проблемы гидроэкологии, водные балансы речных водосборов, гидрохимия, научное обеспечение рационального использования водных ресурсов, моделирование динамики поверхностных вод и устойчивое развитие водных экосистем. Имеет свыше 200 опубликованных научных трудов, в т.ч. 25 научных монографий.

В 1986 г. награжден золотой медалью ВДНХ СССР за разработку методических указаний по научному обоснованию экологического стока рек ниже водохранилищ и крупных гидротехнических сооружений.

В 2003 и 2011 гг. Указом Президента Республики Казахстан награжден медалями «Ерен еңбегі үшін» и «20 лет независимости Республики Казахстан».

Бурлибаев М.Ж. награжден также медалями «За вклад в развитие науки Республики Казахстан», «20 лет охране окружающей среды Республики Казахстан», а также нагрудным знаком МООС РК «Отличник экологии».

Является одним из основоположников создания республиканского ежеквартального научно-технического журнала «Гидрометеорология и экология».

Мы поздравляем юбиляра со знаменательной датой и желает крепкого здоровья и творческих успехов.

*Коллектив РГП «Казгидромет»
Редакция журнала*

ПОГОДА И КЛИМАТ НЕ ЗНАЮТ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГРАНИЦ

Каждый год 23 марта Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО) и международное метеорологическое сообщество празднуют Всемирный метеорологический день в ознаменование вступления в силу Конвенции ВМО 23 марта 1950 г., ровно через 30 дней после даты сдачи на хранение тридцатого документа о ратификации Конвенции странами-членами, пожелавшими присоединиться к новой Организации.

Погода и климат не знают национальных границ. Преобразование Международной Метеорологической Организации во Всемирную Метеорологическую Организацию (ВМО) в 1950 г. в этой связи стало существенной мерой в ответ на необходимость укрепления глобального сотрудничества в этой научной области. Цель ВМО заключается в снижении потери жизни и имущества в результате бедствий и других катастроф, связанных с погодой, климатом и водой, а также в содействии достижению всеобщей цели устойчивого развития и защиты окружающей среды и климата в интересах нынешнего и будущих поколений. В 1960 г. Исполнительный Совет ВМО учредил Всемирный метеорологический день в целях повышения осведомленности общественности в отношении обслуживания, предоставляемого национальными метеорологическими службами и ВМО. Это обслуживание включает наблюдения, а также сбор, обработку и распространение метеорологических, гидрологических и других соответствующих данных и продукции.

В 2013 г. темой Всемирного метеорологического дня является «Наблюдения за погодой для защиты жизни и имущества», а его подзаголовком — «Празднование 50-летия Всемирной службы погоды». Эта тема акцентирует внимание на важной роли метеорологических служб в укреплении безопасности и устойчивости по отношению к погодным явлениям. Она также воздает дань уважения Всемирной службе погоды, основополагающей программе ВМО, которая отмечает свое 50-летие в 2013 г.

Основанная в 1963 г., в разгар холодной войны, Всемирная служба погоды стала выдающейся вехой в международном сотрудничестве. Она сочетает в себе системы наблюдений, средства телесвязи и центры обработки данных и прогнозирования в целях распространения существенных

видов метеорологической и сопутствующей экологической информации и обслуживания во всех странах.

В результате постоянно растущей потребности в метеорологическом и климатическом обслуживании в большем объеме и улучшенного качества Всемирная служба погоды утвердилась в качестве основной оперативной инфраструктуры для всех программ ВМО, а также для многих международных программ других учреждений. Всемирная служба погоды вносит фундаментальный вклад в приоритетные области ВМО – от Глобальной рамочной основы для климатического обслуживания (ГРОКО) до уменьшения опасности бедствий, от Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО до Информационной системы ВМО, наращивания потенциала и авиационной метеорологии.

Экстремальные погодные условия оказывают огромное воздействие на семимиллиардное население нашей планеты, и это воздействие будет усиливаться по мере развития экономики и роста населения планеты, которое достигнет, как ожидается, к 2050 г. 9,3 млрд. человек. В период 1980...2007 гг. почти 7 500 стихийных бедствий во всем мире унесли жизни более 2 млн. человек и причинили экономический ущерб, оцениваемый в размере более 1,2 триллиона \$ США. Более 70 % жертв и почти 80 % экономических потерь были вызваны опасными явлениями, связанными с погодой, климатом и водой, такими как тропические циклоны и штормовые нагоны, засухи, паводки или связанные с ними эпидемии болезней и нашествия насекомых. Со временем было достигнуто значительное сокращение количества жертв, благодаря заблаговременным предупреждениям, выпускаемым национальными метеорологическими и гидрологическими службами. Если в 1950 г. мы могли только надеяться на получение прогнозов с заблаговременностью 24...36 часов, то сегодня мы располагаем успешными предсказаниями на 7 дней, что является достижением международной координирующей роли ВМО в области наблюдений, научных исследований, анализа и моделирования.

Оглядываясь назад на десятилетия работы ВМО, мы видим, что Организация эффективно использовала новые исключительные научно-технические возможности, например, искусственные спутники и беспрецедентные возможности, которые они предложили в отношении наблюдений, и бурное развивающиеся компьютерные и телекоммуникационные технологии. Вскоре произошло слияние этих факторов, что упростило международный обмен данными и продукцией в реальном режиме време-

ни и осуществление **Всемирной службы погоды**, ключевой программы ВМО, которая стала основой для других программ.

Больше наблюдений. Технологические основы для научного прогнозирования погоды были заложены в результате изобретения термометров, барометров и других измерительных приборов в 17 в. Технологический прогресс набрал темпы в 20 в. Сети современных станций наблюдений приумножились, и сегодня в мире насчитываются десятки тысяч метеорологических станций. Аэростаты, самолеты и ракеты доставляют измерительные приборы в верхние слои атмосферы. Около 1 000 торговых судов производят атмосферные измерения, пересекая океаны, в то время как в глобальном масштабе сеть буев АРГО осуществляет мониторинг температуры морской воды и течений. Профилометры ветра, радиолокационные системы, сети обнаружения молний и многие другие датчики позволяют увеличить пространственное и временное разрешение метеорологических и климатических наблюдений. С помощью все более быстродействующих телекоммуникационных систем и Интернета осуществляется распространение огромных объемов данных с этих приборов быстрым и не дорогостоящим образом.

Развитие метеорологической науки и других наук о земле. В дополнение к данным наблюдений, на которые ученые опираются в своих исследованиях, они также изучают погоду посредством создания математических моделей, симулирующих поведение атмосферы с течением времени. С помощью этих моделей численного прогнозирования погоды обрабатываются данные метеорологических наблюдений по всему миру через ряд математических уравнений, описывающих то, каким образом облака, осадки, ветры, температуры, давление и другие метеорологические переменные взаимодействуют друг с другом и развиваются. По мере углубления научного понимания земной системы ученые неуклонно улучшают эти модели. Синоптики затем опираются на их опыт и знания для интерпретации значений моделей для своих региональных или местных зон ответственности и информирования общественности.

Улучшение наблюдений и исследований погодных явлений и тенденций способствует повышению точности климатических моделей и прогнозов. В свою очередь, лучшее понимание климата способствует лучшему пониманию погоды. Например, новое понимание того, как изменение климата будет влиять на изменение режимов и частоты штормов и других экстремальных явлений, позволит лучше анализировать и прогнозировать погоду.

С помощью улучшенных наблюдений и вычислительных мощностей ученые добились значительного прогресса в выявлении и понимании более обширных режимов и циклов погодных и климатических систем. В 1980-х и 1990-х гг. крупные международные усилия по улучшению наблюдений и понимания взаимодействия между океанами и атмосферой привели к значительному прогрессу в нашей способности предсказывать сезонные режимы, особенно в тропиках. Наиболее важный из таких режимов известен как «Эль-Ниньо/Южное колебание» (ЭНЮК). ЭНЮК возникает в результате взаимодействия между атмосферой и океаном в тропической части Тихого океана. Во время фазы Эль-Ниньо температуры поверхности моря у берегов Южной Америки около Перу становятся выше, чем обычно. Во время фазы Ла-Нинья эти температуры становятся ниже, чем обычно.

Ученые выявили и другие крупномасштабные колебания, влияющие на климат. Североатлантическое колебание – это колебание давления между системой высокого давления с центром над серединой Атлантического океана и системой низкого давления с центром вблизи Арктики. Оно контролирует силу и направление западных ветров и траекторий штормов в Северной Атлантике. Большая разница в давлении между этими двумя системами приводит к тенденции усиления влажных западных ветров, дующих через Атлантику, в результате чего в Европе наблюдаются прохладное лето, мягкая зима и более частые дожди. В случае низкого градиента давления и при слабых или ослабленных ветрах погода в большей степени приходит с восточной части континента; лето, как правило, становится более жарким, а зима более холодной с уменьшенным количеством осадков. Погода в Северной Африке и на востоке Северной Америки может также зависеть от Североатлантического колебания.

Расширение возможностей прогнозирования. В наблюдениях за погодой и ее прогнозировании был достигнут значительный прогресс за последние 50 лет. Это представляет собой одно из наиболее впечатляющих достижений во всех науках. Метеорологи продолжают совершенствовать информационную продукцию и работать над приданием ей более узкой направленности на конкретных пользователей в таких областях, как сельское хозяйство, водные ресурсы, здравоохранение и городское управление. Улучшение понимания ЭНЮК и других крупномасштабных колебаний, их связей с климатической изменчивостью во всем мире открыло возможности для сезонных и долгосрочных климатических прогнозов.

Прогнозирование на следующий сезон требует моделирования динамических взаимодействий между всеми частями земной системы, например того, как температура поверхности океана и суши влияет на приземную температуру воздуха. Сегодня прогнозисты могут предоставлять полезную климатическую информацию, в частности, о предстоящем сезоне в некоторых регионах, и их навыки прогнозирования продолжают улучшаться. Особое значение имеют региональные сценарии климата со все более высоким пространственным разрешением и все более высокой степенью надежности, которые стали возможными благодаря более сложным моделям, используемым на все более мощных суперкомпьютерах.

Всемирная служба погоды ознаменовала начало новой эры в метеорологических наблюдениях на основе расширения обмена метеорологической информацией в режиме реального времени между национальными метеорологическими и гидрометеорологическими службами 191 страны-члена. Она обеспечивает связь между приборами для осуществления наблюдений за погодой, телекоммуникационными системами для сбора данных и обмена ими и центрами обработки данных, занимающихся моделированием глобальной атмосферы и предсказанием ее состояния в будущем.

Сейчас, в связи с усиливающейся изменчивостью и изменениями климата, еще в большей степени, чем когда-либо, мир нуждается в глобальном сотрудничестве для развития и координации предоставления улучшенных и более долгосрочных прогнозов погоды и климата и заблаговременных предупреждений для защиты жизни и имущества.

Учреждение ВМО и Всемирной службы погоды, вместе с новыми научными знаниями и техническими достижениями в области компьютерных, телекоммуникационных и спутниковых технологий, формируют жизненно важные составляющие современной науки, изучающей погоду и занимающейся прогнозированием.

Подготовила по материалам ВМО, канд. геогр. наук С.А. Долгих

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

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

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

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

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

Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), а так же ключевые слова, в количестве 10...12 штук. Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется электронный. Для иногородних достаточно электронного варианта.

Оформление рукописи:

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал – множитель – 1,2. Параметры поля страницы: верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

См. примеры

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

**Гидрометеорология и экология
№ 3 2011**

УДК 628.394(547.42+547.25)

Доктор геогр. наук
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев
А.Т. Иванов

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК

ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС, МАССА ПЕСКА, РАСХОД, РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР, МОДЕЛЬ, ДОЛИНА СЕНЕК

Исследован дисперсный состав подвижных песков Туйесу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут 287° и модуль 773 т/(км·год).

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей....

Рисунки готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Paintbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

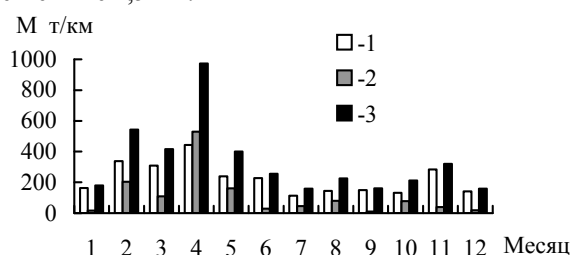


Рис. 3. Средний многолетний годовоой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

Таблицы оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	\bar{M} , т/(км·год)	σ , т/(км·год)	C_v
Бури	1321	605	0,46
Поземки	2687	786	0,29
Оба явления	4007	1118	0,28

Примечание: Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо параллельно дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

Математические, химические обозначения и формулы набирать в режиме редактора формул (Microsoft Equation). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также дают в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lg x}^2} \right], \quad (1)$$

где x – размер песчинок; x_0 – их средний геометрический размер; $\sigma_{lg x}$ – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

Список литературы оформляются в соответствии с ГОСТ 7.5-98. В качестве примера приводятся наиболее распространенных описания – статьи, книги, материалы конференций, патенты и электронные ресурсы удаленного доступа.

Статья из периодического издания:

Аксартов Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Метод количественного определения леукомизина // Вестн. КазНУ. Сер. хим – 2003. – Т. 1. № 8. – С. 40-41

Книга:

Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – С. 35-37

Публикация из материалов конференций (семинара, симпозиума), сборников трудов:

Абимульдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф., Вена, Австрия, 2009. – Алматы, 2010. – С. 10-13

Электронный ресурс:

Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (дата обращения: 12.03.2009).

При оформлении пристатейной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [].

Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, адреса электронной почты, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени автора.

Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.

ҚҰРМЕТТІ ӘРІПТЕСТЕР!

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» (№1538 тіркеу кәулігі) журналының редакциялық алқасы Сіздерді серіктестікке шақырады. Журнал жылына 4 рет басылымға шығады. ҚР БҒМ білім беру және ғылым саласын бақылау комитетінің шешімімен біздің журналда жарияланған мақалалар докторлық және кандидаттық диссертациялар қорғауда қабылданатынын сіздерге қуана хабарлаймыз. Мақалалар гидрометеорологиялық және экологиялық бағытта болу керек.

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫНА ӨТКІЗІЛЕТІН ҚОЛЖАЗБАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Автормен жіберілген қолжазба жинағына кіреді: кестелер, суреттер және әдебиет тізімін қоса есептегенде 12...14 беттен аспайтын мақаланың негізгі мәтіні, 10 қатардан аспайтын мақаланың нәтижесі мен мазмұны жөнінде толық түсініктеме. Осы түсініктеме, мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. қазақ тілінде де беріледі. Мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. ағылшын тілінде де беріледі.

(ГОСТ-қа 7.1-84 сәйкес) әдебиет тізімі алфавит тәртібімен авторлар алдымен орыс, ізінше шетел тілінде беріледі. Әдебиетке сілтеу квадрат жақшада көрсетіледі – []. Суреттер бір мақалада үштен аспау керек. Мақаланың атының алдында Толық ондық жіктеу (ТОЖ) бойынша кеңейтілген индексін келтіру керек. Мақаланың машинкаға басылған нұсқасынан басқа оның дискетада, CD немесе флэшкада жазылған көшірмесі өткізіледі.

Қолжазбаны көркемдеу:

Қолжазбаның бар мәтіні, таблицалармен қоса ПК-де ақ түсті қалың қағаздың бір бетінде, А4 форматта басылады. Аралық – көбейткіш – 1,2. Беттер алаңының параметрлері: жоғарғы 20 мм, төменгі 75 мм, сол 70 мм, оң 15 мм. Азат жол 12,5 мм басталады, теру шарты Microsoft Word, Times New Roman шрифті (қалыпты стилі), шрифт өлшемі 11. Мақала атауы бас әріптермен, бөлусіз, жартылай майлы шрифтпен жазылады. Түсініктеме мақаланың негізгі мәтінінен бұрын аталудан, авторлар тізімінен (бағанада ғылыми дәрежесімен көрсетіледі) кейін орналасады, курсивпен басылады, сол және оң жағынан 5 мм шегінеді.

Мысалды қараңыз

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология
№ 1 2010

ӨОЖ 577.4:66.046.44.59

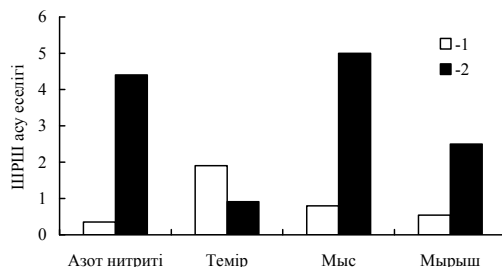
КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жуматаев

Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген....

Суреттер Paint (Paintbrush) режимінде ГОСТ-қа сәйкес дайындалып, мәтінге сурет ретінде қойылады. Графиктер, диаграммалар, гистограммалар –

Microsoft Excel режимінде және мәтінге Microsoft Excel объектісі ретінде қойылады. Суреттің жазбасы оның астына қойылып, курсивпен басылады (мысалды қараңыз). Толық сандар бөлшек бөлімнен нүктемен емес қайырмамен бөлінеді. Белгілеулерге түсініктеме аталудан кейін сол қатарға жазылады. Сурет алаңына индекстер мен белгілеу сандарынан басқа жазулар рұқсат етілмейді. Суреттегі сандар мен әріптердің өлшемі мәтіндегімен бірдей, ал индекстер 1,5 мм кем болмау болу керек.



Сур. 2. Іле өзенінің ақаба сулардың төгіндісінен 500 м төмен тұсындағы ластану көрсеткіштері: 1 – 2004 жыл, 2 – 2006 жыл.

Кестелер қосымша бағаналарсыз безендіріледі, тек кестенің «басы» мен шеткі бағаналары ғана сызылады. Кестенің нөмірі және мағыналы атауы – кестенің үстіне, қосымшалары оның астына (ГОСТ-қа сәйкес) жазылады (мысалды қараңыз).

Кесте 1

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	-28,9

Физикалық көрсеткіштердің өлшем бірліктері Халықаралық жүйеде СИ (ГОСТ 8.417-81) келтіріледі, немесе СИ жүйесіне келтірілген аудармасы қатар көрсетіледі.

Ұйымның, мекеменің, географиялық және т.б. аталуы соңғы ресми редакцияда беріледі. Тарихи аталуларына қоса жақшада кәзіргі аталуы көрсетіледі.

Математикалық, химиялық белгілеулер мен формулалар (Microsoft Equation) редактор режимінде басылуы керек. Формулаларда символдар ретінде ГОСТ-пен белгіленген белгілеулерді қолданады. Формулалардың нөмірі беттің оң шетінен домалақ жақшамен көрсетіледі. Мәтінде формуланың кезекті нөміріне сілтеу де жомалақ жақшада көрсетіледі. Мәтінде қатарға міндетті түрде барлық параметрлерді түсініктемесі беріледі (мысалды қараңыз).

$$K = D / 8V_1, \quad (2)$$

қайда D – байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінің диаметрі ($D = 500$ м); V_1 – қалдық сақталынған қойма көлемі.

Барлық қысқартулар ГОСТ-қа және қысқарту сөздігіне сәйкес жасалынады.

Бөлек парақта редакцияға автор туралы мәліметтер: аты-жөні, әкесінің аты (толығымен), үйі мен мекеменің мекен-жайы және телефондары, жұмыс орындалған мекеменің тура аталуы, автордың ғылыми дәрежесі жіберіледі.

Авторлар ұжымымен жазылған мақалар барлық авторлардың қолы қоюлы болу керек.

Редакция қолжазбаларды қабылдамауға немесе редакциялық жөндеулер және қабылданған қолжазбаларға қосулар мен қысқартулар жасауға құқықты. Мақала авторға толықтыру жасау үшін қайтарылуы мүмкін. Кей жағдайларда редакция сұрауымен мақалаға рецензия талап етіледі.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС БЕЗЕНДІРІЛМЕГЕН
ҚОЛЖАЗБАЛАР БАСЫЛЫМҒА ЖІБЕРІЛМЕЙДІ ЖӘНЕ АВТОРҒА
ҚАЙТАРЫЛМАЙДЫ.**

**Авторам, подаваемым статьи в наш журнал, необходимо заполнить
таблицу, приведенную ниже**

Сведения о статье

(заполняется на каждую статью журнала)

№	Сведения (статья)	
1	УДК	
2	Основной автор	
3	Соавторы	
4	Место работы автора	
5	Название статьи	
6	Название журнала	Гидрометеорология и экология
7	Год издания	
8	Номер издания	
9	Страницы	
10	Ключевые слова	
11	Резюме на русском языке	
12	Резюме на казахском языке	
13	Резюме на английском языке	
14	Список литературы	