

*Қазақстан Республикасының
Экология, геология және табиғи
ресурстар Министрлігі*

*Министерство экологии, геологии и
природных ресурсов
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 1

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2019

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР М.П. Кынатов

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Н.И. Ивкина (*зам. главного редактора*)
С.Б. Саиров (*зам. главного редактора*)
Н.Н. Абаев (*ответственный секретарь*)

Р.Г. Абдрахимов (Алматы, Казахстан)
А.Х. Ахмеджанов (Алматы, Казахстан)
М.Ж. Бурлибаев (Алматы, Казахстан)
А.А. Волчек (Брест, Беларусь)
А.В. Галаева (Алматы, Казахстан)
В.Ю. Георгиевский (Санкт-Петербург, Россия)
С.А. Долгих (Алматы, Казахстан)
И.Б. Есеркепова (Алматы, Казахстан)
А.Р. Медеу (Алматы, Казахстан)
Е.Ж. Муртазин (Алматы, Казахстан)
А.М. Мусакулкызы (Алматы, Казахстан)
Ж.С. Мустафаев (Алматы, Казахстан)
К. Опп (Марбург, ФРГ)
Е.В. Островская (Астрахань, Россия)
В.Г. Сальников (Алматы, Казахстан)
С.Г. Сафаров (Баку, Азербайджан)
А.В. Чередниченко (Алматы, Казахстан)
А.Г. Терехов (Алматы, Казахстан)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 1 (92)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

Адрес редакции: 050022, Алматы,
пр. Абая, д. 32, к. 309,307
Телефон: (7272) 67-64-91; 55-84-06;
E-mail: Hydromet.journal@gmail.com
<http://www.kazhydromet.kz>

Подписано в печать 25 июня 2019 г.

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии

ТОО «Жетисуское учебно-производственное предприятие»

ОО «Казахское общество слепых»

г. Талдыкорган, ул. Тауелсиздык, 135

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

В.С. Чередниченко, А.В. Чередниченко, А.В. Чередниченко	
Ожидаемые изменения климата в Северном Казахстане.	7
П.С. Дмитриев, А.Ж. Шаймерденова	
Природно-ресурсный потенциал использования альтернативных источников энергии на территории Северо-Казахстанской области	20
М.Ф. Сулейманов	
Исследование опасных атмосферных процессов в Гянджа-Газахском регионе Азербайджана.	27
Е.К. Адильбеков	
Режим ветра и оценка ветроэнергетического потенциала на территории учебного центра Военного института Сухопутных войск Республики Казахстан.	33
А.Х. Ахмеджанов, Н.Д. Ахметов, Т.К. Караданов	
Исследование содержания метана в атмосфере Казахстана по данным дистанционного зондирования.	43
Ш.М. Жумадина, Ш.Б. Абилова, Н.Б. Мапитов, А.Б. Карабалаева, К.М. Сагова	
Климатически обусловленная динамика радиального прироста сосны обыкновенной в лесных экосистемах Казахстана.	50
А.Г. Елтай	
Особенности ветрового режима в казахстанской части Среднего Каспия	63
М.Ж. Бурлибаев, И.В. Шенбергер, Р.К. Кайдарова, Д.М. Бурлибаева, К.М. Кулебаев	
О требованиях экосистем рек Шу и Талас к гидрологическому и гидрохимическому режимам водотоков.	73
З.Е. Баязитова, Ж.О. Тлеуова, С.Б. Жапарова, Л.А. Макеева, И.Б. Фахруденова, А.С. Курманбаева	
Оценка риска наводнений в результате аварий на гидротехнических сооружениях	93
Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Л.Б. Рыскулбекова	
Геоэкологическая оценка транспирации загрязненных веществ в бассейне трансграничной реки Иле.	105

С.К. Давлетгалиев, А.С. Абдуллаева	
Жайық өзенінің оң салаларының көктемгі ағындысының сипаттамаларын есептеу	116
С.К.Давлетгалиев, Г.Т.Чапаева	
Елек алабы негізгі өзендерінің көктемгі ағындысын есептеу және болжау.	129
Садуокасова М.Т	
Методика расчета испарения с поверхности озер Щучинско-Боровской курортной зоны.	139
Н.Т. Серикбай, К.К. Дускаев, С.Т. Ахметова, М. Оспанова	
Оценка изменения характеристик минимального стока в бассейне реки Есиль.	145
О.А. Шарипова	
К вопросу определения статуса водопользования водоемов Карагандинской области по гидрохимическим признакам.	154
А.У. Маканова, Р.Ю. Токмагамбетова	
Тенденция социально-экономического развития Алматинской области.	164
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
В.П. Благовещенский, В.В. Жданов	
Опыт оценки и прогноза лавинной опасности в Швейцарии	178
ХРОНИКА	
Памяти И. В. Каипова (1956 – 2019 гг.).	191

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

V.S.Cherednichenko, A.V. Cherednichenko, A.V. Cherednichenko	
Climate change expected in Northern Kazakhstan.	7
P.S. Dmitriev, A.Zh. Shaimerdenova	
The natural and resource potential for using alternative energy sources on the territory of the North-Kazakhstan Oblast	20
M.F. Suleymanov	
Research of dangerous atmospheric process in Ganja-Gazakh region of Azerbaijan.	27
E.K. Adilbekov	
Wind regime and evaluation of wind power potential on the territory of training center of the Military Institute of Land Forces of the Republic of Kazakhstan.	33
A.Kh. Akhmedzhanov, T.K. Karadanov, N.D. Akhmetov	
Methane content study in the atmosphere of Kazakhstan according to remote sensing data	43
SH.M. ZHumadina, SH.B. Abilova, N.B. Mapitov, A.B. Karabalaeva, K.M. Satova	
Climatically caused dynamics of the radial growth of the scots pine in forest ecosystems of Kazakhstan.	50
A.Yeltay	
Features of the wind regime of the Kazakhstan part of the Middle Caspian.. . . .	63
M.ZH. Burlibayev, I.V. Shenberger, R.K. Kaidarova, D.M. Burlibayeva, K.M. Kulebayev	
About the requirements of the Shu and Talas river ecosystems to the hydrological and hydrochemical regimes.	73
Z.E. Bayazitova, Zh.O. Tleuova, S.B. Zhaparova, L.A. Makeeva, I.B. Fakhrudanova, A.S. Kurmanbaeva	
Risk assessment of flood as result of accidents at hydrotechnical con- structions.	93
Zh.S. Mustafayev, A.T. Kozykeyeva, L. B. Ryskulbekova	
Geoecological assessment of transpiration of polluted substances in the basin of a transboundary Ile River.	105

S.K. Davletgaliyev, A. S. Abdullayeva	
Calculation of the main characteristics of the spring flow of the southern tributaries of the Zhayik River.	116
S.K. Davletgaliyev, G. T. Chapaeva	
Calculation and forecast of the spring runoff of the main rivers of the Yelek River Basin.	129
M.T. Saduokasova	
Method of calculation of evaporation from the surface of lakes of the Shchuchinsk-Burabay Resort area.	139
N. T. Serikbay, K. K. Duskaev, S. T. Akhmetova, M. Ospanova.	
Evaluation of change of minimum drain characteristics in the Esil basin.	145
O.A. Sharipova	
To the question of determining of a water use status of the Karaganda Region reservoirs by hydrochemical characteristics.	154
A.U. Makanova, R. Yu. Tokmagambetova	
The tendency of socio-economic development of the Almaty Region. .	164
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
V.P. Blagovechshenskiy, V.V. Zhdanov	
Experience of evaluation and forecast of avalanche danger in Switzerland.	178
CHRONICLE	
I.V. Kaipov's memories (1956 – 2019)	191

УДК 551.5,581,582,583,587

Доктор геогр. наук

В.С.Чередниченко¹

Доктор геогр. наук

А.В.Чередниченко¹

Канд. геогр. наук

А.В.Чередниченко²

ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

Ключевые слова: температура, осадки, климатические колебания, сценарии, индексы общей циркуляции,

Рассмотрены особенности климатических изменений температуры и осадков в Северном Казахстане. Показано, что, несмотря на относительно небольшие размеры региона, климатические изменения происходят здесь со значительной временной задержкой. В основу построения сценариев положены физические закономерности, заключающиеся в наличии связей между климатическими колебаниями, содержащимися во временных рядах температуры и осадков и климатическими колебаниями в индексах общей циркуляции атмосферы, выявленные в процессе гармонического анализа.

Введение. Северный Казахстан является основным сельскохозяйственным регионом Республики, обеспечивая продовольственную независимость и безопасность, данная территория относится к зоне рискованного земледелия, здесь из пяти лет урожайными бывают в среднем только три. Естественно поэтому, что проблема изменения климата и то, как это может повлиять на условия сельскохозяйственного производства в регионе, является чрезвычайно важной. Анализ возможных изменений климата в регионе Северного Казахстана имеет не только научный, но и практический интерес.

Территория Северного Казахстана простирается с юга на север от 51° до 55,5° с.ш. и с запада на восток от 61° до 78° в.д. (рис. 1), и включает в себя четыре области Республики: Северо-Казахстанскую (Петропавловск), Костанайскую (Костанай), Акмолинскую (Кокшетау) и Павлодарскую

¹КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

²Региональная программа USAID «Энергия будущего», г. Нур-Султан, Казахстан

(Павлодар), однако, южные районы Костанайской, Акмолинской и Павлодарской областей уже не являются сельскохозяйственными ввиду заметного понижения количества осадков и повышения температуры вегетационного периода. Исследуемый регион расположен в центре Евразии, и этим обуславливаются большие амплитуды годового хода температуры и относительно малое количество осадков из-за большой удалённости от океанов, в первую очередь от Атлантического океана.



Рис. 1. Территория Северного Казахстана.

Материалы и методы. В данной работе, прежде всего, использованы официальные данные гидрометеорологической службы Казахстана [9]. Это, среднемесячные характеристики температуры и осадков по станциям Северного Казахстана за период наблюдений от начала двадцатого века по настоящее время.

Методы. Авторы отказались от линейной экстраполяции временных рядов температуры и осадков из-за того, что линейные тренды обладают большой инерцией. Так, для перехода от положительного тренда к отрицательному требуется до 10 лет или больше, поскольку необходимо время, чтобы компенсировать накопленную положительную сумму отклонений и достичь нейтрального тренда. Только после этого возможен переход к отрицательному тренду. Поэтому мы аппроксимировали наши ряды полиномом шестой степени, обеспечивая значительное сглаживание ряда, при котором, однако, сохраняются климатические экстремумы. Такая полиномиальная аппроксимация достаточно чувствительна к общей тенденции ряда и улавливает её по данным всего за несколько лет. Недостатком такого

метода аппроксимации является то, что неизвестно, как долго появившаяся тенденция в изучаемом параметре сохранится. Поэтому кроме полиномиальной аппроксимации в исследовании широко использовался гармонический анализ временных рядов. Гармонический анализ, как известно, представляет временной ряд в виде некоторой суммы тригонометрических функций, каждая из которых выбирает свою долю дисперсии изучаемого параметра. Чем быстрее сходится временной ряд, тем меньшим числом гармоник выбирается основная часть дисперсии. В нашем исследовании до 95 % дисперсии во временных рядах температуры выбирается тремя гармониками, а в рядах осадков – четырьмя. Следовательно, временные ряды осадков сходятся медленнее, чем ряды температуры [10-12]. В данной работе оценивался вклад гармоник не в долях дисперсии, а через их амплитуду, что позволяет измерять вклад каждой из гармоник в градусах и миллиметрах соответственно, что очень удобно и физически наглядно.

Если аппроксимация полиномом шестой степени сглаживает временной ряд, быстро реагируя на изменение тренда в динамике ряда, то гармоники характеризуют внутреннюю структуру ряда. Каждую гармонику принято интерпретировать как результат воздействия группы факторов. Нет оснований считать, что факторы, которые участвовали в формировании временного ряда ранее, затем исчезнут. Это даёт возможность, во-первых, проверить, подтверждается ли полиномиальная тенденция на конце временного ряда соответствующим ходом основных гармоник, а, во-вторых, построить сценарий изменения временного ряда на 20...40 лет вперёд, как сумму продолженных основных гармоник на перспективу в каждой временной точке ряда. При этом основные гармоники, как основу прогноза, тоже можно аппроксимировать полиномом шестой степени, чтобы получить ожидаемый ход прогнозируемого параметра.

Климатические колебания в регионе авторы объясняют исключительно колебаниями общей циркуляции атмосферы. Для описания общей циркуляции в работе использованы широко известные индексы Вангенгейма для первого естественного синоптического района, простирающегося от середины Атлантики примерно до меридиана 100° в.д. [3, 12]. Вся территория Казахстана находится в пределах этого района. Количественных характеристик интенсивности процесса типизация Вангенгейма не содержит.

Как уже было сказано, климатические изменения, т.е. рост температуры или уменьшение количества осадков или то и другое одновременно,

могут привести вообще к невозможности заниматься в этом регионе земледелием. Поэтому необходимы сценарии изменения температуры и осадков на перспективу на период до 2040...2050 гг. Для этого сначала проанализируем временные ряды температуры и осадков в регионе [1, 5].

Результаты гармонического анализа

Температура. В таблице 1 приведены результаты гармонического анализа рядов температуры по станциям региона, а на рис. 2, в качестве примера, результаты гармонического анализа временного ряда температуры станции Шарбакты.

Таблица 1

Продолжительность (годы) и амплитуда (°С) гармоник в рядах температуры станций Северного Казахстана

Станции	Гармоники						
	Первая			Вторая		Третья	
	Продолжительность	Амплитуда	Начало/конец	Продолжительность	Амплитуда	Продолжительность	Амплитуда
Кокшетау	148/114	2,8	2003/1946	38	0,9	23	0,8
Костанай	233/122	2,6	2004/1943	38	1,2	23	0,8
Астана	198/106	2,6	2005/1952	38	1,2	23	0,8
Павлодар	93/100	1,6	203/1953	38	0,6	23	0,8
Шарбакты	103/98	1,8	2002/1953	38	0,7	23	0,7
Явленка	180/118	1,9	2004/1945	39	0,8	24	0,8
Петропавловск	173/120	2,1	2003/1943	39	0,8	24	0,8
Среднее	-/110	2,2	-/-	38	0,9	23	0,8

В табл. 1 приведены характеристики первых трёх гармоник, выбирающих около 90 % дисперсии временного ряда. Однако мы для анализа будем пользоваться не долями дисперсии, а амплитудой гармоник. Амплитуды являются аналогом долей дисперсии, но более удобны и наглядны при анализе. Продолжительность первых гармоник по данным гармонического анализа колеблется от 100 до 220 лет, т.е. в довольно широких пределах, в том числе и за счёт погрешностей, обусловленных недостаточной длиной ряда (до 10 %). Для первых гармоник кроме их продолжительности в знаменателе приведена реальная продолжительность «вековых» циклов в рядах температуры, найденная по результатам полиномиальной аппроксимации, и не содержащая вышеупомянутой погрешности, обусловленная не только первой гармоникой, но всеми тремя.



Рис. 2. Станция Шарбакты. Временной ряд температуры и результаты гармонического анализа.

Можно видеть, что в этом случае длины первых гармоник уже различаются незначительно. Наличие второй и третьей гармоник при значительной их амплитуде и наличии синхронности часто обуславливают смещение временного ряда на понижение, несмотря на то, что «вековая» гармоника ещё растёт. Длина реальных циклов (знаменатель) определена на основе аппроксимации временного ряда температуры полиномом шестой степени. Можно видеть, что реальные вековые циклы тоже не остаются постоянными по территории. Они самые длинные в центральной и западной частях региона, согласуясь с длинами гармоник.

В качестве примера на рис. 3, приведён временной ряд температуры для станции Шарбакты, аппроксимированный таким образом.



Рис. 3. Временной ряд температуры для станции Шарбакты, аппроксимированный полиномом шестой степени.

В табл. 1 приведены также годы начала и конца реальных (первых) гармоник по станциям региона. Видно, что начало потепления в регионе

наступило не одновременно, а растянулось примерно на 10 лет, в то время как его конец наступил в течение двух – трёх лет. Эта растянутость наступления экстремумов, в данном случае минимума температуры, является следствием неодинаковости длины первых гармоник.

Осадки. Если температура является непрерывной величиной, то осадки - это дискретное явление. К тому же осадки сильно зависят от орографии. Поэтому мы не получили «одинаковости» гармоник для территории рассматриваемого региона, как это было при анализе температуры.

При построении сценариев динамики осадков на перспективу мы не посчитали возможным воспользоваться результатами гармонического анализа временных рядов осадков по аналогии с построением сценария температуры. Каждый случай осадков (импульс) характеризуется очень малым отношением длительности импульсов к периоду их повторения. Большая по сравнению с длительностью импульса величина периода повторения приводит к медленной сходимости ряда и к необходимости учитывать большое число гармоник, поскольку амплитуды соседних гармоник близки по величине, что имеет место и в нашем случае. Согласно теории гармонического анализа [4] «ряды Фурье пригодны скорее для анализа временных рядов, чем для синтеза» и построения прогностических сценариев.

Поэтому для построения сценариев динамики осадков на перспективу воспользуемся связью между временными рядами осадков и компонентами общей циркуляции атмосферы (типами макропроцессов), чтобы построить сценарии динамики осадков на перспективу. Для начала, однако, выполним гармонический анализ самих типов макропроцессов. Результаты такого анализа типов макросиноптических процессов E, C и W приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты гармонического анализа временных рядов типов циркуляции

Номера гармоник	типы					
	E		C		W	
	длина, годы	амплитуда, дни	длина, годы	амплитуда, дни	длина, годы	амплитуда, дни
1	98	60	58	40	103	65
2	43	40	28	25	38	40
3	23	20	18	20	23	5

Из табл. 2 можно видеть, что у всех типов более 90 % дисперсии выбирается первыми тремя гармониками, а у макротипа W – по сути двумя.

У всех типов с увеличением номера гармоники ее амплитуда, быстро понижается, т.е. ряды быстро сходятся, что говорит о высокой внутренней и физической взаимообусловленности, связности рядов. [4] на это же указывает и соотношение длин гармоник.

Во временном ряде повторяемости типа E имеются вековые гармоники (98 лет) с амплитудой 60 суток, вторая гармоника продолжительностью 43 года и амплитудой 40 суток и третья гармоника продолжительностью 23 года и амплитудой 20 суток.

Вековая гармоника имеется также, в типе W (103 года), максимальная из всех гармоник, с амплитудой до 65 суток. Вторая гармоника продолжительностью 38 лет имеет амплитуду 40 дней, а третья – продолжительностью 23 года имеет амплитуду всего около 5 суток. В анализе третья гармоника в типе W по сути может не учитываться.

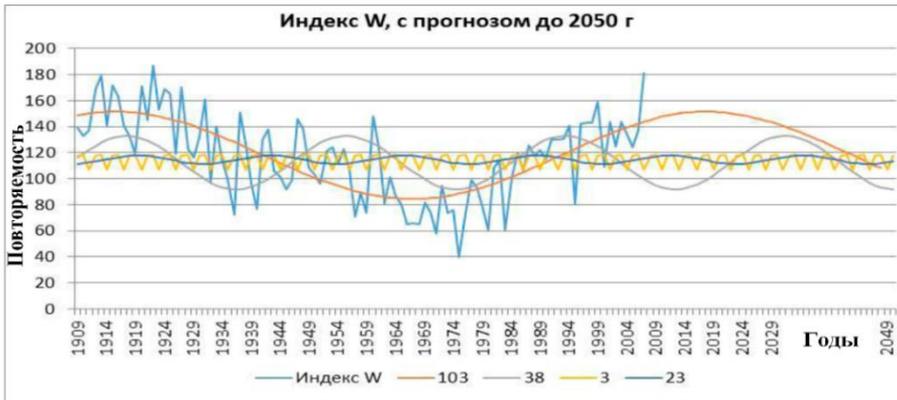
Во временном ряде типа C вековая гармоника отсутствует. Самой длинной является гармоника 58 лет с амплитудой 40 суток. Вторая гармоника продолжительностью 28 лет имеет амплитуду 25 суток. Третья гармоника продолжительностью 18 лет имеет амплитуду 20 суток.

Из трех макротипов циркуляции гармоники типа C имеют самые минимальные амплитуды (в два раза по сравнению с соответствующими гармониками других типов), а сами гармоники – наименьшую продолжительность.

Из выполненного анализа гармоник всех трёх типов циркуляции следует, что все они быстро сходятся, что предполагает наличие в них высокой внутренней и физической взаимообусловленности, связность рядов. Это позволяет нам использовать их для построения сценария изменения осадков на перспективу.

Сценарий изменения количества осадков на перспективу построим в предположении, что гармоники в рядах типов общей циркуляции атмосферы сохраняются. Для этого выделенные гармоники мы продлили до 2050 г. (рис. 4). Проанализируем особенности их хода на временном участке до 2050 г.

а)



б)



в)

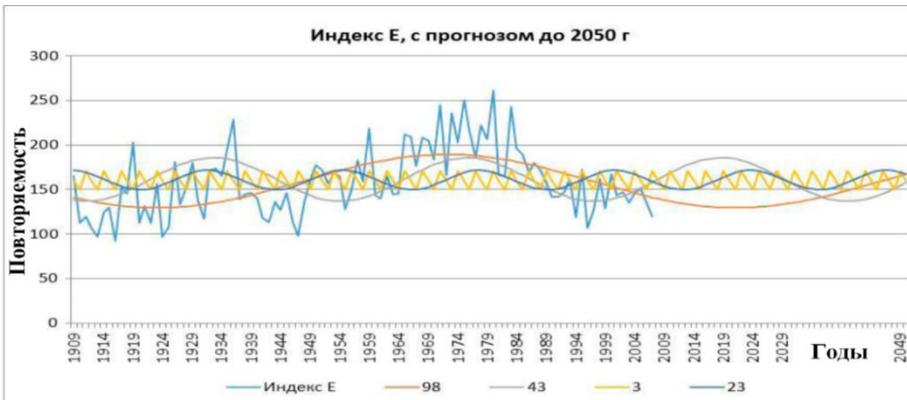


Рис. 4. Гармонический анализ индексов общей циркуляции атмосферы: (а) индекс W, (б) индекс C, (в) индекс E с их прогнозом до 2050 г.

Как следует из нашего анализа, повышенное количество осадков, ожидается при одновременном максимуме двух гармоник типа W или E, а пониженное – при одновременном максимуме первых двух гармоник типа C. При этом гармоники других типов должны находиться около нормы.

На анализируемом временном участке в максимуме амплитуды находится вековая гармоника типа W, которая и определяет осадки около нормы. Выше нормы они были в конце XX века и будут около 2025...2035 гг., когда и вторая гармоника типа W в максимуме.

Амплитуда вековой гармоники типа E в течение всего периода будет ниже нормы и её влияние будет слабым.

Амплитуда первой гармоники типа C, с которой связан минимум осадков в регионе, находится в максимуме в настоящее время, влияние которой перекрывается вековой гармоникой типа W.

На всём анализируемом временном участке не наблюдается совпадения максимумов первой и второй гармоник типов W или E, а также типа C, способствующих формированию выраженных климатических экстремумов осадков. Наиболее вероятен ход осадков с небольшими климатическими колебаниями с максимумами в настоящее время и в тридцатые годы XXI века и с минимумом около 2020...2025 гг., амплитуда колебаний ± 20 мм от многолетней нормы.

Большое подобие аппроксимационных кривых осадков отмечается на других станциях региона и позволяет рассчитывать, что ожидаемые климатические изменения количества осадков будут иметь место во всем регионе, хотя время наступления экстремумов на станциях будет несколько разным согласно нашим результатам.

Понижение температуры, которого авторы ожидают, хотя и небольшое, будет способствовать уменьшению испарения, что благоприятно скажется на земледелии.

Обсуждение. Построен климатический прогноз ожидаемого климатического изменения температуры и осадков хотя и разными методами, но на физических связях.

Представляет интерес сравнить наши данные и прогноз изменения климата по территории Казахстана с данными других авторов. Так, в [7, 13] на конец XX и начало XXI века вероятно - статистическими методами прогнозировались изменения температуры и осадков по территории Казах-

стана и Средней Азии. Предиктантами были температура и осадки на территории, а предикторами – глобальный коэффициент прозрачности, коэффициент оптической плотности, концентрация углекислого газа, приземная температура воздуха северного полушария и др. Причинно-следственные связи при этом не обсуждались. В работе [12], показано, что и прогноз осадков и прогноз температуры не оправдались. Часть связей была интерпретирована как ложная.

В то же время в [2], начиная с 2010 г., отмечалось потепление над югом Сибири. Примерно с этого же времени начали отмечать начало похолодания на северо-востоке Казахстана и мы, а в [12] было показано, что похолодание уже охватило всю территорию Республики.

К настоящему времени начало похолодания отмечается уже многими исследователями. Так, Европейский центр среднесрочных прогнозов в [8] глобальную температуру за последние годы представляет в виде практически горизонтальной линии. Понятно, что в некоторых регионах она может иметь и отрицательный тренд.

Согласно данным Гидрометцентра России [6] нулевые тренды средней за последние 10 лет температуры охватили не только юго-запад Сибири, но и большую часть Казахстана. Если бы были взяты температуры только за последние 7...8 лет, то отрицательными трендами был бы охвачен весь Казахстан, как это получено в нашей [12].

Из сказанного выше видно, что процесс похолодания охватил значительный регион, и наши результаты хорошо согласуются с результатами других авторов. Следует ли из этого, что земледелию в Северном Казахстане ничего не угрожает? Как отмечено выше, территория относится к зоне рискованного земледелия, два из пяти лет являются неурожайными. Поэтому остаётся проблема адаптации к существующим климатическим условиям. Кроме того, борьба за уменьшение выбросов парниковых газов, даже если они не являются первопричиной потепления, является также борьбой за сокращение выбросов в окружающую среду всевозможных загрязняющих веществ, создающих вторую не менее важную проблему для человечества.

Результаты. В результате выполненных исследований мы получили следующее.

Временные ряды температуры при гармоническом анализе первые три гармоники, как правило, выбирают около 90 % дисперсии. Благодаря

этому возможно построение сценариев на перспективу в предположении сохранности первых гармоник разложения.

Гармоники временных рядов метеорологических станций в пределах региона Северного Казахстана очень сходны. Это позволяет применить метод «ближайших соседей», взяв для анализа одну станцию из группы.

Температура в Северном Казахстане в течение ближайших 50 лет будет понижаться в пределах амплитуды вековой гармоник, около 2°C к концу периода. На фоне понижения климатической температуры, обусловленного понижением амплитуды вековой гармоник, возможны колебания температуры за счёт второй и третьей гармоник, которые, как и на анализируемом временном отрезке, не превысят $0,8^{\circ}\text{C}$.

Показано, что гармоники во временных рядах осадков не обладают достаточной сходимостью из-за того, что каждый случай осадков (импульс) характеризуется очень малым отношением длительности импульсов к периоду их повторения. Большая по сравнению с длительностью импульса величина периода повторения приводит к медленной сходимости ряда и к необходимости учитывать большое число гармоник, поскольку амплитуды соседних гармоник близки по величине. В то же время гармоники в рядах осадков мало меняются по территории, и это позволяет при построении сценария на перспективу применять метод «ближайших соседей». Применительно к осадкам при построении прогноза на перспективу более целесообразно использовать связи между климатическими изменениями осадков и колебаниями индексов общей циркуляции атмосферы. На период до 2050 г. в Северном Казахстане наиболее вероятен ход осадков с небольшими климатическими колебаниями с максимумами в настоящее время и в тридцатые годы XXI века и с минимумом около 2020...2025 гг., амплитуда колебаний $\pm 20\text{мм}$ от нормы.

Несмотря на то, что в ближайшие десятилетия ожидается понижение температуры в регионе, способствующее понижению испарения, а осадки ожидаются около нормы, адаптационные мероприятия в сельском хозяйстве необходимы ввиду большой межгодовой изменчивости количества осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бугаев В.А., Джорджио В.А., Козик Е.М., Петросянц М.А., Пшеничный А.Я., Романов Н.Н., Чернышева О.Н. Синоптические процессы

- Средней Азии – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1957. – 478 с.
2. Всемирный фонд дикой природы. [Электрон. ресурс] – URL: akokorin@wwf.ru (дата обращения: 07.01.2019).
 3. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 488 с.
 4. Груза Г.В., Ранькова Э. Я. Мониторинг и вероятностный прогноз короткопериодных колебаний климата // Шестьдесят лет центру гидрометеорологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – С. 148-170.
 5. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Вероятностные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 270 с.
 6. Данные Гидрометцентра России. Наблюдаемые климатические тренды в средних сезонных полях температуры. [Электрон. ресурс] – URL: <http://meteoinfo.ru/climate/2015-05-25-13-36-16/3468-clim-trend-s> (дата обращения 07.01.2019).
 7. Пилифосова О.В. Вероятностный сверхдолгосрочный прогноз полей изменений сумм осадков в регионе «Казахстан-Средняя Азия» // Труды КазНИГМИ, 1991. – Вып.111. – С. 66-75.
 8. Подразделение климатических исследований. [Электрон. ресурс] – URL: <http://www.cru.uea.ac.uk> (дата обращения 07.01.2019).
 9. Справочник по климату Казахстана. // Многолетние данные. – Алматы: Казгидромет, 2004. – Вып.1-14.
 10. Чередниченко А.В. Динамика климата Казахстана. Начало эпохи похолодания. – Алматы, 2015. – 208 с.
 11. Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С. Временные ряды температуры и осадков: Статистический анализ. Алматы, 2013. – 367 с.
 12. Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С. Климатические циклы во временных рядах температуры над Казахстаном. Начало цикла похолодания // Гидрометеорология и экология – 2013. – №4. – С. 7-26.
 13. Sneyers R. On the Statistical Analysis of Series of Observations. // Technical note – Geneva: WMO, 1990. – №143. – 192 p.

Поступила 11.01.2019

Геогр. ғылымд. докторы

В.С.Чередниченко

Геогр. ғылымд. докторы

А.В.Чередниченко

Геогр. ғылымд. канд.

А.В.Чередниченко

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДА КҮТІЛЕТІН КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ

Түйін сөздер: температура, жауын-шашын, климаттық ауытқулар, сценарийлер, жалпы айналым индекстері;

Солтүстік Қазақстандағы температура мен жауын-шашынның климаттық өзгеру ерекшеліктері қарастырылған. Аймақтың салыстырмалы аз көлеміне қарамастан, климаттық өзгерістер бұл жерде айтарлықтай уақытша кідіріспен орын алады. Сценарийлерді құрастырудың негізіне физикалық заңдылықтар алынған, ол гармоникалық талдау процесінде анықталған температура мен жауын-шашынның уақытша қатарындағы климаттық ауытқулар мен атмосфераның жалпы айналым индексындағы климаттық ауытқулар арасындағы байланыстардың болуы.

V.S. Cherednichenko, A.V. Cherednichenko, A.V. Cherednichenko

CLIMATE CHANGE EXPECTED IN NORTHERN KAZAKHSTAN

Keywords: temperature, precipitation, climatic fluctuations, scenarios, general circulation indices

The features of climatic changes in temperature and precipitation in Northern Kazakhstan are considered. It is shown that, despite the relatively small size of the region, climatic changes occur here with a significant time delay. The basis for building scenarios is based on physical laws, which consist in the presence of links between climatic fluctuations contained in time series of temperature and precipitation and climatic fluctuations in the indices of the general circulation of the atmosphere, identified in the process of harmonic analysis.

УДК 338.45:620:9

Канд. биол. наук

П.С. Дмитриев¹А.Ж. Шаймерденова¹

ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, возобновляемые источники энергии, Северо-Казахстанская область, природно-ресурсный потенциал, ветровые электростанции, энергетика, ветроэнергетика, экономическая эффективность, экологическая эффективность.

В статье рассматривается природно-ресурсный потенциал использования альтернативных источников энергии на территории Северо-Казахстанской области. На основе анализа литературных источников, законодательных актов, нормативных документов, научных статей, анкетирования и опроса местного населения методом математической гипотезы был произведен расчёт экономической и экологической эффективности использования альтернативных источников энергии.

Введение. С развитием экономики Казахстана возрастает спрос и дефицит на все виды энергии, топливо, воду. Проблема энергосбережения в процессе потребления является на сегодняшний день самой актуальной, поскольку основной потенциал сосредоточен в секторе потребления (промышленность, сельское хозяйство, транспорт, жилищный и бюджетный сектора) [1].

Развитие энергосектора исключительно на базе традиционной энергетики приводит к истощению невозобновляемых топливных ресурсов и существенному загрязнению окружающей среды. Экономической и экологической альтернативой централизованной традиционной энергетики является использование местных источников энергии на базе возобновляемых источников энергии [8].

¹ СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

Актуальность существующей проблемы обозначила цель работы – раскрыть выгодность использования альтернативных источников энергии, способствовать популяризации альтернативных источников энергии для Северо-Казахстанской области (СКО). Северо-Казахстанская область имеет большой природный потенциал к использованию возобновляемых источников энергии. Наиболее перспективным направлением является ветроэнергетика. Как известно, ветер является одним из наиболее мощных энергетических источников, который издавна используется человеком, и при благоприятных условиях может быть утилизирован в интересах народного хозяйства в значительно больших масштабах, чем это имеет место в настоящее время [11].

Методы и объект исследования. Кызылжарский район расположен в северной части СКО, вдоль берега реки Ишим с юга-запада на северо-восток. Район имеет выгодное географическое положение, находится вблизи областного центра и граничит с Тюменской, Курганской, Омской областями Российской Федерации [7].

Первопроходцами в использовании альтернативных источников в СКО явился Кызылжарский район, с. Новоникольское. Они первыми решили использовать энергию ветра в своем регионе, что еще раз подтверждает высокий социально – экономический потенциал данного региона. Одна из главных этих причин – государственная поддержка, указываемая экологически ответственному бизнесу. Одним из главных факторов, повлиявших на установку ветроэнергетической станции (ВЭС) в с. Новоникольское несомненно послужил ветровой режим рассматриваемой территории. В целом для характеризуемой территории циркуляционный режим характеризуется преобладанием ветров с западной составляющей: юго-западных, западных, северо-западных. Средняя скорость ветра колеблется от 3,0 до 5,7 м/сек [11, 7, 6].

Методы исследования были следующие:

1. Анализ литературных источников, законодательных актов, нормативных документов, научных статей по исследуемой теме;
2. Анкетирование и опрос населения с. Новоникольское, Кызылжарский район;
3. Метод математической гипотезы для расчета экономической и экологической эффективности от использования альтернативных источников энергии.

Наиболее распространенный вид социологического исследования и самый широко используемый метод сбора первичной информации – опрос. Достоинства этого метода в том, что, во-первых, он экономичен, так как, опросив относительно небольшую группу людей, можно судить о состоянии и тенденциях развития социальных процессов общества в целом. Во-вторых, ему присуща широта охвата разных сфер.

В данной работе используется метод анкетирования в связи с тем, что он:

- является наиболее широко распространенным и наиболее оперативным методом сбора первичной социологической информации;
- более доступен для овладения массой исследователей, у которых нет большого исследовательского опыта;
- не требует много времени и денег для подготовки анкетеров;
- позволяет математическую обработку результатов анкетирования;
- позволяет опросить большое количество людей за короткий промежуток времени [2].

Анкетирование населения проводилось в октябре 2017 г. в Северо-Казахстанской области. В анкетировании участвовали 35 студентов разных специальностей, 20 служащих, 24 рабочих и 21 пенсионер. Всего в анкетировании приняли участие 100 человек. Разработанная анкета включала вопросы, касающиеся энергетики СКО, знаний населения о возобновляемых источниках энергии, об уже используемых в нашей области, о плюсах и минусах возобновляемой энергетики. Главный вопрос касался возможности потребительского выбора населения и чему они отдают предпочтение.

Результаты и обсуждение. В настоящее время разработаны ветроэнергоустановки, способные эффективно работать при слабом ветре.

Интерес к развитию ветроэнергетики объясняется следующими факторами:

- 1) возобновляемый ресурс энергии, не зависящий от мировых рынков топлива;
- 2) отсутствие выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу;
- 3) развитый мировой рынок ветроустановок;
- 4) конкурентная стоимость установленной мощности (1000-1400 долл. США/кВт);

- 5) конкурентная стоимость электроэнергии, не зависящая от стоимости топлива;
- 6) короткие сроки строительства ВЭС с адаптацией мощности ВЭС к требуемой нагрузке;
- 7) снижение стоимости электроэнергии при децентрализованном обеспечении электроэнергией отдаленных потребителей [10].

Перспективы использования ветроэнергетики определяются наличием соответствующих ветроэнергетических ресурсов. Порядка 50% территории Казахстана имеет среднегодовую скорость ветра 4...5 м/с, а ряд районов имеет скорость ветра 6 м/с и более [9]. По оценкам экспертов, Казахстан – одна из стран мира с наиболее подходящими условиями для развития ветроэнергетики. Ветреные места расположены в Прикаспии, в центре и на севере Казахстана, на юге и юго-востоке Казахстана.

ВЭС не потребляют органического топлива и, таким образом, не выбрасывают в атмосферу продукты сгорания топлива и не имеют твердых отходов. Каждый кВт.ч электроэнергии от ВЭС, замещающий электроэнергию от угольной – тепловой электростанции (ТЭС), предотвращает вредные выбросы в атмосферу окислов серы, окислов азота, летучей золы и парниковых газов, а также складирование золошлаковых отходов [3]. Установка 500 МВт мощности ВЭС с ежегодной выработкой 1,5 млрд. кВтч электроэнергии позволит сохранить более 500 тыс. тонн в год и предотвратить годовые выбросы в атмосферу порядка [10, 4]:

- 1,5 млн. тонн диоксида углерода;
- 12000 тонн оксидов серы;
- 7800 тонн оксидов азота;
- 12 600 тонн летучей золы.

Заключение. Развитие альтернативной энергетики в Северо-Казахстанской области стимулируется инвестиционными предпочтениями, законодательством и необходимыми природно-климатическими условиями: среднемесячная скорость ветра в области составляет 4,1 м/сек; равнинный рельеф; продолжительность солнечного сияния за год составляет в среднем 1900-2000 часов с максимумом в июне-июле [11, 7, 6].

Результаты проведенного анкетирования показывают, что 80% опрошенных знакомы с понятием альтернативная энергетика. При наличии потребительского выбора 44% респондентов выбирают энергию от альтернативных источников, поясняя свой выбор экологичностью, долговечностью и экономичностью данных источников энергии. Полученные данные

свидетельствуют о том, что население Северо-Казахстанской области заинтересовано в переходе на альтернативную энергетику.

Таким образом, Северо-Казахстанская область имеет большой природный потенциал к использованию возобновляемых источников энергии. Наиболее перспективным направлением является ветроэнергетика. Ветер является одним из наиболее мощных энергетических источников, который издавна используется человеком, и при благоприятных условиях может быть утилизирован в интересах народного хозяйства в значительно больших масштабах, чем это имеет место в настоящее время.

Перспективы. Мировой спрос на возобновляемые источники энергии постоянно растет. Во всех развитых странах сегодня разрабатываются и реализуются программы, связанные с альтернативной энергетикой. Ее привлекательность вызвана неисчерпаемостью ресурсов, независимостью от конъюнктуры цен на мировых рынках углесодержащих энергоносителей, а также экологической чистотой. Преимущества альтернативных источников энергии послужили причиной бурного развития возобновляемой энергетики за рубежом и весьма оптимистических прогнозов относительно ее перспектив в ближайшие десятилетия в Республике Казахстан.

Благодаря эффективному использованию бесконечных возобновляемых источников энергии Казахстан может достичь устойчивости экономического развития не только путем производства чистой электроэнергии, являющейся потребительским продуктом с высокой добавленной стоимостью, но и создать постоянные и высоко квалифицированные рабочие места в строительной, электротехнической, машиностроительной и энергетической отраслях [5].

Авторами предлагается на основе полученных результатов создать рекомендации для развития альтернативной энергетики в Северо-Казахстанской области, рассмотреть наиболее благоприятные варианты для размещения ветроэнергетических установок с учетом природно-климатических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – Алматы: АИЭС, 2008. – 76 с.
2. Андреенков В.Г., Маслова О.М. Методы сбора информации в социологических исследованиях. – М.: Наука, 1990. – 351 с.
3. Баланчевадзе В.И., Барановский А. И. и др. Энергетика сегодня и завтра. Под ред. А. Ф. Дьякова. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 344 с.
4. Барсуков Ю. Ветроэнергетика – отрасль будущего. – М: Мысль. 2005. – № 11. – 61 с. Барсуков Ю. Ветроэнергетика – отрасль будущего. // Мысль. – 2005. – № 11.– С.61-67.
5. Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды. – Львов: Афиша, 2007. – 336 с.
6. Абдулова Г.К., Бекжанов Ж.Д., Белецкая Н.П. Северо-Казахстанская область (краткая характеристика). – Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева. 2001. – 69 с.
7. География Северо-Казахстанской области // под ред. В.И. Дробовцева. – Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2009. – 125 с.
8. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии. – Санкт - Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2008. – 224 с.
9. Кожаметов П.Ж., Баймагамбетов Б.О., Мамытова А.Т., Алиакбарова Н.Р. Районирование территории Казахстана по ветровым воздействиям. // Гидрометеорология и экология. – 2015.– № 4. – С. 7-16.
10. Дорошин Г.А. Перспективы использования ветроэнергетики в РК // Проект ПРООН ГЭФ «Казахстан – инициатива развития рынка ветроэнергетики», доклад / ПРООН, – Алматы, 2006. – С. 7-8.
11. Экологический информационный бюллетень (О состоянии окружающей среды Северо-Казахстанской области). // КГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Акимата Северо-Казахстанской области» – Петропавловск, 2005.– 58 с.

Поступила 21.01.2019

Биол. ғылымд. канд.

П.С. Дмитриев
А.Ж. Шаймерденова

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ АЛЬТЕРНАТИВТІ ЭНЕРГЕТИКА ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТАБИҒИ- РЕСУРСТЫҚ ӘЛЕУЕТІ

Түйін сөздер: баламалы энергия көздері, жаңартылатын энергия көздері, Солтүстік Қазақстан облысы, табиғи-ресурстық әлеует, желдік электрстанциялары, энергетика, жел энергиясы, экономикалық тиімділік, экологиялық тиімділік.

Мақалада Солтүстік Қазақстан облысының аумағындағы баламалы энергия көздерін пайдаланудың табиғи және ресурстық әлеуеті қарастырылады. Әдебиеттер көздерін, заң актілері, нормативті құжаттар, ғылыми басылымдарды талдау, жергілікті халық арасындағы сауалнама математикалық гипотеза негізінде альтернативті энергия пайдалануының экономикалық және экологиялық тиімділігі есептелді.

P.S. Dmitriev, A.Zh. Shaimerdenova

THE NATURAL AND RESOURCE POTENTIAL FOR USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES ON THE TERRITORY OF THE NORTH-KAZAKHSTAN OBLAST

Keywords: alternative energy sources, renewable energy sources, North-Kazakhstan oblast, natural resource potential, wind power stations, energy, wind energy, economic efficiency, environmental efficiency.

The article considers the natural resource potential of using alternative energy sources on the territory of the North-Kazakhstan Oblast. Based on the analysis of literature sources, legislative acts, normative documents, scientific articles, questionnaires and surveys of local population and the method of mathematical hypothesis, the calculation of economic and environmental efficiency from the use of alternative energy sources was done.

УДК 551. 509. 324.

М.Ф. Сулейманов¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЯНДЖА-ГАЗАХСКОМ РЕГИОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

Ключевые слова: Гянджа-Газах, гроза, туман, статистический анализ, изменение климата

В статье дается анализ и оценка климатических характеристик гроз и туманов в Гянджа-Газахском районе, представляющих опасность для полетов авиации. При исследовании использованы многолетние данные метеорологических станций Акстафы, Даишкесана, Шамкира, Гедабека, Гянджи, Гейгэль-курорта за период с 1981 по 2014 гг.

Оценка опасных гидрометеорологических явлений и их многолетних тенденций, как правило, имеет важное значение в изучении современных изменений климата. Для этого во многих регионах Азербайджана были проведены многочисленные исследования опасных гидрометеорологических явлений [1,5].

Однако, надо отметить, что климатические характеристики опасных метеорологических явлений в районах со сложным рельефом все еще полностью не изучены. Одним из таких районов является Гянджа-Газахский регион, расположенный в северо-восточной части Малого Кавказа. Данная территория имеет важное экономическое и стратегическое значение для республики, хотя площадь территории по размерам незначительная. Наблюдаемые здесь опасные атмосферные процессы в разные периоды года могут оказать большое негативное воздействие на авиационные полеты и инфраструктуру.

Учитывая это, основной целью статьи является изучение опасных атмосферных явлений, наблюдаемых в регионе и на северо-восточном склоне Малого Кавказа. Для этой цели, используются суточные данные наблюдений за грозами и туманами на гидрометеорологических станциях

¹ Научно-исследовательский институт гидрометеорологии,
г. Баку, Азербайджан

рассматриваемой территории, произведен анализ динамики изменения количества случаев этих явлений за период с 1981 по 2014 гг. и получены ниже следующие результаты, на основе которых по каждому из них построены тренды. Долгосрочный анализ тренда числа дней с грозой показан на рис. 1.

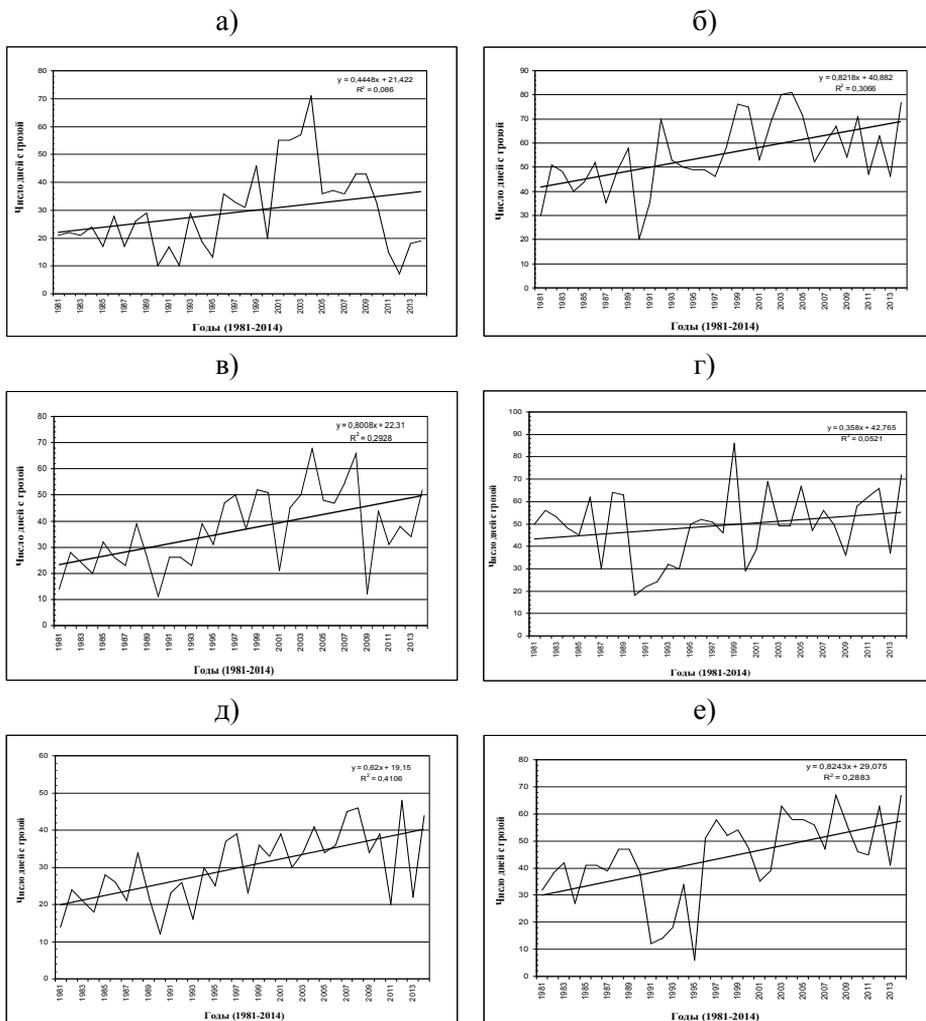


Рис. 1. Многолетний ход числа дней с грозами на метеорологических станциях Гянджа-Газахского региона за 1981...2014 гг.: (а) Акстафа; (б) Дашкесан; (в) Шамкир; (г) Гедабек; (д) Гянджа; (е) Гейгёль-курорт.

Анализ трендов (рис.1), показывает, что в результате влияния современных изменений климата, на всех станциях наблюдается увеличение

числа дней с грозами. Все это является следствием повышения средней температуры воздуха, которое приводит к усилению тепловой конвекции [2;7]. Повышение интенсивности конвективных процессов, в свою очередь, приводит к увеличению как продолжительности, так и числа дней с грозой [1;3;6]. Как следует из ряда наблюдений за 1981-2014 годы, максимальное число дней с грозами в Акстафе составило 68, в Дашкесане - 72, в Шамкире – 68, в Гедабеке – 86, в Гяндже - 48 и в Гёйгёль-курортном – 66 дней. Увеличение числа максимальных показателей дней с грозой наблюдается, в основном, за последние годы.

Следует отметить, что эти закономерности полностью совпадают с изменениями, возникающими вследствие глобального потепления климата [5].

На всех станциях региона наибольшее число дней с грозами наблюдается в мае–июне, наименьшее – в декабре, январе и феврале. Как известно, причиной неравномерного распределения грозовых процессов по месяцам является то, что интенсивность конвективных процессов в более теплый период года увеличивается [4]. В исследуемом регионе самый высокий показатель числа дней с грозами составляет 55,2 дня в Дашкесане, а самый низкий 29,4 дня в Акстафе.

Глобальное потепление климата, наряду с оказанием резкого влияния на тенденцию изменения метеорологических элементов, также влияет на повторяемость метеорологических процессов. Об этом свидетельствует анализ данных наблюдений за туманами (рис.2).

Данные наблюдений за период 1981...2014 гг. свидетельствуют о том, что наибольшее среднегодовое число дней с туманами составляет 36 в Акстафе, 217 в Дашкесане, 59 в Шамкире, 60 в Гедабеке, 57 в Гяндже и 117 в Гёйгёль-курорте. Наименьшее число дней с туманами составили: 2 дня в Акстафе, 79 в Дашкесане, 9 в Шамкире, в 2 Гедабеке, 14 в Гяндже и 56 дней в Гёйгёль-курорте. Из анализа трендов также можно сделать вывод, о том что в последние годы наблюдается резкое уменьшение количества дней с туманами.

Максимальные показатели по туманам составляют: 2,3 дня в декабре в Акстафе; 16,5 в марте в Дашкесане; 6,6 в январе в Шамкире; 3,5 в марте в Гедабеке; 5,9 в декабре в Гяндже и 12,2 дня в марте в Гёйгёль-курорте. Минимальные показатели составляют: 0,05 дней в июле в Акстафе; 5,8 в июле в Дашкесане; 3,9 дней в июне-июле Гёйгёль-курорте; 0,09 в июле в Гедабеке, В июне-августе в Гяндже и Шамкире туманы не наблюдаются

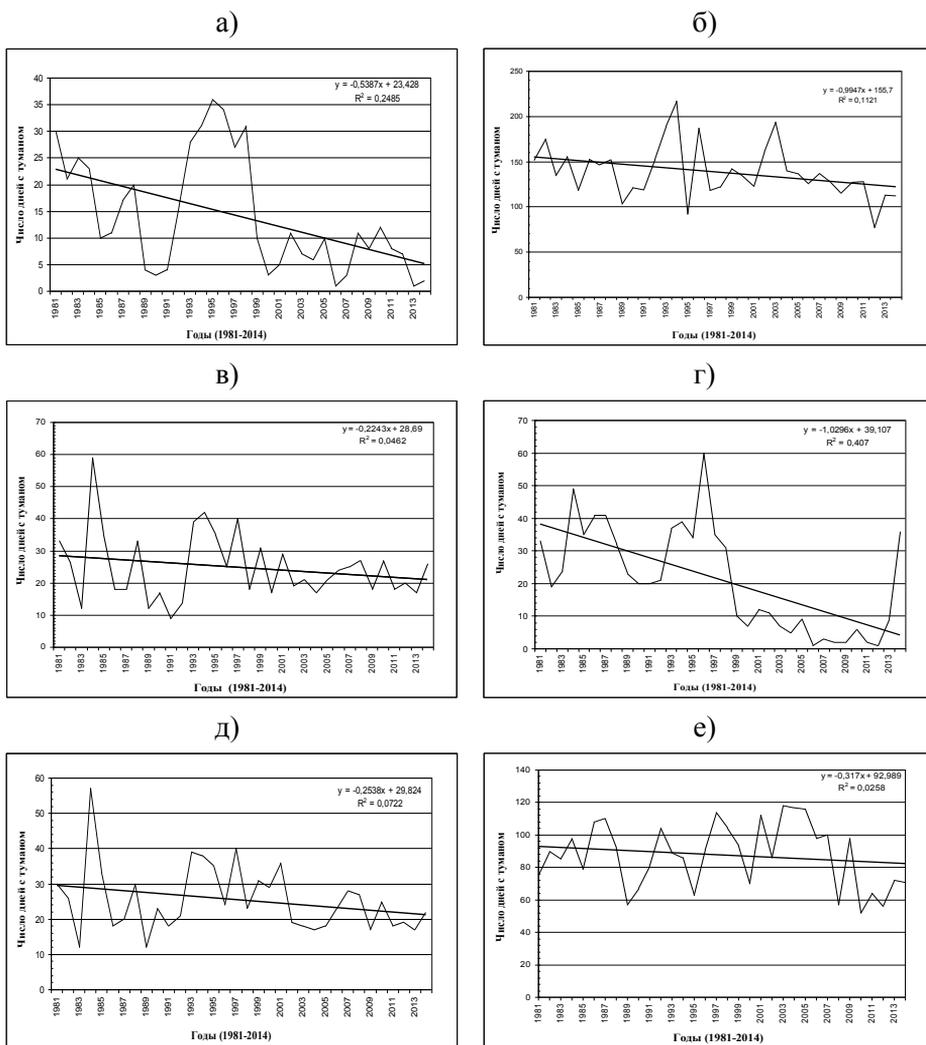


Рис. 2. Многолетний ход числа дней с туманами на метеорологических станциях Гянджа-Газахского регионе за 1981-2014 гг.: (а) Акстафа, (б) Дашкесан, (в) Шамкир, (г) Гедабек, (д) Гянджа, (е) Гейгёль-курорт.

В результате проведенных исследований сделаны нижеследующие выводы: В последние годы в Гянджа-Газахском регионе Азербайджана в результате воздействия изменения климата в частности потепления наблюдается увеличение числа дней с грозами, и уменьшение числа дней с туманами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Махмудов Р.Н. Исследование гидрометеорологического условия высокогорья Азербайджана // Влияние изменения климата на состояние снежно-ледовых и водных ресурсов: Матер. междунар. конф., Бишкек, Кыргызстан, 2014. – С. 40-41.
2. Сафаров С.Г. Грозоградные и селевые явления на территории Азербайджана и радиолокационные методы их прогнозирования. – Баку: Эльм. – 2012. – 292 с.
3. Сафаров С.Г., Гулиев З.Г. Грозоградный процесс 10 июня 2014 г. в западных регионах Азербайджана // Инновационные методы и средства исследований в области физики облаков, гидрометеорологии, экологии и изменения климата: Матер. междунар. конф., Ставрополь, Россия, 2015. – С. 111-113.
4. Сафаров С.Г. Реальное положение с молниями на территории Азербайджана // Modern Trends in Physics: Матер. междунар. конф., Баку, Азербайджан, 2017. – С. 102-103.
5. Mahmudov R.N. Müasir iqlim dəyişmələri və təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr. – Bakı: MAA. – 2018. – 231 s.
6. Paşayev A.M., Sultanov V.Z., Hüseynov N.Ş., Nəbiyev R.N. Gəncə aeroportunun iqlim xarakteristikası. – Bakı: MAA. – 2003. – 110 s.
7. Hüseynov N.Ş., B.M. Məlikov İldırım hadisələrinin proqnozunda dayanıqsızlıq indekslərinin tətbiqinin təhlili // MAA, – 2012. – Cild 14.– №1. S. 15-22.

Поступила 12.03.2019

М.Ф. Сулейманов

ӘЗІРБАЙДЖАННЫҢ ГЯДЖА-ГАЗАХ АЙМАҒЫНДАҒЫ ҚАУІПТІ АТМОСФЕРАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ ЗЕРТТЕУ

Түйін сөздер: Гянджа-Газах, найзағай, тұман, статистикалық талдау, климаттың өзгеруі

Мақалада Гянджа-Газах ауданындағы авиациялық ұшу үшін қауіп төндіретін найзағай мен тұманның климаттық сипаттамаларына талдау және бағалау берілген. Зерттеу жұмысы барысында Акстафа, Дашкесан, Шамкир, Гедабек, Гянджа, Гейгёль-курорты метеорологиялық станцияларының 1981-2014 ж.ж. кезеңі үшін көпжылдық мәліметтері қолданылған.

M.F. Suleymanov

**RESEARCH OF DANGEROUS ATMOSPHERIC PROSESS IN
GANJA-GAZAKH REGION OF AZERBAIJAN**

Keywords: Ganja-gazakh, lightning, statistical analysis, climate change

Several climatic characteristics of lightning and boggy conditions which are dangerous for aviation flights in Ganja-Gazakh region were analyzed and evaluated in the article. Average long term data from meteorological stations of Agstafa, Dashkasan, Shamkir, Gadabay, Ganja and Goygol-resort for the period of 1981-2014 years was used.

УДК 551.582

Е.К. Адильбеков¹**РЕЖИМ ВЕТРА И ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВОЕННОГО ИНСТИТУТА СУХОПУТНЫХ ВОЙСК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Ключевые слова: метеостанция, ветрогенераторы, ветроэнергетика, удельная мощность, скорость, направление, повторяемость, режим ветра, штиль.

В статье рассматривается климатический режим ветра и ветроэнергетический потенциал на территории учебного центра Военного института Сухопутных войск Республики Казахстан. Проведен анализ средней скорости и направления ветра, их повторяемости, а также удельная мощность ветрового потока в исследуемом районе.

Основным результатом исследования стало то, что для эффективного развития ветроэнергетики на исследуемой территории Республики Казахстан, где преобладают слабые ветра, пригодно использовать мобильные, передвижные ветроустановки малой и средней мощности, что вполне достаточно, для обеспечения энергопитанием практических занятий.

По своему географическому положению Казахстан находится в ветровом поясе северного полушария и на значительной территории наблюдаются достаточно сильные воздушные течения, преимущественно северного, северо-восточного и юго-западного направлений. Почти на 50% территории Казахстана среднегодовая скорость ветра достигает 4...5 м/с метров, что, учитывая размеры страны, т.е. более 2,72 млн.кв.км, предопределяет наличие огромного ветроэнергетического потенциала. В ряде районах

¹ Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы, г. Нур-Султан, Казахстан

Казахстана среднегодовая скорость ветра достигает 6 м/с и выше, что делает эти районы перспективными для использования энергии ветра[2].

По данным международного журнала прикладных и фундаментальных исследований, скорость континентального ветра в нашей стране находится в диапазоне 2..7 м/сек [6]. Стоит отметить большие потенциальные запасы мощности ветра, которые имеются в районе Джунгарских ворот и в Чиликском коридоре Алматинской области, где средняя скорость ветров имеет пределы от 5 до 9 м/сек. Кроме того, районы со скоростями ветра 6 м/с и выше, расположены в центральной части Казахстана, в Прикаспии, а также в ряде мест на юге, юго-востоке и юго-западе Казахстана[1].

Рассмотрение вопросов использования альтернативных источников энергии (АИЭ) в Вооруженных силах (ВС) направлено на реализацию Стратегического плана развития РК до 2020 г., в котором отмечено: «Учитывая необходимость решения экологических проблем, одним из приоритетных направлений развития электроэнергетики использование возобновляемых энергетических ресурсов (гидроэнергия, ветровая и солнечная энергия), используемый потенциал которых в Казахстане весьма значителен» [10].

В ходе развития ВС особое внимание уделялось их оснащению новыми и современными образцами вооружения и военной техники. На сегодняшний день в ВС имеется большой парк военной техники, новых автоматизированных систем управления боем, средств связи, экипировки и т.д. требующие огромного и бесперебойного потребления электроэнергии. Исследования, направленные на изучение опыта ведущих стран мира, показывают, что имеются все основания для развития в Казахстане на базе ВС АИЭ [7].

В этой связи, объектом для оценки ветроэнергетического потенциала выбрана территория учебного центра Военного института Сухопутных войск, который расположен в пустынно-степной местности в 20 км северо-восточнее населенного пункта Н.Тлендиева Илийского района Алматинской области, с использованием данных метеорологических станции (МС) Айдарлы, МС Капшагай и МС Аксенгир с высотой над уровнем моря 498, 496 и 643 метров соответственно. Характеристики ветрового режима, указанных районов, получены из справочника по климату Казахстана, который содержит результаты климатологической обработки материалов многолетних наблюдений, проводимых на МС [9].

Средняя многолетняя годовая скорость ветра в населенном пункте Айдарлы составляет 2,8 м/с, в г. Капшагай – 2,4 м/с, в п. Аксенгир – 1,8 м/с. (табл. 1).

Таблица 1

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Метео-станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Айдарлы	2,9	2,8	2,7	3,2	3,1	3,1	2,9	2,5	2,5	2,7	2,8	2,8	2,8
Капшагай	2,0	2,1	2,6	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,4	2,4	2,2	2,4
Аксенгир	1,5	1,6	1,7	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6	1,5	1,8

В табл. 2 приведена повторяемость направлений ветра и штиля на МС Айдарлы, Капшагай и Аксенгир. Повторяемость штилей в среднем за год больше в населенном пункте Айдарлы – около 19%, ветреная погода чаще наблюдается в г.Капшагай, где повторяемость штилей составляет 16%. В этом районе определенную долю имеют бризовые ветра. Бризовая циркуляция особенно четко выражается там, где водная поверхность граничит с песчаными массивами. Населенный пункт Аксенгир характеризуется постоянным слабым ветром, а повторяемость штилей в среднем составляет 14% [1].

Повторяемость направления ветра в каждом исследуемом районе за счет рельефа местности различна, так в МС Айдарлы в основном преобладают южные и юго-восточные ветра, в г.Капшагай наряду с восточными – западные и северо-западные ветра, а населенный пункт Аксенгир характеризуется вовсе южными ветрами. Отсюда следует, что в исследуемом районе предпочтительно использовать ветрогенераторы с вертикальной осью вращения, где принцип работы несильно зависит от направления ветра.

Для ветроэнергетики особый интерес представляет распределение скоростей ветра по градациям скорости. Можно приближенно оценить эффективность средних годовых скоростей ветра для ветроэнергетических установок [4, 5]: при менее 3,0 м/с – бесперспективные; 3,0...3,5 м/с – малоперспективные; 3,5–4,0 м/с – перспективные для маломощных установок; более 4,0 м/с – перспективные. Однако для ветрогенераторов малой мощности (менее 100 кВт), с более чувствительными элементами, нижний порог скорости ветра можно снизить до 2 м/с.

Таблица 2

Повторяемость направлений ветра (%)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Айдарлы									
I	4	6	16	25	17	10	14	8	26
IV	8	13	15	13	13	12	16	10	14
VII	11	11	11	10	16	14	15	12	14
X	6	8	13	16	19	13	16	9	19
Год	7	10	15	17	15	11	15	10	19
Капшагай									
I	8	10	16	8	4	5	18	31	22
IV	9	11	18	4	3	7	17	31	13
VII	9	10	26	8	7	6	14	20	16
X	7	8	19	7	4	5	18	32	16
Год	8	9	19	7	4	6	16	31	16
Аксенгир									
I	10	7	8	5	47	14	5	4	19
IV	16	12	14	6	29	8	9	6	11
VII	11	10	11	8	38	8	8	6	11
X	12	11	14	6	37	9	6	5	12
Год	13	10	11	6	37	10	7	6	14

Всем известно, что современные лопастные ветрогенераторы при небольших ветрах малоэффективны. В то же время есть необходимость получения свободной энергии на малых и средних скоростях ветра – от 2 до 5 м/с. К примеру, для выработки электричества в тех местах, где нет сильных ветров, разработан ветрогенератор Оникко для слабого ветра, получивший свое название по фамилии изобретателя и руководителя группы украинских инженеров, которые создали совершенно новый тип ротора (рис. 1). Генератор Оникко работает на скорости ветра от 1 до 20 м/с [11].

В России, в регионах с небольшими скоростями ветра, применяются такие ветроэнергетические установки, как FD2.7-500 и FD3.0-1000 (рис.2). Работа ветроустановки FD3.0-1000 начинается уже при скоростях ветра 2 м/с, соответственно обеспечивает выработку энергии при низких скоростях ветра. Это является идеальным решением для мобильных потребителей энергии, в местах с небольшими скоростями ветра [3].



Рис. 1. Генератор Оникко [11]



Рис. 2. Ветроэлектрическая станция FD3.0-1000 [3]

Также перспективным, для районов со слабыми скоростями ветров, является использование солнечно-ветровых энергоустановок с накопителями, осуществляющих аккумуляцию энергии.

В табл. 3 приведена повторяемость среднемесячных скоростей ветра по двум градациям, менее и более 2 м/с.

Таблица 3

Повторяемость скорости ветра по градациям (%)

Градация, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Айдарлы													
0...1,9	45	43	41	31	31	24	32	38	39	39	42	44	38
≥ 2,0	56	57	59	69	69	76	68	62	61	61	59	56	62
МС Капшагай													
0...1,9	54	51	39	37	40	39	43	42	44	47	45	49	44
≥ 2,0	46	49	61	63	60	61	58	59	56	53	55	52	56
МС Аксенгир													
0...1,9	58	55	54	45	46	45	48	49	49	49	58	61	51
≥ 2,0	42	45	46	55	55	55	54	51	52	51	42	39	49

Повторяемость штилей и слабых ветров (0...1,9 м/с) в среднем за год на МС Айдарлы составляет около 38 %, а в городе Капшагай – 44 %, Аксенгир – 51 %. Повторяемость благоприятных условий для работы малых ветроэнергетических установок (скорость ветра ≥ 2,0 м/с) в среднем за год

составляет на МС Айдарлы и Капшагай около 60 %, а на МС Аксенгир – 49 %. Соответственно можно считать, что исследуемый нами район учебного центра Военного института Сухопутных войск является относительно благоприятным для использования энергии ветра. Наиболее благоприятным является теплый период года. При этом рекомендуется использовать малые ветроэнергетические установки, например FD3.0-1000.

Среднюю удельную мощность ветрового потока приблизительно можно рассчитать по формуле [8]:

$$N_{cp} = 1,16 * V^3 , \quad (1)$$

где, N_{cp} - ветроэнергетический потенциал, Вт/м²·с; V - средняя скорость ветра, м/с.

Согласно приведенным выше данным, наибольший ветроэнергетический потенциал имеется в районе населенного пункта Айдарлы, где среднегодовая скорость ветра составляет 2,8 м/с.

Расчеты показали, что в районе населенного пункта Айдарлы удельная мощность ветрового потока на высоте 10 метров в среднем за год составляет 25 Вт/м²·с, максимума достигает в апреле (38 Вт/м²·с), а минимума – в августе и сентябре (18 Вт/м²·с). Удельная мощность ветрового потока в среднем за год в районе города Капшагай составляет 16 Вт/м²·с, а в районе п. Аксенгир – 7 Вт/м²·с (табл. 4).

В районе населенного пункта Айдарлы в среднем за год значение ветроэнергетического потенциала на 1 м² рабочей поверхности составляет 9,01 МВт/м²·сут, а в сумме за год – 778 МВт/м²·год. Ветроэнергетический потенциал на высоте 10 метров за год составляет в районе г. Капшагай – 498 МВт/м²·год, а в районе Аксенгир – 218 МВт/м²·год.

Таблица 4

Удельная мощность ветрового потока на высоте 10 м (Вт/м²·с)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Айдарлы	28	25	23	38	35	35	28	18	18	23	25	25	25
Капшагай	9	11	20	25	20	18	16	14	14	16	16	12	16
Аксенгир	4	5	6	11	9	8	8	7	7	7	5	4	7

Наибольший ветроэнергетический потенциал наблюдается в теплый период года, особенно летом (табл. 5). Для более эффективного использования ветровой энергии, ветровые установки устанавливаются на больших высотах, нежели флюгарка ветроизмерительного прибора (10 м).

Большие высоты обладают еще большим ветроэнергетическим потенциалом, так как скорость ветра с высотой увеличивается. Например, скорость ветра на высоте 30 м выше в 1,7 раза, на высоте 100 м – 2,4 раза, чем на высоте 10 м.

Таблица 5

Ветроэнергетический потенциал
на высоте 10 м. за месяц и за год (МВт/м²)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Айдарлы	73	65	60	98	91	91	73	47	47	60	65	65	778
Капшагай	23	29	52	65	52	47	41	36	36	41	41	31	498
Аксенгир	10	13	16	29	23	21	21	18	18	18	13	10	218

Для практических целей большой интерес представляют максимальные скорости ветра, так как при очень больших скоростях ветра ветряные установки необходимо отключать, с целью предотвращения их разрушения. В зависимости от конструкции они имеют различные пределы рабочего диапазона. Как видно из табл. 6, максимальная скорость ветра больше в районах населенного пункта Айдарлы и г. Капшагай, где месячные максимальные скорости ветра составляют 18...28 м/с, а порывы ветра в Айдарлы доходят до 45 м/с. На метеостанции Аксенгир максимальная скорость ветра доходит до 17 м/с, а порывы ветра – до 30 м/с.

Таблица 6

Максимальная скорость и порывы ветра (м/с)

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ай-дарлы	20 (32)	18 (28)	18 (34)	24 (40)	24 (28)	24 (40)	20 (34)	18 (34)	25 (45)	28 (34)	24 (30)	20 (28)	28 (45)
Капшагай	26 (34)	18 (31)	21 (30)	18 (36)	24 (39)	28 (34)	18 (36)	18 (25)	20 (32)	24 (28)	24 (29)	24 (40)	28 (40)
Аксенгир	17 (23)	17 (20)	17 (20)	17 (22)	17 (24)	15 (26)	14 (26)	10 (20)	12 (30)	12 (20)	15 (21)	17 (20)	17 (30)

В результате проведенного исследования можно сделать выводы, что исследуемая территория не очень пригодна для эффективного развития ветроэнергетики. Однако, здесь можно использовать мобильные, передвижные ветроустановки малой и средней мощности, что вполне достаточно, для автономного обеспечения энергопитанием практических занятий на полигоне учебного центра Военного института Сухопутных войск Республики

Казахстан, где годовой ветроэнергетический потенциал на высоте 10 м составляет 600-700МВт/м²-год. Повышая высоту расположения приемной части ветроустановки, можно добиваться увеличения ветроэнергетического потенциала. Для получения более подробных результатов следует провести наблюдение ветрового режима на территории самого учебного центра Военного института Сухопутных войск.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиянова Ф.Ж., Будникова Т.И., Байшоланов С.С., Карынбаев А.К., Абитбаева А.Д., Егембердиева К.Б., Темирбаева Р.К. Функциональное зонирование: Рекомендации по режиму использования функциональных зон // Атлас функционального зонирования Балхашского района Алматинской области. – Астана, 2016. – 64 с.
2. Бутырина Е. Рынки: Часть III. Перспективы использования ВИЭ [Электрон. ресурс]. – 2019. – URL: <http://panoramakz.com> (дата обращения 21.06.2019).
3. Ветрогенератор FD3.0-1000 Вт [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://bizorg.su/vetrogenerator-y-r/p2353324-vetrogenerator-fd3-01000-vt> (дата обращения 21.06.2019).
4. Дробышев А.Д., Пермяков Ю.В. Ветровая энергия и ее возможный вклад в ресурсосбережение и экологию Прикамья: Учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. – 112 с.
5. Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Вестн. ТГУ.– 2013. – № 376. – С. 175-181.
6. Калимбетов Г.П., Атагельдиева Л.Ж. Актуальность развития использования альтернативных источников энергии Казахстана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8-4. – С. 588-592.
7. Кожаметов С., Беликов К., Жаксылык К. Как в разных странах используют альтернативные источники энергии для нужд армии? [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: https://www.sarbaz.kz/ru/analytics/kak-v-raznyh-stranah-ispolzuyut-alternativnye-istochniki-energii-dlya-nugd-armii-172462256/?sphrase_id=866820 (дата обращения 21.06.2019).
8. Севастьянова Л.М., Николайченко Ю.Н. Потенциальные ветро- и геотермоэнергетические ресурсы в Алтайском крае // Вестн. ТГУ. –2012. – № 365. С. 187-193.

9. Справочник по климату Казахстана. // Многолетние данные. – Алматы: Казгидромет, 2005. – Вып.5. – С.11-250.
10. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года. Официальный сайт Президента Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.akorda.kz> (дата обращения 10.05.2019).
11. Уникальные чертежи ветрогенератора Онипко: принцип работы и противоречивость конструкции [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://energo.house/veter/vetrogenerator-onipko.html> <https://energo.house/veter/vetrogenerator-onipko.html> (дата обращения 21.06.2019).

Поступила 11.02.2019

Е.К. Адильбеков

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚҰРЛЫҚ ӘСКЕРЛЕРІ ӘСКЕРИ ИНСТИТУТЫНЫҢ ОҚУ ОРТАЛЫҒЫ АУМАҒЫНДА ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫ ӘЛЕУЕТТІЛІГІН АНЫҚТАУ ҚҰНДЫЛЫҒЫ МЕН ЖЕЛДІҢ СИПАТТАМАСЫ

Түйін сөздер: метеостанция, жел генераторлары, жел энергетикасы, меншікті қуаттылық, жылдамдық, бағыт, қайталанушылық, жел режимі, штиль.

Мақалада Құрлық әскерлері Әскери институтының оқу орталығында климатологиялық жел энергиясын анықтаудың әлеуеттілігі мен желдің сипаттамасы қарастырылады. Желдің бағыты мен орташа жылдамдығы, қайталануы, сонымен қатар зерттелетін аймақтың жел ағымының нақты қуаттылығы талданған.

Зерттелетін аймақта желдің ақырын соғуы тік осьті айналатын жел генераторын қолдану қажеттігін, жел генераторының жұмысы жел соғу бағытынан қатты байланысты еместігін, жүргізілген бақылаулар көрсетті.

Қазақстан Республикасының зерттелген аймағында жел энергиясын пайдалануды тиімді дамыту үшін, зерттеудің негізгі нәтижесі, практикалық сабақтарды автономды энерго қуаттандыруды қамтамасыз ету үшін толығымен жеткілікті, кіші және орташа қуатты қозғалмалы жел құрылғысы ақырын жылдамдықты желде жеткілікті болып табылады.

AdilbekovE.K.

**WIND REGIME AND EVALUATION OF WIND POWER POTENTIAL
ON THE TERRITORY OF TRAINING CENTER OF
THE MILITARY INSTITUTE OF LAND FORCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN**

Keywords: weather station, wind generators, wind power, power density, speed, direction, repeatability, wind mode, calm.

The article covers wind climate mode and wind power potential on the territory of the training center of the Military institute of Land Forces of the Republic of Kazakhstan. The review of wind average speed and direction, it`s periodicity as well as wind power density in study area.

The spent researches have shown,that in study area there is less wind, where it`s nessesary using of wind generators with vertical axis reverse, the principles of work do not hardly depend on the direction of wind.

The main result of research was in that effectively depelopment of wind power in researched areas of the Republic of Kazakhstan with low average of wind which is effectively using of mobile wind settings of low and middlepower is quite enough for providing with autonomouse energy power.

УДК 551.501: 629.195.1

Доктор техн. наук А.Х. Ахмеджанов¹
Канд. физ.-мат. наук Н.Д. Ахметов¹
Канд. техн. наук Т.К. Караданов¹

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ КАЗАХСТАНА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Ключевые слова: атмосфера, метан, содержание, вертикальный профиль, дистанционное зондирование, излучение.

Приводятся результаты исследования возможности использования спутниковой информации для восстановления концентраций малых газовых составляющих в атмосфере с целью их мониторинга на основе измеряемых на спутнике параметров атмосферы. Расчет концентрации основан на селективных свойствах поглощения излучения метана в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра.

С ростом содержания метана изменяются химические процессы в атмосфере, что может привести к ухудшению экологической ситуации на Земле. Метан поступает в атмосферу из литосферы, с поверхности Земли и океана [1]. Повышение температуры атмосферы может привести к началу не контролируемого испарения метана со дна Мирового океана и территорий вечной мерзлоты Сибири [2]. Особенно серьезна ситуация с внутриконтинентальными морями (Чёрное, Азовское и Каспийское), которые будут прогреваться значительно быстрее, чем весь Мировой океан. Результаты измерения потоков метана в Западной Сибири показали, что наибольшие значения удельных потоков метана наблюдаются на участках леса избыточным увлажнением, а наименьшие значения отмечены в лесах периодического сезонного заболачивания [3]. Доминирующий вклад в образование общего потока метана в атмосферу на территории Казахстана вносят сельскохозяйственные площади, животные и степные пожары. Проведены измерения приземной концентрации и общего содержания метана в атмосфере Северо-Западного региона России [6]. Метан поглощает излучение Земли в тех ок-

¹ АО «НЦКИТ» АК МИР РК, г. Алматы, Казахстан

нах спектра, которые оказываются прозрачными для других парниковых газов [4]. Количество информации о пространственно-временной изменчивости общего содержания метана ограничено из-за небольшого числа наземных станций [5]. Изучение пространственно-временной изменчивости метана в атмосфере для различных временных масштабов является актуальным вопросом.

Для восстановления концентрации атмосферных газов используются методы, основанные на поглощении излучения в инфракрасной области электромагнитного спектра. В настоящее время получены спектральные характеристики газового состава атмосферы, являющиеся физической основой всех дистанционных методов измерений. Определены спектрально локализованные полосы поглощения для малых газовых составляющих с использованием банков данных HITRAN (High-resolution TRANsmission), GEISA (Gestion et Etude des Information Spectroscopiques Atmospheriques). Глобальный атмосферный реанализ спутниковых данных (MERRA) осуществляется НАСА (GMAO) в рамках глобального управления, моделирования и ассимиляции спутниковых данных. MERRA-2 обеспечивает систематизированный, однородный учет глобальной атмосферы и включить дополнительные аспекты климатической системы, включая газовые компоненты и улучшенное представление поверхности Земли.

В случае длинноволнового излучения можно пренебречь рассеянием и считать, что выполняются условия термодинамического равновесия, при котором основные величины этой системы колеблются возле своих средних значений с небольшими отклонениями при отсутствии сильного внешнего вмешательства. Измеряемое спутниками тепловое излучение, есть сумма всех излучений элементарных слоев атмосферы, характеризующееся функцией ослабления теплового излучения $F_\lambda(p)$, зависящая от давления P и температуры $T(p)$, а также от длины волны λ (или частоты ν), на котором фиксируется излучение, угла визирования ϑ со спутника.

Уравнение переноса длинноволнового излучения в атмосфере в изобарической системе координат можно представить в виде:

$$J_\lambda^\uparrow(p) = B_\lambda[T(p_0)] * F_\lambda(p_0) + \int_{p_0}^0 B_\lambda[T(u)] \frac{dF_\lambda(u)}{du} du, \quad (1)$$

где $J_\lambda^\uparrow(p)$ – восходящее тепловое излучение, $B_\lambda[T(p)]$ – функция Планка, $p_0 = 1000$ гПа – давление на земной поверхности.

Функция ослабления теплового излучения определяется в виде:

$$F_{\lambda} = e^{-\frac{\alpha_{\lambda} \rho z}{\cos \vartheta}},$$

где α_{λ} – массовый коэффициент поглощения атмосферным газом.

Содержание метана до больших высот практически не меняется и можно приблизительно считать его постоянным до определенной высоты (30 км), поэтому можно определить концентрацию газа по следующие дискретные уравнения:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(p_N) = B_{\lambda}[T(p_0)] * F_{\lambda}(p_0) + \sum_{i=1}^N B_{\lambda}[T(p_i)] (F_{\lambda}(p_{i+1}) - F_{\lambda}(p_i)). \quad (2)$$

Функция ослабления теплового излучения определяется в виде:

$$F_{\lambda}(p_i) = e^{-\frac{\alpha_{\lambda} \rho}{\cos \vartheta} (p_N - p_i)}, \quad (3)$$

где α_{λ} – массовый коэффициент поглощения излучения, ρ - плотность газа.

Разложение в ряд этой функции будет иметь вид:

$$F_{\lambda}(p_i) = 1 - \frac{\alpha_{\lambda} \rho}{\cos \vartheta} (p_N - p_i). \quad (4)$$

После постановки (3) в (2) получим:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(p_N) = B_{\lambda}[T(p_0)] * \left(1 - \frac{\alpha_{\lambda} \rho}{\cos \vartheta} (p_N - p_0) \right) + \sum_{i=1}^N B_{\lambda}[T(p_i)] \frac{\alpha_{\lambda} \rho}{\cos \vartheta} ((p_{i+1} - p_i)), \quad (5)$$

где $J_{\lambda}^{\uparrow}(p_N)$ – измеряемое на спутнике уходящее инфракрасное излучение.

$$\rho = \frac{B_{\lambda}[T(p_0)] - J_{\lambda}^{\uparrow}(p_N)}{\frac{\alpha_{\lambda}}{\cos \vartheta} ((p_N - p_0) B_{\lambda}[T(p_0)] - \sum_{i=1}^N B_{\lambda}[T(p_i)] (p_{i+1} - p_i))}. \quad (6)$$

Наиболее подходящим в задачах исследования атмосферы является инфракрасный зонд AIRS (Atmospheric Infrared Sounder), который является спектрометром высокого разрешения, измеряющий инфракрасное излучение Земли в спектральном диапазоне от 3,75 до 15,4 мкм. Получен космический снимок за 26 августа 2018 г. по 791 каналу инфракрасного диапазона AIRS, соответствующий полосе поглощения метана 7,7 мкм (рис.1а). Вертикальный профиль содержания метана в атмосфере (рис.1б) на расчетной территории за 26 августа 2018 г. Для метана с полосой поглощения 7,7 мкм из базы данных HITRAN был получен спектр коэффициента молекулярного поглощения метаном с размерностью см^{-1} в зависимости от волнового числа WN . Значение линейного коэффициента поглощения метаном: $= 20 \text{ м}^{-1}$. Массовый коэффициент поглощения метана $\alpha_{\lambda} = 6,67 \text{ м}^2/\text{мг}$. Распределения

интенсивности восходящего излучения и приземной температуры в (°K) на расчетной территории по данным AIRS показаны на рис. 2. Распределение содержания метана (ppb) на уровне 100 гПа по расчетной территории 26 августа 2018 г. по данным AIRS с расчетным участком представлены на рис. 3. Расчетное распределение концентрации CH₄ 26 августа 2018 г. на плоскости 100 гПа показано на рис. 4. Сопоставление этих распределений показывает в целом согласованность. Расчетное распределение является более сглаженным.

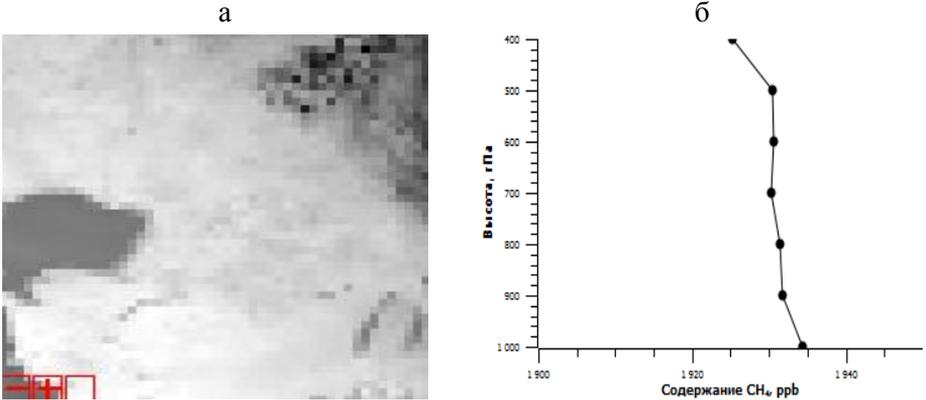


Рис. 1. Космический снимок (а) 791 канала AIRS на 26 августа 2018 года и профиль содержания метана в атмосфере (б).

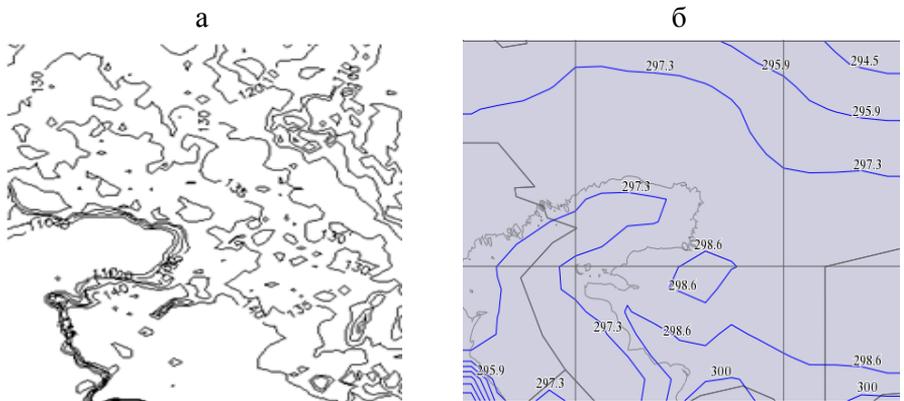


Рис. 2. Интенсивность восходящего излучения (а) с размерностью $\left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{мкм ср}} \right]$ и приземная температура (°K) (б) по данным AIRS.

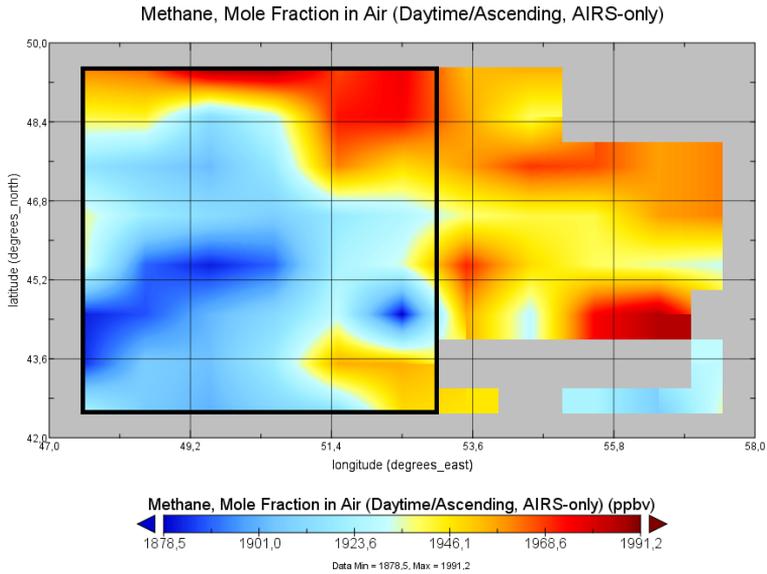


Рис. 3. Распределение содержания метана (ppbv) на уровне 100 гПа по расчетной территории 26 августа 2018 г. по данным AIRS с расчетным участком.

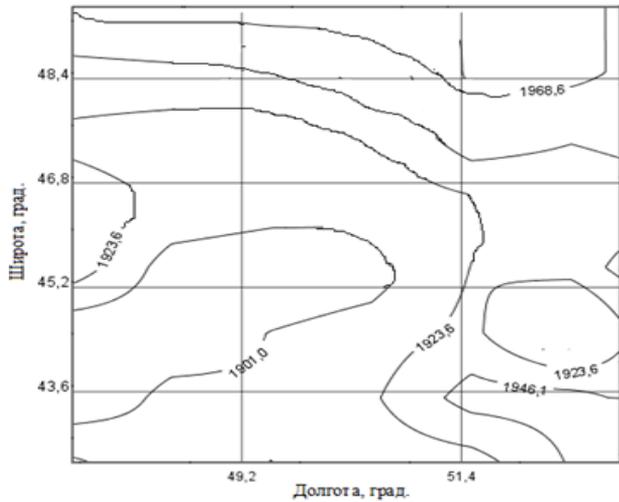


Рис. 4. Расчетное распределение концентрации CH_4 26 августа 2018 г. на плоскости 100 гПа по выделенному участку.

Результаты работы показывают возможность использования спутниковой информации для восстановления концентраций малых газовых составляющих в атмосфере с целью их мониторинга на основе измеряемых на спутнике параметров атмосферы. Проведенный расчет концентрации ме-

тана, основанный на селективных свойствах поглощения излучения метаном в инфракрасной области электромагнитного спектра, показывает удовлетворительную согласованность с данными дистанционного зондирования.

Работа выполнена в рамках целевой программы BR05336383 Аэрокосмического комитета Министерства цифрового развития, оборонной и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адушкин В.В., Кудрявцев В.П. Глобальный поток метана в атмосферу и его сезонные вариации // Физика земли. – 2010.– № 4.– С. 78-85.
2. Гракович В.Ф., Токарев Ю.Н., Мельников В.В. Экологические и технологические аспекты энергетической безопасности России // Экология промышленного производства: Межотр. науч.-практ. журнал / ФГУП «ВИМИ».– 2014. – Вып. 4.– С. 55-61.
3. Глаголев М.В., Ильясов Д.В., Терентьева И.Е., Сабреков А.Ф., Краснов О.А., Максюттов Ш.Ш. Потоки метана и диоксида углерода в заболоченных лесах южной и средней тайги Западной Сибири // Оптика атмосферы и океана. – 2017. – Вып. 4. – С. 301-309.
4. Макарова М.В., Поберовский А.В., Яговкина С.В., Кароль И.Л., Лагун В.Е., Парамонова Н.Н., Привалов В.И. Исследование процессов формирования поля метана в атмосфере северо-западного региона российской федерации // Известия российской академии наук. Физика атмосферы и океана. – 2006. – Т. 2. – С. 237-249.
5. Хаматнурова М.Ю., Грибанов К.Г., Захаров В.И. Разработка алгоритмов определения распределения метана в атмосфере из спектров спутникового радиометра IASI/METOP // Оптика атмосферы и океана. – 2017. – Т. 30. – № 9. – С. 794-798.
6. Bousquet P., Ciais P., Miller J.B., Dlugokencky E.J., Hauglustaine D.A., Prigent C., Van der Werf G.R., Peylin P., Brunke E.G., Carouge C., Langenfelds R.L., Lathière J., Papa F., Ramonet M., Schmidt M., Steele L.P., Tyler S.C., White J. Contribution of anthropogenic and natural sources to atmospheric methane variability // Nature. –2006. – V. 443. – P. 439-443.

Поступила 19.04.2019

Техн. ғылымд. докторы
Физ.-мат. ғылымд. канд.
Техн. ғылымд. канд.

А.Х. Ахмеджанов
Н.Д. Ахметов
Т.К. Караданов

ҚАШЫҚТЫҚТАН ӨЛШЕУ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША ҚАЗАҚСТАН АТМОСФЕРАСЫНДАҒЫ МЕТАН ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ

Түйін сөздер: атмосфера, метан, құрылым, тік профиль, қашықта өлшеу, сәулелену

Жерсеріктерде өліенетін атмосфералық параметрлер негізінде олардың мониторингін жүргізу мақсатында атмосферадағы шағын газ компоненттерінің концентрациясын қалпына келтіру үшін жерсеріктік ақпаратты пайдалану мүмкіндігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Концентрация есептеуі электромагниттік спектрдің инфрақызыл диапазонында метанның таңдаулы сіңіру қасиеттеріне негізделген.

Akhmedzhanov A.Kh., Karadanov T.K., Akhmetov N.D.

METHANE CONTENT STUDY IN THE ATMOSPHERE OF KAZAKHSTAN ACCORDING TO REMOTE SENSING DATA

Keywords: atmosphere, gas content, profile, remote sensing, sun radiation

The study of satellite information using possibility to restore the concentrations of small gas components in the atmosphere for their monitoring based on satellite-measured parameters of the atmosphere are presented. The concentration calculation is based on the selective absorption properties of methane radiation in the infrared range of the electromagnetic spectrum.

УДК 582.632.1.001.5 (574)

Доктор биолог. наук

PhD

Канд. техн. наук

Ш.М. Жумадина¹

Ш.Б. Абилова¹

Н.Б. Мапитов²

А.Б. Карабалаева³

К.М. Сатова¹

КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННАЯ ДИНАМИКА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ КАЗАХСТАНА

Ключевые слова: дендрохронология, керны, годичный прирост, сосна обыкновенная, ширина годичного кольца, древесно-кольцевые хронологии, чувствительность.

*В статье приводятся дендрохронологические исследования сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в северо-восточных лесных экосистемах Казахстана. Приведен сравнительный анализ древесных хронологий Баянаульского государственного национального природного парка и Бескарагайского ленточного бора. Выявлено уменьшение климатической чувствительности сосны в северо-восточном направлении от Баянаульского государственного национального природного парка к Бескарагайскому ленточному бору. Результаты могут быть использованы для дендроклиматического мониторинга различных лесных территорий Казахстана.*

В настоящее время большинство дендрохронологических исследований, проводимых как в нашей стране, так и за рубежом посвящены установлению корреляции между отдельными климатическими факторами и приростом деревьев с целью прогнозирования прироста древостоев, реконструкции и прогноза динамики климатических условий и выявления ведущих факторов в формировании ширины годичных колец деревьев. [1].

Современная проблема изучения таких биоиндикаторов, как ширина годичного кольца древесины наряду с методами их определения вклю-

¹КазАУ им. С. Сейфулина, г. Нур-Султан, Казахстан

²ПГУ им. С. Торайгырова; г. Павлодар, Казахстан

³КГУ им. Коркыт-Ата, г. Кызылорда, Казахстан

чает и вопросы изменчивости этих показателей под влиянием эколого-географических, лесоводственных, техногенных и наследственных факторов. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) - произрастает практически повсеместно, образует чистые и смешанные насаждения. Встречается с елью, пихтой, лиственницей, березой, осиной и другими древесными породами. Достигает высоты 20...40 метров. Длина хвоинок 4...7 см, растут по 2 штуки вместе. Хвоя выделяет большое количество фитонцидов и других ценных веществ. В возрасте 20...40 лет нижние сучья отмирают, так как сосна обыкновенная очень светолюбива. Загрязнение воздуха и уплотнение почвы переносит плохо, растет быстро, морозоустойчива, не требовательна к почве и климату, может расти на бедных песчаных и каменистых почвах, на богатейших черноземах, на сухих песках и торфяных болотах. Размножается семенами. Продолжительность жизни – 300...400 лет [1].

На территории Казахстана наблюдается тенденция к повышению средней годовой и средней сезонной температуры воздуха, причем в большей степени «теплеют» зимы. При сравнении сезонных трендов по разным регионам выделяется восточное побережье Каспия, где зима теплее активнее, в то время как на юге положительная тенденция зимой и за год значительно слабее, степная зона также имеет тенденцию к повышению средне-многолетней температуры воздуха. Температурный режим на территории Казахстана изменяется в основном в сторону потепления. Повышение температуры наблюдается практически повсеместно по Казахстану и во все сезоны года, исключение составляют горные районы в весенний сезон. Характер потепления различается в зависимости от ландшафтных зон. Так, например, равнины в большей степени подвержены росту минимальных суточных температур, в то время как в горных районах в основном повышаются максимальные суточные температуры [2, 3].

Учитывая, что большую часть территории Казахстана занимают пустынные и полупустынные ландшафтные зоны, их экосистемы, в особенности сельское и водное хозяйство, являются уязвимыми к наблюдаемым аномалиям изменения климатических условий. В результате изменения климата границы зон увлажнения могут сдвинуться к северу и, следовательно, следует ожидать ухудшения условий увлажнения в степных зонах Северо-востока Казахстана [2, 3, 4].

Климатический сигнал есть элемент климата, который непосредственно лимитирует ростовые процессы деревьев в древостое. Выявление

природы внешнего сигнала базируется на установлении зависимости прироста от климатических условий. Известно, что климатические изменения хорошо выражены при изучении древесно-кольцевых хронологий, произрастающих на северной, южной, верхней и нижней границах произрастания древесных видов или древесной растительности (Шиятов, 1973; Fritts, 1976; Хантемиров, 2000; Наурзбаев и др., 2001). Лимитирующие факторы, которые влияют на рост древостоев могут изменяться и в зависимости от локальных условий местообитания [5-8].

В работе А.Н. Николаева и П.А. Тимофеева (1999) установлены общие закономерности в пространственной неоднородности прироста древесных пород (лиственница, сосна) в условиях Якутии. Статистический анализ древесно-кольцевых хронологий выявил в изменчивости прироста значительный климатический сигнал [9]. А.В. Глызин, М.Г. Дорганова (1999), Андреев С.Г. (2000, 2003) провели дендроклиматические исследования в горно-лесном поясе хребтов Северной Монголии. Выявлена связь радиального прироста деревьев со средними показателями температуры воздуха и количеством осадков за отдельные месяцы (с сентября предыдущего по август текущего года). Авторами выполнен долгосрочный прогноз динамики радиального прироста сосны обыкновенной и дана его климатическая интерпретация [10, 11]

В.И. Таранков и Л.Б. Лазуренко (2002) изучив динамику прироста сосны обыкновенной в условиях Центральной лесостепи (Усманский бор), установили сходство и различие в соотношении ранней и поздней древесины сосны в разных типах лесорастительных условий в связи с климатическими факторами [12-21]. Л.И. Агафонов, В.В. Кукарских исследовали связи различных параметров радиального прироста сосны обыкновенной с климатом, проводили анализ древесно-кольцевых хронологий таежной и степной зон Южного Урала [22-27].

Многочисленные дендрохронологические исследования основываются на измерении ширины годичных колец деревьев, формирование которой происходит под воздействием постоянно изменяющихся параметров окружающей среды. Наиболее перспективными дендрохронологическими исследованиями являются деревья, произрастающие в районах с экстремальными условиями, где один из факторов (температура или осадки) постоянно лимитирует радиальный прирост древостоев [28, 29]. В связи, с чем целью нашей работы явилось изучение сосны обыкновенной (*Pinus*

sylvestris L.) в северо-восточных лесных экосистемах Казахстана дендрохронологическим методом, для изучения динамики прироста.

Место и методология исследования. В период полевой экспедиции 2018 года на территории Баянаульского государственного национального природного парка (БГНПП) и на территории Бескарагайского ленточного бора были отобраны образцы кернов сосны обыкновенной, с 5 пробных площадей на территории Бескарагайского ленточного бора и 4 пробных площадей на территории Баянаульского государственного национального природного парка размером 20x20м. Всего было взято около 288 кернов. Отбор образцов проводился по стандартной методике, принятой в дендрохронологии.

Методика дендрохронологических исследований была описана многими учеными, такими как Шиятов С.Г., Schweingruber F. H., Fritts H.C., Cook E.R. and Kairiuksnis L.A., Ваганов Е.А. В рамках данной работы методика использовалась в своём классическом виде [30].

Образцы древесины сосны обыкновенной для каждой площадки отбирались на ограниченной территории. Данный метод позволяет использовать деревья, произрастающие в пределах данной площадки или однородного участка. Координаты выбранных площадок фиксировались при помощи системы глобального позиционирования GPS. Все образцы из живых деревьев отбирались приростным буром (буром Пресслера) с внешним диаметром 10 мм и внутренним диаметром 5 мм. Данный механизм позволяет извлекать из дерева образец керна диаметром 4...5 мм и длиной 10...40 см со всеми годичными кольцами, не нанося вред дереву. Образцы отбирались на высоте 1,3 м от поверхности земли, под углом 90°. Полученные образцы кернов помещались в специальные бумажные контейнеры, внутренний диаметр которых на 2...3 мм превышает диаметр образца, гарантирующие сохранность кернов при транспортировке. Все образцы кернов маркировались и описывались.

Ширина годичных колец была измерена с точностью до $\pm 0,01$ мм на полуавтоматической установке LINTAB-6.0 [31]. Установка состоит из стереомикроскопа, измерительного стола, с помощью которого осуществляется равномерная подача керна по направлению измерений, а также компьютера как накопителя измеренных данных. Величина ширины годичных колец автоматически фиксируется компьютерной программой, в нашем случае это программа TSAP-Win (Time Series & Analysis Presentation – анализ и перекрестная датировка дендрохронологических серий и графическое

представление результатов обработки данных). Главное достоинство дендрохронологических реконструкций – их надежная, с точностью до года, временная привязка.

Результаты исследования. Для исследуемых регионов Баянаульского государственного национального природного парка построены 22 индивидуальных и 1 обобщенная древесно-кольцевая хронология длительностью 163 года, для региона Бескарагайского ленточного бора построены 20 индивидуальных и 1 обобщенная древесно-кольцевая хронология длительностью 86 лет.

Обобщенная хронология включает все хронологии полученные на исследуемой территории, это позволяет в дальнейшем использовать полученные данные для сравнения с другими хронологиями древостоев разных регионов, а также позволяет дать оценку влияния климатических факторов на годичный прирост древесины [30].

Для Баянаульского государственного национального природного парка характерны старовозрастные деревья, возраст которых составил, в среднем от 100 до 163 лет, что показано на рис. 1. На данном графике показан прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) за 163-летний период роста.

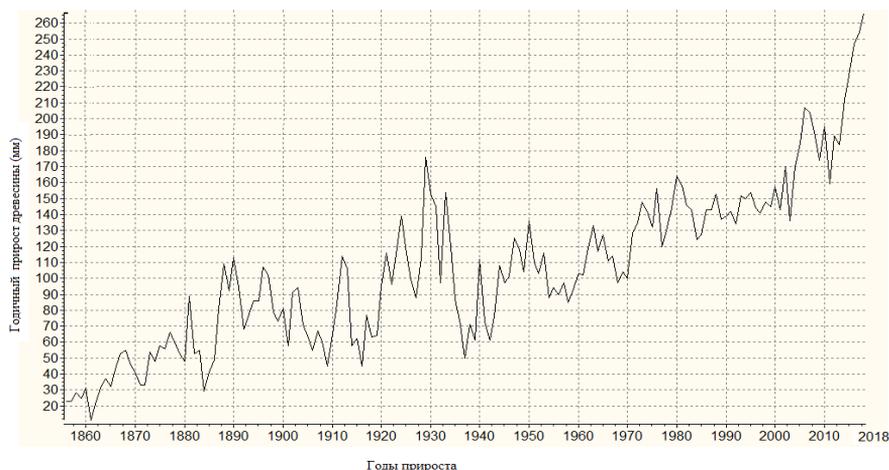


Рис. 1. Обобщенная хронология для сосны обыкновенной на исследуемой территории Баянаульского государственного национального природного парка.

По полученным результатам исследований можно сказать, что наибольший прирост годичных колец сосны обыкновенной имела в период с 2006 по 2018 года ее средний прирост составил 2,08 мм, рассчитанный по

программе TSAP-Win, что указывает на благоприятные условия в данный период времени. Наименьший прирост сосны обыкновенной равен в среднем 0,44 мм, наблюдался с 1856 по 1887 гг., что показывает о неблагоприятных условиях указанного периода. Для Баянаульского государственного национального природного парка характерны суровые и каменисто-горные условия произрастания, что отрицательно влияет на прирост деревьев в начале их жизни.

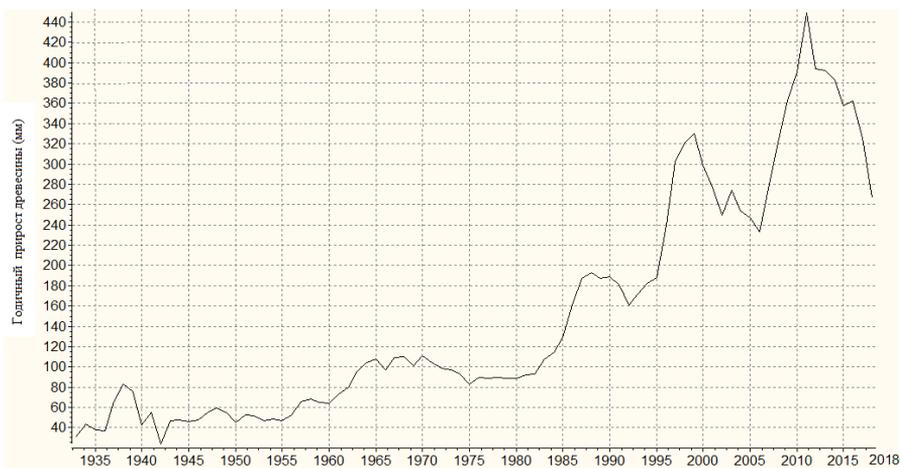


Рис. 2. Обобщенная хронология для сосны обыкновенной на исследуемой территории Бескарагайского ленточного бора.

На рис. 2 показан прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) Бескарагайского ленточного бора за 86-летний период роста. При анализе индивидуальных хронологий сосны обыкновенной выявлено, что наибольший прирост был в период с 1997 по 2012 гг. и средний прирост составил 1,09 мм., что говорит о благоприятных условиях в данный период времени. Наименьший прирост равен в среднем 0,8 мм, сосна имела в годы с 1943 по 1956 гг., что говорит о неблагоприятных условиях данного периода.

В табл. 1 показаны статистические параметры полученных обобщенных хронологий Бескарагайского и Баянаульского леса, которые показывают различную среднюю чувствительность и различную относительную среднюю чувствительность, а также имеют разное стандартное отклонение. Автокорреляция между индивидуальными хронологиями имеет небольшие отклонения между хронологиями, что указывает о разных климатических условиях произрастания и влияния различных внешних факторов окружающей среды.

Таблица 1

Основные статистические параметры обобщенных хронологий по ширине годовичных колец сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на исследуемых территориях.

Период количество лет	Количество деревьев	Автокорреляция между индивидуальными хронологиями	Средняя чувствительность (%)	Стандартное отклонение	Относительная средняя чувствительность (%)	Минимальный прирост древесины (мм)	Максимальный прирост древесины (мм)
Хронология Бескарагайского ленточного бора							
86	22	0,98	11	112	6	24	449
Хронология БГНПП							
163	20	0,92	18	50,1	15	11	266

График на рис. 3 показывает прирост сосны обыкновенной на территориях Баянаульского государственного национального природного парка и Бескарагайского ленточного бора.

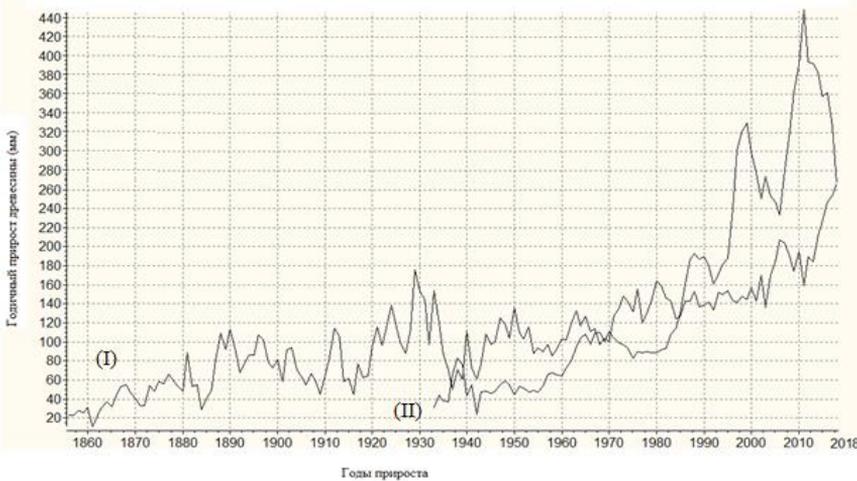


Рис.3. Сравнительный график обобщенных древесно-кольцевых хронологий Баянаульского государственного национального природного парка (I – хронология) и Бескарагайского ленточного бора (II – хронология).

На полученном графике видно, что прирост в первые годы жизни у сосны из Бескарагайского ленточного бора был значительно больше (прирост составил 0,8 мм), чем прирост у сосны из Баянаульского государственного национального природного парка.

ного национального природного парка (прирост составил 0,44 мм). В последующие годы тенденция прироста сосны обыкновенной изменилась, наибольший прирост стала иметь сосна из Баянаульского государственного национального природного парка, средний прирост которой составил 2,08 мм, а у сосны из Бескарагайского ленточного бора средний прирост в последние года составил 1,09 мм. Следует отметить, что на спады и подъемы прироста сосны обыкновенной видимо, могут оказывать влияния внешних факторов окружающей среды, в том числе и климатические факторы.

Обсуждение результатов исследования. Результаты исследования показали, что на исследуемых территориях преобладает сосна обыкновенная. Обобщенные древесно-кольцевые хронологии показывают не высокую корреляцию и синхронность между собой. Полученные графики обобщенных хронологий между собой не имеют сильную корреляцию, так как районы исследования сосны обыкновенной находятся в разных условиях произрастания и имеют разный возрастной состав в Баянаульском государственном национальном природном парке преобладают старовозрастные деревья, а в Бескарагайском ленточном бору преобладают средневозрастные деревья. Необходимо отметить, что сосна обыкновенная Бескарагайского леса произрастает на территории лесостепи, а сосна Баянаульского леса на скалистых горных породах, что указывает о разных типах почвы, почвенного питания, а также разного влияния климатических факторов.

Проведенная камеральная обработка кернов и статистический анализ древеснокольцевых рядов Баянаульского государственного национального природного парка и Бескарагайского ленточного бора, полученных по заложенным площадкам в пределах изучаемых природно-климатических зонах, позволил оценить пространственные изменения экологических условий произрастания и установить влияние локальных факторов на реакцию сосны в условиях динамики климата. На основе анализа показателей чувствительности хронологий можно сделать вывод, что древесная растительность Баянаульского государственного национального природного парка более подвержена климатическим изменениям, чем Бескарагайский ленточный бор. Анализ хронологий ширины годичных колец изученных деревьев показал уменьшение климатической чувствительности сосны в северо-восточном направлении от Баянаульского государственного национального природного парка к Бескарагайскому ленточному бору, что свидетель-

ствует о существовании локальных экологических факторов. Следовательно, наши результаты показали, что древесно-кольцевые ряды Баянаульского государственного национального природного парка более чувствительны к климатическим изменениям и могут быть использованы для дендроклиматического мониторинга различных лесных территорий.

Заключение. Таким образом, климатически обусловленная динамика годичного прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) показывает, что годичный прирост сосны выше на территории Баянаульского государственного национального природного парка, чем у сосны Бескарагайского ленточного бора. Выявлено, что для Бескарагайского леса в последние десятилетия характерно уменьшение годичного прироста, что видимо, связано с антропогенными воздействиями окружающей среды.

Результаты, наших исследований представленные в данной работе, были выполнены в рамках научно-исследовательского проекта «Исследование влияния экологических факторов на динамику состояния лесных экосистем в условиях степной зоны Казахстана» при поддержке МОН РК. Полученные данные можно использовать для оценки экологического состояния лесных экосистем при проведении мониторинговых и научно-исследовательских работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Агафонов Л.И. Древесно-кольцевая реконструкция атмосферных осадков последних столетий в лесостепной зоне Южного Урала // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: тез. докл. междунар. конф. – Тюмень: Тюменск. гос. универ., 2010. – С. 106-108.
2. Агафонов Л.И., Кукарских В.В. Дендрохронологические и дендроклиматические исследования в островных борах Южного Урала и Зауралья // Матер. всерос. науч.-практ. конф. «Экология в высшей школе: синтез науки и образования» – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2009. – С. 4-9.
3. Агафонов Л.И., Кукарских В.В. Изменения климата прошлого столетия и радиальный прирост сосны в степи Южного Урала // Экология. – 2008. – №3. – С. 173-180.
4. Андреев С.Г. Длительные изменения режима увлажнения в Байкальском регионе по данным сети дендроклиматических станций // Реакция растений на глобальные и региональные изменения природной среды: тез. докл. Всерос. совещ. – Иркутск, 2000. – С. 11.

5. Ваганов Е.А., Круглов В.Б., Васильев В.Г. Дендрохронология. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2008. – 120 с.
6. Ваганов Е.А., Шашкин А.В. Рост и структура годичных колец хвойных. Новосибирск : Наука, 2000. – 227 с.
7. Глызин А.В., Дорганова М.Г. Дендроклиматические исследования в лесах Северной Монголии // Сиб. эколог. журн. – 1999. – №2. – С. 131-134.
8. Жакатаева Б.Т. Пространственно-временные особенности температурного тренда на территории Казахстана // Вестник КарГУ – 2011.–С. 97-103.
9. Жакатаева Б.Т. Тенденции изменения среднегодовой температуры воздуха на территории Казахстана // Вопросы географии Казахстана: Тр. Казахского географического общества. — Караганда: Изд-во КарГУ, 2010. – Т. 2. – С. 21-27.
10. Кожаметов П.Ж., Никифорова Л.Н. Погодные стихии в Казахстане в условиях глобального изменения климата. – Астана, 2016. – 36 с.
11. Кукарских В.В. Что влияет на радиальный прирост деревьев в условиях сухого климата? // Экология в меняющемся мире: матер.конф. молодых ученых. – Екатеринбург, 2006. – С. 120-122.
12. Кукарских В.В., Агафонов Л.И. Исследование связей различных параметров радиального прироста сосны с климатом // Экология: от Арктики до Антарктики: матер.конф. молодых ученых. – Екатеринбург, 2007. – С. 154-162.
13. Лазуренко Л.Б. Дендроклиматология сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в условиях Центральной лесостепи: автореф. канд. биол. наук: 03.00.16. – Воронеж, 2002. – 22 с.
14. Матвеев С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – 272 с.
15. Наурзбаев М.М., Сидорова О.В., Ваганов Е.А. История климата позднего голоцена на востоке Таймыра по данным сверхдлительной хронологии // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2001. – Вып. 3(7). – С. 17-25.
16. Николаев А.Н., Тимофеев П.А. Анализ влияния климатических факторов на радиальный прирост деревьев в Северной и Центральной Якутии // Флора и растительность Якутии: сб. науч. ст. / Ин-т биол. проблем криолитозоны. – М., 1999. – С. 85-89.
17. Таранков В.И. Особенности циклической динамики прироста древесных пород в различных лесорастительных условиях // Восстановление лесов,

- ресурсо- и энергосберегающих технологий лесного комплекса: матер. межвуз. науч.-практ. конф. – Воронеж: ВГЛТА, 2000. – С. 130-134.
18. Таранков В.И., Лазуренко Л.Б. Цикличность прироста сосны обыкновенной в восточно-европейской лесостепи // Лесоведение. – 1990.– №2. – С. 12-19.
 19. Таранков В.И., Матвеев В.И. Реакция прироста сосны обыкновенной на многолетнее воздействие промвыбросов Новолипецкого металлургического комбината // Фундам. и метод. подготовка будущего специалиста по экологии и охране природы: тез. докл. рос. науч.-практ. конф. – Орёл, 1994. – Т. 1. – С. 11.
 20. Таранков В.И., Матвеев С.М. Математическое моделирование радиального прироста сосны обыкновенной // Вклад ученых и специалистов в нац. экономику: матер. всерос. науч.-техн. конф. – Брянск, 1998. – С.64-66.
 21. Таранков В.И., Матвеев С.М. Некоторые оценочные характеристики устойчивости сосны обыкновенной к воздействию промышленных эмиссий в ЦЧР. – М., 1992. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 10.06.92. – №908-лх. 92.
 22. Таранков В.И., Матвеев С.М. О влиянии автотранспортного загрязнения на сосновые насаждения зеленой зоны г. Воронежа. – М., 1992. – 8 с. – Деп. в ВИНТИ 10.06.92. – №910-лх 92.
 23. Таранков В.И., Матвеев С.М. Основные положения биоиндикации, прогнозирования и мониторинга состояния лесных экосистем Центральной лесостепи // Приспособления организмов к действию экстрем. экол. Факторов: матер. VII междунар. науч.-практ. экол. конф. – Белгород: БелГУ, 2002. – С. 138-140.
 24. Таранков В.И., Матвеев С.М. Радиальный прирост древостоев сосны обыкновенной в зоне действия промышленного загрязнения // Изв. вузов. Лесн. журн. – 1994. – №4. – С. 47-51.
 25. Таранков В.И., Матвеев С.М. Содержание тяжелых металлов в сосновых биогеоценозах подверженных аэральному техногенному загрязнению // Лесоведение. – 2000. – №1. – С. 39-45.
 26. Хантемиров Р.М. Реконструкция изменений климата и динамики лесотундровых экосистем на Ямале с использованием сверхдлительной древесно-кольцевой хронологии // Тез. докл. Всероссийского совещания. – Иркутск, 2000. – С. 99.
 27. Хантемиров Р.М., Горланова Л.А., Шиятов С.Г. Патологические структуры в годичных кольцах можжевельника сибирского (*JuniperussibiricaBurgsd.*) и их использование для реконструкции экстремальных климатических событий // Экология. – 2000. – №3. – С. 185-192.

28. Cook, E.R. , Kairiukstis L.A. Methods of Dendrochronology., Kluwer Academic Publications, Hingham, MA. – 1990. – P. 408.
29. Fritts H.C. Tree-ring and climate. - London; New-York; San Francisco: Acad. Press, 1976. – 567 p.
30. Kukarskih V. Climate impact on radial tree growth of trees in South Ural forest-steppe // In.: Abstract of Workshop on Climate change, the tree growth response, and reconstruction of climate / V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS. – Krasnoyarsk, 2006. – P. 29-30.
31. Rinn F. Tsap version 3.5 Reference Manual. Computer program for tree-ring analysis and presentation. Heidelberg, Germany: Frank Rinn, 1996. –P.264.

Поступила 15.02.2019

Биолог. ғылым. докторы	Ш.М. Жумадина
	Ш.Б. Абилова
PhD	Н.Б. Мапитов
	А.Б. Карабалаева
Техн. ғылым. канд.	К.М. Сатова

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОРМАН ЭКОЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ КӘДІМГІ ҚАРАҒАЙДЫҢ КЛИМАТПЕН НЕГІЗДЕЛГЕН РАДИАЛДЫ ДИНАМИКАСЫ

Түйін сөздер: дендрохронология, ағаш өзек, жылдық өсім, кәдімгі қарағай, жылдық сақина ені, ағаш-сақиналық хронология, сезімталдық.

*Мақалада Қазақстанның солтүстік-шығыс орман экожүйелеріндегі кәдімгі қарағайдың (*Pinus sylvestris* L.) дендрохронологиялық зерттеулері көрсетілген.*

Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи паркі мен Бесқарағай таспа шоққарағайларының салыстырмалы ағаш хронологияларының сараптамасы келтірілген. Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи паркінен солтүстік-шығыс бағытында Бесқарағай таспа шоққарағайына қарай климаттық сезімталдығының төмендеуі айқындалды. Алынған нәтижелер Қазақстанның әртүрлі орманды аймақтарының дендроклиматтық мониторинг жүргізуінде қолданыла алады.

SH M Zhumadina, SH B Abilova, N B Mapitov,
A B Karabalaeva, K M Satova

**CLIMATICALLY CAUSED DYNAMICS OF THE RADIAL
GROWTH OF THE SCOTS PINE IN FOREST ECOSYSTEMS OF
KAZAKHSTAN**

Keywords: dendrochronology, cores, annual increment, scots pine, annual ring width, wood-ring chronologies, sensitivity.

*The article presents dendrochronological studies of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the northeast forest ecosystems of Kazakhstan.*

A comparative analysis of the tree chronologies of the Bayanaul State National Natural Park and the Beskaragai ribbon boron is given.

A decrease in the climatic sensitivity of the pine tree in the north-east direction from the Bayanaul State National Natural Park to the Beskaragai tape forest has been revealed. The results can be used for dendroclimatic monitoring of various forest territories of Kazakhstan.

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

Елтай А.Ф.^{1,2}

ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

Ключевые слова: ветровые условия, направление, скорость, Каспийское море, роза ветров.

В статье рассматривается характер среднесезонных и максимальных ветров в средней части Каспийского моря в период с 1983 по 2018 годы. Исследуются особенности внутригодовой и пространственной изменчивости средних характеристик ветра. Анализ данных показал, что для восточного берега моря характерны слабые ветры, среднегодовая скорость ветра не превышает 5 м/с и в последние десятилетия фиксируется уменьшение скорости ветра.

Для региональной океанографии характеристики ветрового режима чрезвычайно важны, т.к. ветер непосредственно влияет на циркуляцию и перемешивание вод, тепловой и водный баланс. Исследованиям ветровых условий морей традиционно уделялось достаточно много внимания. Для Каспийского моря в литературе существуют многочисленные публикации и справочные материалы [1-2, 4-5, 7, 10-11].

В данной работе использованы материалы многолетних регулярных наблюдений над ветром в прибрежной зоне Среднего Каспия, которые проводились на сети морских станций и постов Национальной гидрометеорологической службы Казахстана в период 1983...2018 г. Для анализа были выбраны 5 станций на побережье моря (рис. 1) с продолжительностью наблюдений до 36 лет, отражающие все, характерные для восточного побережья средней части моря, условия.

Как показали результаты анализа, в средней части Каспийского моря среднесезонная скорость ветра колеблется от 3,7 м/с в районе Актау до 4,7 м/с у Форт-Шевченко (табл. 1). Сравнение с данным из научно-прикладного справочника по климату за разные периоды исследования

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

² Научно-исследовательский центр РГП «Казгидромет», г. Алматы, Казахстан

позволило выявить уменьшение скорости ветра в последние годы. Например, по данным МГ Форт-Шевченко, средняя скорость ветра за период 1922...1950 гг. составляла 7,2 м/с, за 1966...2000 гг. – 6,0 м/с, а за 1993...2018 гг. – 4,7 м/с. График хода скорости ветра в районе Форт-Шевченко за различные периоды исследования представлен на рис. 2 [8, 12].

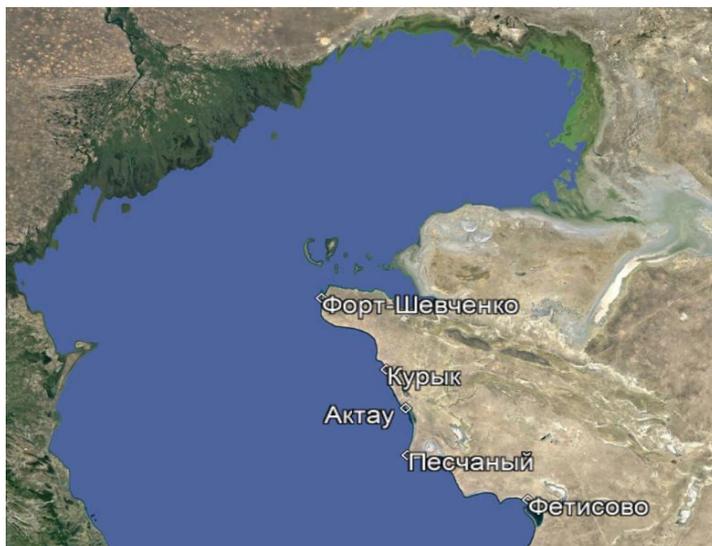


Рис. 1. Расположение береговых гидрометеорологических станций и постов.

Таблица 1

Среднегодовая и максимальная скорость ветра по пунктам наблюдения, расположенным в Средней части Каспийского моря

Пункт наблюдения	Период наблюдений	Среднегодовая скорость ветра, м/с	Максимальная скорость ветра, м/с
Форт-Шевченко	1993-2018	4,7	28
Актау	1983-2018	3,7	22
Песчаный	2009-2018	4,6	27
Курык	2009-2018	4,5	22
Фетисово	2010-2018	4,5	20

Скорость ветра имеет хорошо выраженный годовой ход с максимумом в холодный период и минимумом в теплый. На рис. 3 приведены среднегодовые месячные величины скорости ветра, где

можно оценить амплитуду пространственных и сезонных изменений для исследуемого региона. Средние месячные скорости ветра по МГ Форт-Шевченко и МГП Песчаный, Курык и Фетисово колеблются в одинаковых пределах от 4 м/с до 5,5 м/с. В Актау скорость ветра колеблется от 3 м/с до 4 м/с. Зимой диапазон значений средней скорости ветра составляет 4,0...5,4 м/с, летом 3,2...4,6 м/с. Скорость ветра в каждом районе зависит не только от времени года, но и от условий окружающего рельефа побережья. В результате различий в характере развития атмосферных процессов, термической неоднородности суши и моря, рельефа местности средние скорости ветра в течение года в разных районах Каспийского моря оказываются существенно различными.

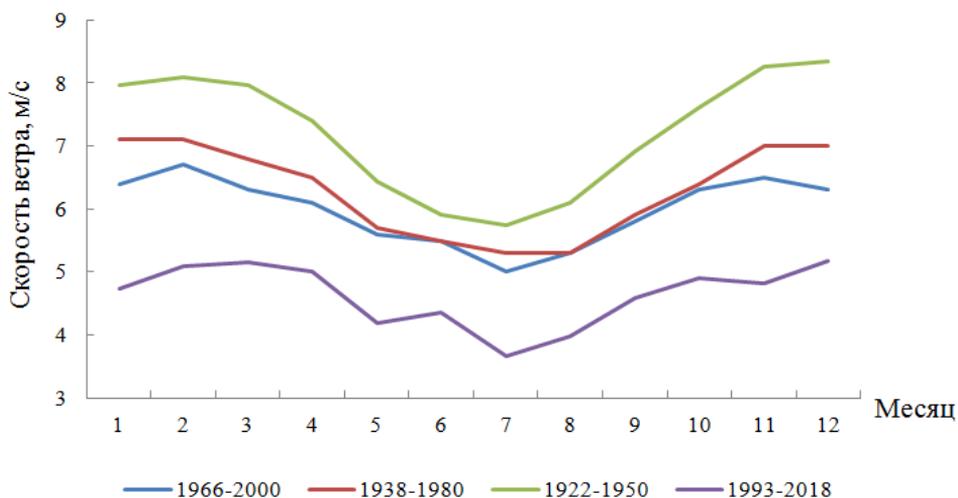


Рис. 2. Годовой ход скорости ветра в районе Форт-Шевченко за различные периоды.

Режим скоростей ветра характеризуется постепенным убыванием от весны к лету. В июле–августе среднемесячная скорость ветра достигает годового минимума, а затем довольно быстро увеличивается к осени. Максимум скорости ветра по всем станциям отмечается в холодный период года – с декабря по март.

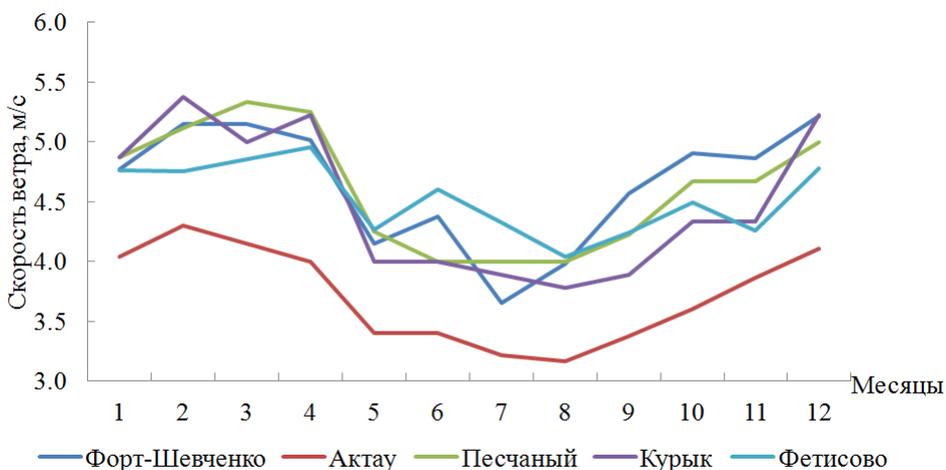


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход скорости ветра (м/с) в различных пунктах восточной части Северного Каспия.

Регулярные наблюдения за ветром на береговых станциях свидетельствуют о том, что для восточного побережья моря характерны слабые ветры. По большинству станций среднегодовая скорость ветра >4 м/с, а на некоторых станциях >5 м/с. Сравнение с данными карт распределения средней годовой скорости ветра по территориям Казахстана, показал, что для района Прикаспийском низменности и моря средние годовые скорости ветра идентичны [9].

Для восточной части Северного Каспия характерно преобладание ветра с юго-востока (17,4 %), с востока (17,4 %), а также северной четверти горизонта (с северо-востока – 15,8 %, с севера – 12,8 %, с северо-запада – 12,3 %). Наиболее редки ветры южного (5,3 %) и юго-западного (6,3 %) направлений. Штиль в среднем составляет 2,9 %, причем наибольшая его повторяемость отмечается в теплый период года, а наименьшая в зимний. Для наглядности на рис. 4 представлены розы ветров средней годовой повторяемости ветра по направлениям.

При переходе от сезона к сезону ветровой режим Каспийского моря испытывает заметные изменения. Вода Каспия зимой охлаждается меньше, чем прилегающие к нему пустыни, в связи с чем увеличивается тенденция переноса более холодных масс воздуха из пустыни в море [2]. Поэтому, в зимние месяцы отмечаются наибольшие значения повторяемости ветра восточных (25%), юго-восточных (20%) румбов.

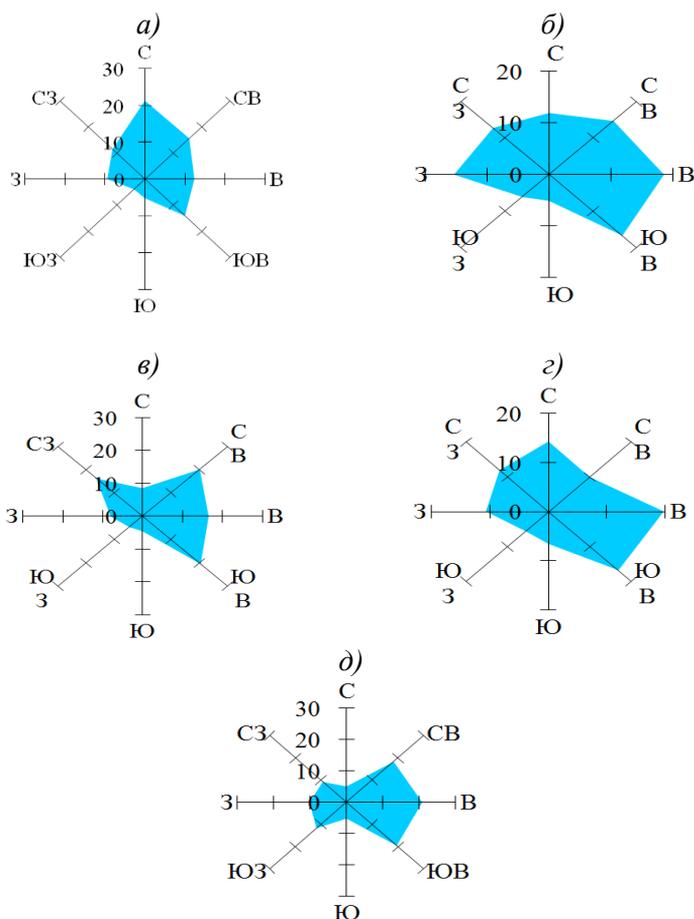


Рис. 4. Средняя многолетняя годовая повторяемость ветра по станциям и постам (а) Форт-Шевченко, (б) Актау, (в) Песчаный, (з) Курык, (д) Фетисово.

Весной преобладающими могут быть ветры различных направлений. Наиболее редкими являются ветры южного направления.

Распределение направления ветра осенью схоже с зимним. Наибольшую повторяемость имеют ветры восточных, юго-восточных и северо-восточных румбов, а в районе поселка Курык отмечается преобладание ветра северного направления, более чем на 15%.

В летний период направления ветра неоднородны, но в основном преобладают ветры западного направления.

В теплый период года режим ветра резко изменяется. Это наглядно видно на рис.5, где приведено сопоставление розы ветров за январь и июль.

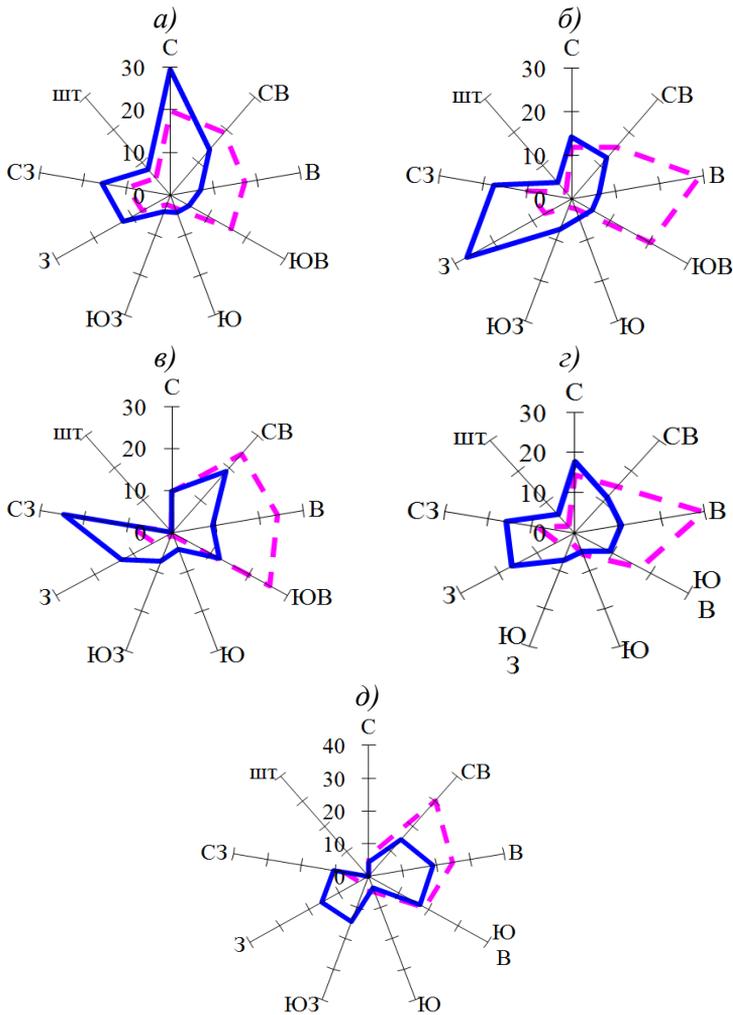


Рис.5. Совмещенные розы ветров по данным станций и постов за январь (—) и июль (———).(а) Форт-Шевченко, (б) Актау, (в) Песчаный, (г) Курык, (д) Фетисово.

В районе казахстанской части Каспийского моря отчетливо проявляются сезонные различия в направлении ветров, что говорит о муссонной составляющей. Графики годового хода повторяемости ветров, дующих в направлении на запад и юго-запад с моря на сушу, так и с востока и юго-востока в сторону моря (рис. 6).

В табл. 2 приведены данные о максимальной месячной скорости ветра. Как правило, выделяется один максимум скорости ветра в холодный период года.

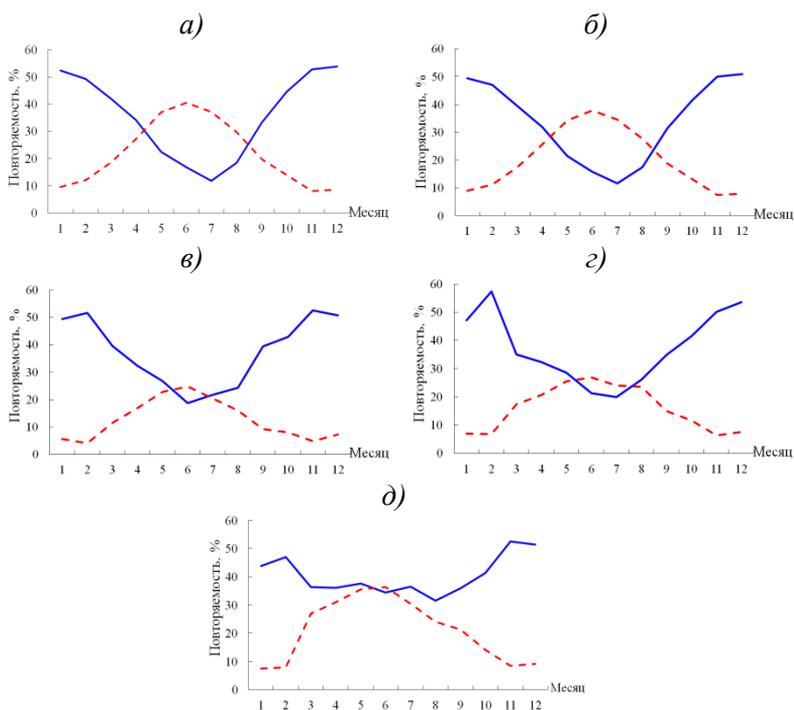


Рис. 6. Годовой ход повторяемости (%) морских (— — —) и береговых (—) ветров на побережье Среднего Каспия. (а) Форт-Шевченко, (б) Актау, (в) Песчаный, (г) Курык, (д) Фетисово.

Таблица 2

Максимальные скорости ветра восточной части Среднего Каспия, м/с

Станция	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Форт-Шевченко	24	24	28	28	21	28	21	20	19	20	24	20
Актау	18	22	16	19	18	16	16	15	14	18	21	18
Песчаный	16	17	19	18	16	15	15	12	14	19	18	27
Курык	22	16	19	21	13	13	12	14	14	16	13	16
Фетисово	15	16	17	20	14	14	14	15	13	18	14	17

Максимальные скорости ветра в этот период колеблются от 14 до 28 м/с. Наибольшие максимальные скорости ветра 28 м/с фиксируются в районе станции Форт-Шевченко, где проявляется «мысовый эффект».

В восточной и северо-восточной части Каспийского моря порывы ветров могут достигать 40 м/с, что связано с интенсивными проявлениями циклонов [3, 6].

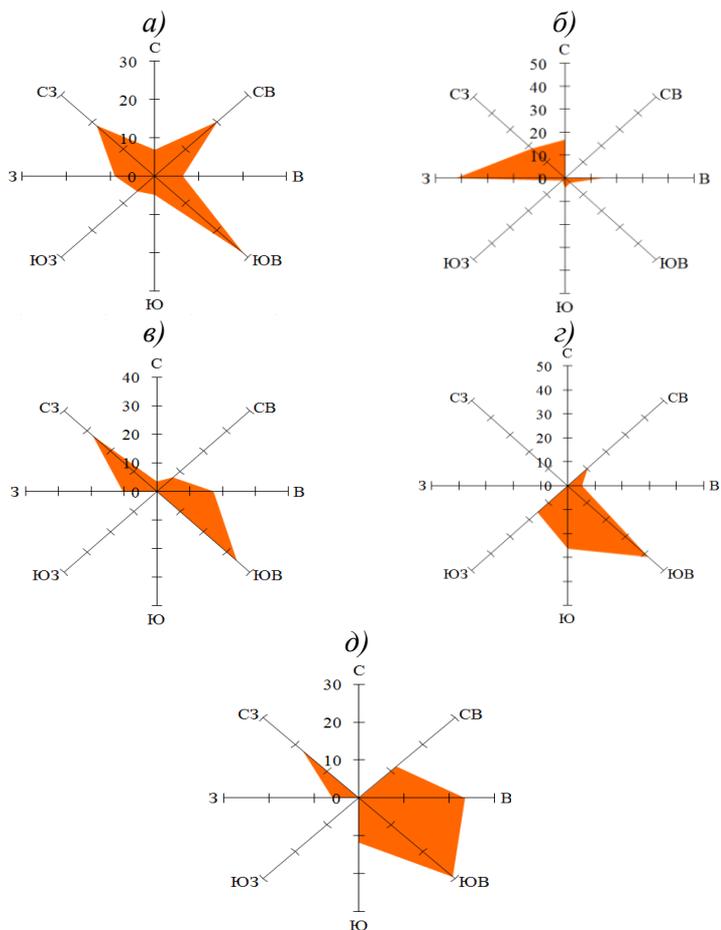


Рис. 7. Розы ветров повторяемости направлений максимальных скоростей ветра по станциям и постам. (а) Форт-Шевченко, (б) Актау, (в) Песчаный, (г) Курык, (д) Фетисово.

Следует отметить, что ветер может достигать значительных скоростей практически при всех румбах. Однако, как видно на рис. 7, наибольшую повторяемость скоростей ветра, превышающих 15 м/с, имеют западное и юго-восточное направление. Как показали исследования, за рассматриваемый период зафиксировано только 553 случая со скоростью ветра больше 15 м/с. Продолжительность таких ветров не превышала 1,5 суток.

Таким образом, результаты исследования показали, что в последние десятилетия фиксируется уменьшение скорости ветра. По данным МГ

Форт-Шевченко, среднегодовая скорость ветра за периоды 1922...1950 гг. и 1993...2018 гг. уменьшилась на 40 % (с 8,5 м/с до 5 м/с соответственно).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бабаев А.Д. Гидрометеорологическая изученность Каспийского моря. Проблемы Каспийского моря.- Баку: Изв-во АнАзССР, 1963. С.16-20.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том 6. Каспийское море. Вып. 1. / Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992.– С. 358-359.
3. Гоптарев Н.П. О некоторых характеристиках порывистости ветров./ Метеорология и гидрология. – 1957. №5. С. 45-49.
4. Ивкина Н.И. Ветровые условия в северной и средней частях Каспийского моря/ Гидрометеорология и экология.– 2011.–№ 4.– С. 27-38.
5. Каспийское море. Гидрология и гидрохимия / Под ред. С.С. Байдина, А.Н. Косарева. – М.: Наука, 1986. – 261 с.
6. Климат Казахстана. /Под ред. А.С. Утешева – Л.: Гидрометеиздат, 1959. -367 с.
7. Kosarev A.N. Physico-Geographical Conditions of the Caspian Sea // The Caspian Sea Environment / Eds. A.G. Kostianoy, A.N. Kosarev. – Hdb. Env. Chem. V. 5. Part P. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2005. – P. 59–81. doi: 10.1007/698_5_002.
8. Научно-прикладной справочник по климату. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1-6. Вып. 18. Казахская ССР. Книга 2.– Л.: Гидрометеиздат, 1989. –440 с.
9. Природные условия и ресурсы. Нац.атлас РК. Том 1. – Алматы: 2010. -149 с.
10. Состояние природной среды мелководной части Северного Каспия / Отв.ред. д.б.н. А.А. Курапов, к.б.н. Н.В. Попова. – Астрахань 2015, - 118 с.
11. Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей / Российский морской регистр судоходства.– СПб, 2003.– С. 213-214.
12. Справочник по климату. Вып. I-IVX. Раздел 5. Ветер.– Алматы: Казгидромет, 2005.– 337 с.

Поступила 25.01.2019

Елтай А.Ғ.

ҚАЗАҚСТАН БӨЛІГІНДЕГІ ОРТА КАСПИЙДІҢ ЖЕЛ РЕЖИМІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Түйін сөздер: жел жағдайы, бағыт, жылдамдық, Каспий, жел тармақтары

Мақалада 1983-2018 жылдар аралығындағы Каспий теңізінің орта бөлігінің орташа көпжылдық және ең жоғарғы жел жылдамдығының сипаты анықталды. Орташа жел сипаттамаларының ішкі және кеңістіктік өзгермелілігінің ерекшеліктері зерттелді. Деректерді талдау, теңіздің шығыс жағалауына әлсіз желдердің тән екенін, желдің орташа жылдық жылдамдығы 5 м/с аспайтындығы, ал соңғы онжылдықта желдің жылдамдығының төмендеуі байқалатынынын көрсетті.

Yeltay A.

FEATURES OF THE WIND REGIME OF THE KAZAKHSTAN PART OF THE MIDDLE CASPIAN

Keywords: wind conditions, direction, speed, Caspian Sea, wind rose.

The article considers the character of mean annual and maximum winds in the middle part of the Caspian Sea from 1983 to 2018. The features of intra-annual and spatial variability of average wind characteristics are investigated. Data analysis has shown that typically for eastern seashore is weak winds, average annual wind speed does not exceed 5 m/s and in recent decades a decrease in wind speed has been recorded.

УДК 614.8.084+504.061.2.69.05(075.8)

Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев ¹
	И.В. Шенбергер ¹
Канд. хим. наук	Р.К. Кайдарова ¹
PhD	Д.М. Бурлибаева ¹
	К.М. Кулебаев ²

О ТРЕБОВАНИЯХ ЭКОСИСТЕМ РЕК ШУ И ТАЛАС К ГИДРОЛОГИЧЕСКОМУ И ГИДРОХИМИЧЕСКОМУ РЕЖИМАМ ВОДОТОКОВ

Ключевые слова: гидрологический режим, гидрохимический режим, гидробиологический режим, экологический сток, речной сток, тяжелые металлы, органические вещества, биогенные вещества, хлороорганические пестициды и гербициды, ядовитые вещества, токсические вещества, гидробионты, ихтиофауна

В современных условиях управления водными ресурсами абсолютно игнорируются потребности в воде самой речной экосистемы. Поэтому все речные экосистемы подвержены деградации или уничтожены. Управление водными ресурсами, прежде всего, должно учитывать интересы речной экосистемы и далее управлять потребностями различных отраслей экономики. Учитывая вышеизложенное, статья посвящается проблемам речных экосистем рек Шу и Талас.

По имеющимся фондовым материалам, а также на основе собственных полевых исследований, удалось установить ряд закономерностей в формировании современного состояния водных объектов бассейнов рек Шу и Талас, выявить количественные и качественные характеристики загрязнения водных ресурсов. При этом четко определено, что в решении проблем коренного улучшения состояния и условий формирования биоресурсов водоемов бассейнов рек Шу и Талас, первоочередной задачей является получение дополнительных, исчерпывающих данных об источниках загрязнения вод и их местоположении, а также о состоянии биоресурсов. Задача эта может быть успешно решена с помощью развития системы гидрохимического и гидробиологического мониторинга, как наиболее оперативного и

¹ Казахское агентство прикладной экологии, г. Алматы, Казахстан

² Институт географии, г. Алматы, Казахстан

информативного метода экологических исследований водных объектов. Кроме того, для принятия обоснованных решений необходимо восполнить некоторые пробелы в исходных данных, получение которых невозможно в процессе существующего гидрохимического мониторинга, и требуется адресное обследование.

Как известно состояние биоресурсов водоемов напрямую зависит от гидрологического и гидрохимического режима. В этой связи, для сохранения водных экосистем в целом и биоресурсов в частности, необходимо определить ряд требований к гидрологическому и гидрохимическому режимам водоемов. Одним из основных требований является недопущение превышения предельных антропогенных нагрузок на водный объект и его водосборный бассейн, обеспечение экологического стока. По определению профессора М. Бурлибаева экологический сток рек – это объемы (расходы) воды, определяемые исключительно потребностями речной экосистемы с внутригодовым распределением стока при, идентичном естественному, гидрологическом режиме.

Необходимо сохранять естественный водный режим и режим качества воды. Однако на современном этапе практически все водные объекты бассейнов рек Шу и Талас, в той или иной степени, подверглись воздействию негативных факторов, связанных с деятельностью человека. В частности, река Шу зарегулирована крупным Тасоткелским водохранилищем, что, в свою очередь, не может не влиять на гидрохимический режим и на гидробиологию водотоков и водоемов бассейна. Река Талас зарегулирована Ортокойским и Кировским водохранилищами на территории соседнего Кыргызстана, что так же заметно влияет на гидрологический, а соответственно на гидрохимический и гидробиологический режимы.

Таким образом, основные требования к гидрологическому, гидрохимическому и гидробиологическому режимам водных объектов бассейнов рек Шу и Талас можно разделить на несколько основных категорий:

– требования непосредственно к соблюдению нормального, по возможности приближенного к естественному, гидрологического режима водотоков и водоемов. Учет требований водных организмов при осуществлении регулирования стока. Соблюдение требований обеспечения минимального экологического стока в маловодные периоды. Данное требование является очень актуальным, так как степень зарегулирования стока довольно высока;

– требования к соблюдению гидрохимического режима водотоков и водоемов, а именно, недопущение сверхнормативного загрязнения водных объектов, превышения предельно допустимых концентраций химических веществ. Для соблюдения данного требования важным является развитие сети гидрохимического и гидробиологического мониторинга в бассейнах. Это позволит более детально и оперативно отслеживать ситуацию с качеством воды и выявлять нарушителей;

– соблюдение нормального (приближенного к естественному) температурного режима водотоков и водоемов, так как от температурного режима водных объектов зависит большинство протекающих физических, химических и биологических процессов;

– соблюдение нормального (приближенного к естественному) гидробиологического режима водотоков и водоемов, прежде всего мониторинг чужеродных видов.

Перечисленные выше основные требования, применимы как для крупных рек, таких как основные реки рассматриваемых бассейнов Шу и Талас, так и для малых рек бассейнов. Некоторые требования крайне важны для Тасоткельского и Кировского водохранилищ, в частности температурный режим, недопущение загрязнения и попадания чужеродных видов. Кроме того, эти требования важны и для трансграничного стока рек Шу и Талас и их притоков, поступающего в Казахстан с территории Кыргызстана. В этом плане важным вопросом является гармонизация стандартов и нормативно-технических требований по оценке качества и количества поступающего трансграничного стока по трансграничным створам. Следует так же отметить, что речные экосистемы любого бассейна, в том числе и бассейнов рек Шу и Талас, характеризуются большим числом взаимосвязанных факторов, зависящих от хода естественного гидрологического, гидрохимического и термического режимов водотоков. Поэтому, в них не возможно четко выделить роль каждого фактора системы в отдельности. При чем динамика речной экосистемы оказывается результатом совокупного воздействия всех факторов. И, как следствие, исследования, базирующиеся на поиске экологических закономерностей, сталкиваются с необходимостью одновременного учета большого количества процессов различной природы.

Требования к соблюдению нормального, по возможности приближенного к естественному, гидрологического режима водотоков и водоемов, обеспечения минимального экологического стока в маловод-

ные периоды. Республика Казахстан, подписавшись под Йоханнесбургской Декларацией [11], взяла на себя обязательства по реализации принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР). Она также взяла на себя обязательства по достижению Целей Развития Тысячелетия (далее – ЦРТ), подписавшись под Декларацией Тысячелетия [7]. Два этих обязательства связаны через Цель 7: «Гарантировать устойчивость окружающей среды», в частности, Задачи 10, «Сократить вдвое долю людей, не имеющих постоянного доступа к чистой питьевой воде (включая также санитариию) к 2015 г.» и вносят свой вклад в Задачу 9 «Включить принципы устойчивого развития в национальные стратегии и программы и обратить вспять процесс утраты природных ресурсов». В Республике Казахстан разработана «Стратегия содействия достижения ЦРТ», реализуются государственные программы и проекты, направленные на улучшение состояние окружающей среды. Приоритетным направлением в этой деятельности является сохранение водных и околосводных экосистем для устойчивого развития страны. В свою очередь, для сохранения водных и околосводных экосистем, особенно в низовьях рек, ключевую роль имеет обеспечение экологического стока.

Проблема экологического нормирования водного режима речного стока на текущий момент крайне актуальна, так как антропогенные воздействия на воды речного стока продолжают. При этом экологическое нормирование стока рек должно рассматриваться как инструмент решения противоречий человека и окружающей среды, способ управления использованием водных ресурсов с целью недопущения утраты и рационального использования многочисленных ресурсов пойм (водных, рыбных, пастбищных, сенокосных, рекреационных и др.), сохранения и поддержания видового (генетического), экосистемного и ландшафтного разнообразия. Одним из приоритетных направлений рационального использования водных ресурсов является совершенствование действующих и развитие новых принципов и методов оценки состояния водных объектов и экологического нормирования всех видов антропогенных воздействий с целью сохранения продуктивной природной среды, особенно это касается нормирования экологического стока, т.к. водный режим рек является одним из важнейших факторов формирования химического состава русловых вод и режима его внутригодового изменения. На формирование водного режима рек существенное влияние оказывают гидрографические особенности рек конкретной территории [7].

В целом, следует отметить, что естественный количественный состав и структура речных экосистем взаимосвязаны с естественной межгодовой и внутригодовой гидрологической изменчивостью, поскольку формируют основные экологические условия, как для флоры, так и для фауны. Режим речного стока поддерживает экологическую целостность речных экосистем, а также косвенно определяет качество воды. Количественное истощение водных ресурсов наносит природным и хозяйственным комплексам большой экологический и экономический ущерб, нарушает устойчивость речных экосистем, затрудняет водопользование и ухудшает условия жизнедеятельности человека.

Как уже отмечалось ранее, отличительной особенностью Шу-Таласского гидрографического бассейна является то, что около 80 % поверхностных водных ресурсов формируются на территории сопредельной Кыргызской Республики, поэтому одной из основных задач управления водными ресурсами бассейна является обеспечение принятия всех мер, способствующих поступлению на территорию бассейна причитающейся ему доли воды. Распределение стока этих рек между Казахстаном и Кыргызстаном осуществляется в соответствии с Положениями о вододелении, утвержденными Минводхозом СССР в 1983 г. [17,18].

Основными водопользователями являются сельское хозяйство (около 94 %), предприятия промышленности и жилищно-коммунального хозяйства (5,5 %) прочие (0,5 %).

Значительная часть водных ресурсов в бассейне рек Шу-Талас используется для ирригации, поэтому Жамбылская область в период вегетации полностью зависит от соблюдения Кыргызской стороной условий «Положения о делении стоков трансграничных рек Шу и Талас», утвержденных Минводхозом СССР от 1983 г. и временного «Положения о вододелении Куркуреусу и Аспара» от 1948 г. [18].

В связи с регулированием стока рек Шу, Талас, Аса в отдельные годы подачу воды в низовья полностью прекращали, не учитывая природоохранных требований и социально-экономических потребностей населения, проживающих в низовьях.

Бассейн р. Шу. Согласно «Положения о вододелении для поддержания экологического равновесия в низовьях бассейна реки Шу» ежегодно осуществляются попуски. Долина р. Шу в низовьях представляет ряд дельтовых расширений, соединенных между собой узкими перешейками. Река

Шу разливаясь образует Мойынкумскую (ранее – Фурмановскую), Уланбелскую (ранее – Гуляевскую), Камкалинскую дельты. Уланбелская дельта имеет протяженность 140...150 км и ширину 50...60 км, водоупор находится на глубине 22...25 м. Камкалинская дельта, район конечного стока р. Шу, начинается от п. Тасты и на протяжении 60 км имеет узкую долину реки шириной 1...2 км.

Сельскохозяйственное производство Созакского района Туркестанской области, Сарыусуского и Мойынкумского районов Жамбылской области специализируется на использовании пастбищных угодий, и главным образом пойменных земель р. Шу. Распределение площадей заливных сенокосов в низовьях р. Шу по административным районам следующее [17]: Мойынкумский – 56,7 тыс. га; Сарыусуский – 57,1 тыс. га; Созакский – 38,9 тыс. га; всего – 152,7 тыс. га. Учитывая бедственное социально-экологическое положение в Созакском районе в связи с отсутствием попусков в низовья, решением Госплана Казахской ССР от 18.01.1988 г. №01-102/4 для Созакского района Туркестанской области определен лимит стока в объеме 200 млн. м³.

Согласно рекомендаций по водообеспечению природных комплексов низовий р. Шу, разработанных КазНИИВХ (Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства), для подачи воды в Созакский район 200 млн.м³ воды необходим объем попусков в пределах 1200...1400 млн.м³ в створе п. Мойынкум (Фурмановка).

Максимальная площадь затопления сенокосных угодий при объеме попуска 2,1 млрд. м³ может составить 133 тыс. га. Площадь озерно-речной системы составляет 24,5 тыс. га, таким образом, максимальная площадь затопления при максимальных попусках может достигнуть 157,5 тыс. га.

При объеме попуска менее 1,0 млрд. м³ практически не обеспечивается подача воды в Созакский район. Такие попуски можно допускать не чаще одного раза в пять лет.

Проведенные КазНИИВХ расчеты показывают [17], что при попусках объемом 1200 млн. м³ полезный объем стока, затраченный на увлажнение поймы, составляет порядка 440 млн. м³, потери на испарение – 180 млн. м³, потери на подпитку грунтовых вод – 210 млн. м³. Объемы попусков в низовья зависят от водности года.

По бассейну р. Шу Казахстан осуществляет водозаборы по 5 каналам. В Кордайский район – по «Георгиевскому магистральному каналу»

(ГМК), мк «Шортюбе», мк «Колос», мк «Объединенный», в Меркенский район – по западной ветке Большого Чуйского канала (ЗБК).

Площадь орошаемых земель Кордайского и Меркенского районов, получающих воду из межгосударственных водохозяйственных объектов на р. Шу, составляет более 46 тыс. га, водообеспеченность которых полностью зависит от соблюдения Кыргызской стороной условий межгосударственного вододеления, установленных «Положением о делении стока бассейна р. Шу» от 1983 г. Динамика фактических водозаборов из водохозяйственных объектов совместного пользования на р. Шу за период 2011...2016 гг. приведена в табл. 1.

Таблица 1

Объемы водозабора по реке Шу [17]

Год	Объем водозабора, млн. м ³		Объем недобора, млн. м ³			% недобора	
	по Положению	по графику	фактический	от Положения	от графика	от Положения	от графика
Республика Казахстан, из объектов межгосударственного пользования на р. Шу							
2011	370		249,98	120,02		32	
2012	370		242,9	127,1		34	
2013	370		238,34	131,66		35	
2014	370	277,2	144,85	225,15	132,35	61	48
2015	370	352,4	219,0	151,0	133,4	41	38
2016	370	352,4	183,6	186,4	153,0	49,6	54
Кыргызская Республика, из р. Шу							
2014	1394	993,2	886	400,8	107,2	29	11
2015	1394	1393,3	1029,7	364,3	363,6	26	26
2016	1394	1268	756,1	637,9	511,9	54,2	40,4

Как видно из приведенных данных, за последние годы наблюдается рост недопоставки воды Казахстану из водохозяйственных объектов межгосударственного пользования на р. Шу.

Сток рек Талас и Аса зарегулирован соответственно Кировским и Терс-Ащибулакским водохранилищами. Кроме того, эти реки соединены между собой каналами, перераспределяющими водный сток из одного бассейна реки в другой. Поэтому, когда речь идет о среднегодовом стоке, то имеются в виду объемы попусков из вышеуказанных водохранилищ.

Согласно межгосударственного водodelения стока р. Талас, в средний по водности год Республике Казахстан (Жамбылской области) предназначается 808 млн. м³ воды, в том числе Таласскому району 256 млн. м³ [18]. Ввод в эксплуатацию Кировского водохранилища в 1974 г. значительно повлиял на экологическую обстановку в низовьях реки Талас. Если, до строительства водохранилища, бытовой сток р. Талас в створе гидрологического поста плотина Жеймбет составлял в многоводные (1956, 1969) гг. 860 млн. м³, в маловодные (1957, 1965) гг. 270 млн. м³, то после строительства, максимальный сток в многоводные годы стабилизировался на уровне 400, а минимальный – 250 млн. м³. Отсюда следует, что минимальный сток практически не изменился, но маловодья стали затяжными, а максимальный сократился более чем в два раза. Произошло изменение и во внутригодовом распределении стока. Если доля стока за вегетационный период (апрель - сентябрь) от годового объема составляло 31,6 %, то его доля уменьшилась до 16,2 % после зарегулирования стока реки. Только в этом низовье р. Талас в вегетационный период при существующих объемах воды попуска воды недополучает 53,6...33,5 млн. м³ [8].

Для сравнения, в средний по водности год, согласно «Положению о делении стока в бассейне рек Чу и Талас» [18] объем экологического санитарного попуска в низовья р. Талас должен составлять 32,8 млн. м³ воды.

Сопоставление водных ресурсов и потребностей в воде в бассейне реки Талас в пределах территории Казахстана показывает, что в настоящее время отрасли экономики в средний по водности год еще водообеспечены. Однако по бассейну реки нет свободных водных ресурсов. Таким образом, лимитирующим фактором для дальнейшего развития отраслей экономики выступают водные ресурсы.

Уровень использования водных ресурсов в бассейне реки Аса уже в 1970 г. составлял 100 % [8]. Так как, имеющиеся водные ресурсы в объеме 545 млн. м³ практически полностью используются в отраслях экономики Жамбылской области и Республике Кыргызстан.

Площадь орошаемых земель Жамбылской области, подвешенных к р. Талас (Жамбылский, Байзакский, Таласский, Сарысуский районы) составляет более 62 тыс. га, водообеспеченность которых полностью зависит от соблюдения кыргызской стороной в период вегетации условий «Положения о делении стока р. Талас» от 1983 г. [18]. Динамика объемов водозабора за последние годы приведена в табл. 2.

Ежегодно казахстанская сторона забирает воду из общего объема водных ресурсов р. Талас 42...45 %, вместо положенных 50 % [17]. Происходит ежегодный перебор воды Кыргызской Республикой.

Таблица 2

Объемы водозабора по реке Талас [17]

Год	Объем водозабора, млн. м ³		Объем недобора, млн. м ³ (-)	Объем перебора, млн. м ³ (+)
	по графику вододеления	фактический		
Республика Казахстан, Кировское водохранилище на р. Талас				
2011	685	685,7	-	-
2012	560	519,1	-40,9	-
2013	560	493,2	-66,8	-
2014	590	391,7	-198,3	
2015	590	472,7	-117,3	
2016	590	611,4		+21,4
Республика Кыргызстан, бассейн р. Талас				
2011	730	745	-	+15
2012	630	777,1	-	+147,1
2013	630	765,7	-	+135,7
2014	660	534,6	-125,4	
2015	660	870,0		+210
2016	660	759,7		+99,7

При предельном уровне использования водных ресурсов экологическая обстановка в Шу-Таласском бассейне складывается крайне напряженная. Она вызвана истощением и загрязнением водных ресурсов. В условиях сохранения в русле реки только экологических и санитарных попусков, устанавливается неудовлетворительная самоочищающая способность водотоков. Следует отметить, что в низовья рек Шу, Талас и Аса зачастую не осуществляются даже санитарные экологические попуски, из-за недостаточного объема стока и их полного использования для хозяйственных нужд.

В современной мировой практике исследования в рассматриваемой области знаний осуществляются в рамках нового научного направления – экологического нормирования, формирование и развитие которого в нашей стране заметно отстает от запросов практики.

В современных условиях охрана речных экосистем зачастую определяется как ущербная, т.е. водные ресурсы для сохранения или восстановления речного комплекса выделяются по остаточному принципу. Поэтому при составлении водохозяйственного баланса «охрана речных экосистем» не имеет отдельной статьи полноправного участника этого баланса. Между

тем, для восстановления деградированных речных комплексов речная экосистема должна быть главной участницей водохозяйственного баланса и должна обеспечиваться водой в первую очередь.

Так, под воздействием человеческой деятельности, с развитием орошаемого земледелия были допущены бесконтрольность в отборе водных ресурсов в бассейнах рек в пределах Республики Казахстан и за ее пределами, что привело к деградации большинства речных природных систем, включая поймы и дельты рек.

Требования к соблюдению гидрохимического режима водотоков и водоемов. При современном развитии промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики используется множество различных веществ, так или иначе связанных с родом их деятельности, многие из которых в конечном итоге попадают в водные объекты.

Загрязненные водотоки и водоемы играют огромную роль в антропогенном загрязнении подземных вод, что в свою очередь, небезопасно для населения, использующего эти воды в питьевых целях. При этом загрязняющие вещества изменяют физические, физико-химические и химические свойства воды, вплоть до нарушения биологического равновесия в водных объектах и процессов их самоочищения.

Анализ как отечественных, так и зарубежных источников информации показывает, что до начала интенсивного антропогенного воздействия на водные объекты, отдельные вещества, например, соединения азота и фосфора, кремний, железо и др., оправданно рассматривались как ингредиенты, необходимые для водного растительного сообщества в качестве фактора обеспечения процесса биосинтеза. В настоящее время в результате антропогенного воздействия их присутствие в водных объектах в повышенных концентрациях, наряду с другими загрязняющими веществами, приводят к комплексным изменениям в экосистеме [5, 14, 15, 21].

Основными причинами загрязнения водных ресурсов в бассейне рек Шу и Талас являются как естественные (природные факторы), так и антропогенное воздействие. К естественным (природным) источникам загрязнения водных ресурсов рек относятся рудные месторождения и рудопроявления и различные геохимические аномалии. В результате их воздействия естественный (природный) фон содержания тех или иных химических веществ в воде превышает существующие нормативы как рыбохозяйственных, так и менее жестких хозяйственно-бытовых ПДК.

Жамбылская область и Созакский район ЮКО относятся к аграрным регионам республики, поэтому основными потребителями водных ресурсов Шу-Таласского бассейна является сельское хозяйство (около 94 %), предприятия промышленности и жилищно-коммунального хозяйства (5,5 %) и прочие (0,5 %).

Основными источниками загрязнения водных ресурсов являются предприятия горнодобывающей промышленности, машиностроения, цветной и черной металлургии, строительных материалов, топливной и пищевой промышленности, сельского хозяйства, предприятия коммунального хозяйства. Основные источники загрязнения р. Шу расположены в среднем и нижнем течении, поэтому в верхнем течении загрязнение невысокое. В водах реки отмечается превышение ПДК загрязняющих веществ по БПК-5, фенолам, нефтепродуктам, нитратам, азоту аммонийному. Одной из причин загрязнения поверхностных вод является поступление промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод в р. Шу и ее притоки с промышленного региона Кыргызстана. Ежегодные наблюдения за качеством вод, поступающих с территории Кыргызстана, показывают высокий уровень превышения фоновых показателей, так как сточные воды (промышленные и бытовые) промышленного региона Кыргызстана отводятся в р. Шу или ее притоки.

Важнейшими отраслями в Кыргызстане являются энергетическая, легкая промышленность, цветная металлургия и перерабатывающая промышленность. Наиболее загрязняющими отраслями являются предприятия горнодобывающей, металлургической, цементной, кожевенной и текстильной промышленности. Одним из главных источников загрязнения является предприятие "Горводоканал" в г. Бишкеке. Значительная часть малых городов и районных центров Кыргызстана не имеет централизованных канализационных систем и очистных сооружений [4].

Практически все предприятия животноводства не имеют систем сбора, хранения и утилизации стоков. Необезвреженные навозосодержащие стоки и отходы животноводства стали одним из наиболее опасных источников загрязнения водных экосистем в регионе. Централизованный сбор и очистка сточных вод организована в г. Шу, п. Кыземшек и п. Таукент. Все остальные посёлки имеют необорудованные туалеты без выгребов и лишь 13,5 % населения пользуется туалетом с выгребом [4, 19, 20].

Рассредоточенные источники загрязнения подземных вод имеются практически во всех населенных пунктах и представлены они бытовыми полигонами и свалками. Один из источников загрязнения рек Талас и

Аса является широкое ненормированное использование в сельскохозяйственном производстве ядохимикатов и минеральных удобрений. Учитывая, что многие животноводческие комплексы не имеют локальных очистных сооружений, фекальные стоки попадают в водоемы и водотоки, существенно увеличивая содержание биогенных компонентов, органических веществ в водных системах

Тяжелое положение с очисткой и отводом сточных вод сложилось в областном центре. Система канализации города Тараз разделена на две промышленные зоны (Северо-восточную и Северо-западную). Сточные воды предприятий Северо-восточной промышленной зоны отводятся на поля фильтрации площадью 144 га, расположенные на землях производственного кооператива «Бурыл» (бывший совхоз «Ровное») Байзакского района.

Из-за отсутствия локальных очистных сооружений на предприятиях или примитивной очистки сточных вод, они практически отводятся на поля фильтрации не очищаясь. Кроме того, нагрузка на поля фильтрации превышает допустимую норму в 4 раза. Ежегодные гидравлические перегрузы полей фильтрации привели к загрязнению грунтовых вод близлежащих населенных пунктов Жамбылского района, используемых населением для хозяйственно-питьевых нужд, а также к заболачиванию сельхозугодий и подтоплению населенных пунктов. Сложившееся положение на существующих очистных сооружениях создало сложную экологическую ситуацию, способную вызвать загрязнение бассейна р. Аса, и осложнило эпидемиологическую обстановку в регионе.

Основными предприятиями, имеющими водовыпуски для сброса сточных вод в поверхностные водные источники, являются предприятия г. Тараза, Жамбылского и Жуалынского районов. Таразский урбопромышленный узел охватывает г. Тараз с комплексом крупных химических заводов по переработке фосфоритов (предприятия по производству минеральных удобрений). Уровень экологического состояния – напряжённый. Происходят аварийные промышленные выбросы в реки Аса и Талас и загрязнение почв фтористыми соединениями.

Вообще, рудно-минеральный комплекс бассейна является источником многих подвижных форм химических веществ и соединений, которые активно проникают в почвы, грунтовые воды и переносятся поверхностным стоком. Последние участвуют в питании подземных вод аллювия и береговых инфильтрационных водозаборов, а также формировании ресурсов глубоко залегающих напорных вод [4, 19, 20].

Требования к соблюдению температурного режима водных объектов. Проблема "теплового загрязнения" возникла в последнее десятилетие в связи с бурным ростом числа атомных (АЭС) и тепловых (ТЭС) станций, что привело к резкому увеличению масштабов сброса отработанных теплых вод как во внутренние водоемы и водотоки, так и в прибрежные зоны морей [2, 3].

Искусственное повышение температуры воды оказывает разностороннее негативное влияние на физико-химический и гидробиологический режимы водоемов. При этом, в частности, снижается содержание кислорода в воде, увеличивается выделение углекислого газа и сероводорода, повышается содержание в воде солей железа, азота, аммония и др. Повышение температуры в реках стимулирует развитие бактерий, потребляющих кислород, а в озерах возникающий дефицит кислорода в придонных слоях облегчает миграцию PO_4 из донных отложений. Увеличение содержания минеральных солей, обусловленное тепловым загрязнением водоемов, может вызвать массовое развитие высшей водной растительности, водорослей, а также цветение воды, связанное с бурным развитием сине-зеленых водорослей. В зоне выраженного влияния сбрасываемых теплых вод происходит смещение биологических сезонов во времени, массовое развитие протококковых и сине-зеленых водорослей, т.е. интенсификация развития фитопланктона, изменение его качественного и количественного состава, замена одних групп водорослей другими.

Повышение температуры воды в водоемах оказывает существенное влияние не только на фитопланктон, но и на зоопланктон, на его видовой состав и численность. Ускоряя развитие и продолжительность отдельных стадий, повышенные температуры сокращают продолжительность жизненного цикла беспозвоночных животных. Так, например, дафния при температуре $27,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ живет только 29 суток, а при температуре $7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ – почти в 4 раза дольше – 108 суток, моина при температуре $32,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ живет 5 суток, а при $12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 14 суток [2, 3].

На современном этапе, в бассейнах рек Шу и Талас нет крупных «прямых» «тепловых» загрязнителей, как-либо существенно влияющих на температурный режим водных объектов бассейна. Однако изучение данной проблемы является важным, так как в будущем, в связи с развитием экономики, данные вопросы могут возникнуть. Но следует отметить, что наличие крупных водохранилищ (Тасоткельского водохранилища в бассейне р. Шу

и Кировского в бассейне р. Талас), влияет на температурный режим по сравнению с естественным, до их строительства. Так на момент полевых обследований в июне 2016 и 2017 гг. в мелководных частях Тасоткельского водохранилища отмечалось наличие цветения воды. Это было обусловлено прогревом водной массы водоема до 26 °С и более. Кировское водохранилище ввиду его расположения в горной части бассейна менее подвержено подобным процессам.

Температурный режим играет важное значение для озер бассейна. Так сокращение поступления стока в низовья рек в первую очередь отразилось на состоянии озёрных систем в ее бассейнах. Характерным примером может служить озеро Биликоль на р. Талас, на котором в результате недопоступления стока и как следствия более интенсивного прогрева воды в летний период обнаруживаются процессы эвтрофикации (рис. 1).



Рис. 1. Процессы эвтрофикации на озере Биликоль.

Требования к соблюдению нормального (приближенного к естественному) гидробиологического режима водотоков и водоемов, мониторинг чужеродных видов.

В последнее время в результате антропогенной деятельности ежедневно перемещаются десятки тысяч видов животных и растительных организмов, причем значительное количество успешных интродукций чужеродных видов или как принято называть «биологическое загрязнение» [9,

12] приводит к серьезнейшим экологическим, социальным и экономическим последствиям.

Инвазивные чужеродные виды – это виды, интродуцированные намеренно или ненамеренно за пределы своих природных мест обитания, где они имеют возможность вторгнуться, самостоятельно закрепиться, конкурировать с местными видами и занять новые экологические ниши [16].

Общей особенностью разнообразия ихтиофауны в бассейнах рек Шу и Талас является относительное обилие чужеродных видов рыб в лимнических системах (озерах и прудах). В основных реках, напротив, основу разнообразия составляют аборигенные виды. Во многом это объясняется историческими закономерностями становления аборигенной фауны за счет реофильных видов (Берг, 1962; Турдаков, 1963; Дукравец и др., 1966) [10]. В настоящее время водные ресурсы бассейнов рек Шу и Таласа используются главным образом для орошения (ирригации). Поэтому в большинстве озер и прудов в летние месяцы проточность отсутствует, что приводит к формированию неблагоприятных для аборигенных видов рыб условий (высокая температура, пониженное содержание кислорода, повышенное содержание углекислоты, сероводорода и др.). Такие чужеродные виды как амурский чебачок (*Pseudorasbora parva*), абботтина (*Abbottina rivularis*), востробрюшка (*Hemiculter leucisculus*), и бычок (*Rhinogobius sp.*) широко распространились по озерам, прудам и притокам бассейнов Шу и Талас. Существуют водоемы, в которых тот или иной чужеродный вид может давать вспышки численности и становиться доминирующим. Чужеродные виды обнаруживаются даже в абсолютно изолированных озерах в пустыне.

Исследования, проведенные Мамиловым Н.Ш. [16] позволили установить обитание в казахстанской части бассейна р. Шу 35 видов рыб, из которых 16 являются чужеродными. Новым чужеродным видом рыб является горчак – предположительно, *Rhodeus sericeus*. За последние 15 лет произошло значительное сокращение ареала Балкашского окуня – чужеродного вида, проникшего сюда из Балкашского бассейна, и линя. В большинстве притоков р. Шу совместно обитают аборигенные и чужеродные виды рыб. Исключением является р. Аксу, ихтиофауна которой состоит исключительно из чужеродных видов рыб: карася, амурского чебачка, бычка, китайского элеотриса, змеоголова. Наиболее вероятной причиной этого является слабая проточность данной реки: в летние месяцы она превращается в цепь изолированных плесов, густо зарастающих тростником и погруженной водной растительностью.

В настоящее время в казахстанской части бассейна р. Талас установлено обитание 20 видов рыб, 11 из которых являются чужеродными. Впервые обнаруженная в этом бассейне аральская колюшка по своему происхождению, наиболее вероятно, является аборигенным видом [16]. Относительная доля чужеродных видов рыб в общем разнообразии выше в озерах и прудах. В реках Шу и Талас основу разнообразия составляют аборигенные виды, сама структура разнообразия изменяется по годам. Как уже отмечалось выше, внедрение (инвазия) агрессивных чужеродных видов является в настоящее время значительной частью глобальных природных изменений и часто ведет к существенным потерям биологического разнообразия и экономической значимости экосистем, подверженных биологическим инвазиям. Иногда это внедрение может наносить значительный экономический ущерб и даже представлять опасность для здоровья людей. Разработка мер по предотвращению биологических инвазий, смягчению их последствий и мониторингу являются обязанностью всех стран, подписавших Конвенцию о биологическом разнообразии [13].

Негативное влияние биологических инвазий на аборигенные виды может происходить различными путями [6]:

1. Инвазийные виды могут существенно изменить среду обитания аборигенных видов (особенно в случаях, когда инвазийные виды являются «ключевыми видами» сообщества) путем изменения структуры и функции экосистемы.

2. Инвазийные виды могут стать конкурентами аборигенных видов и способствовать их вытеснению.

3. Инвазийные виды могут стать хищниками по отношению к аборигенным видам и также способствовать их вытеснению.

4. Инвазийные виды могут являться переносчиками возбудителей заболеваний аборигенных видов или сами вызывать их заболевания.

Полная схема мониторинга чужеродных видов должна включать цикл следующих действий:

- проведение наблюдений в пределах заданных полигонов и обработку полученных данных, включая отбор проб, их учет, анализ отобранных проб;

- анализ полученных данных и оценка текущего состояния популяций чужеродных видов и сообществ-реципиентов;

– оценка динамики распространения и количественных характеристик популяций чужеродных видов и структуры сообществ-реципиентов;

– прогнозирование распространения натурализовавшихся видов и новых интродукций, их воздействия на окружающую среду, хозяйственно ценные и кормовые виды, структуру живых сообществ и экономическую деятельность человека.

В целом, появление новых видов может привести к неоднозначным результатам (включая угрозу биоразнообразия) и это зависит от специфичности вида, особенностей водоема, видовой структуры сообществ, уровня антропогенного воздействия. Проблема инвазий чужеродных видов относится к одному из важнейших направлений фундаментальных и прикладных исследований, и поэтому всегда следует проводить работы такого характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Базарбаев С.К., Кудеков Т.К., Муртазин Е.Ж. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов. – Алматы: Қағанат, 2002. – 256 с.
2. Бурлибаев М.Ж., Фашевский Б.В., Опп К., Бурлибаева Д.М., Кайдарова Р.К., Вагапов А.Р. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. – Алматы: Қағанат, 2014. – 408 с.
3. Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М., Шенбергер И.В. Затопление поймы Ертиса – главный фактор устойчивого развития речной экосистемы. – Алматы: Қағанат, 2014. – 396 с.
4. Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Республики Казахстан. Том II. Природные условия, водные ресурсы и качество водных объектов. Книга 1. Природные условия и ресурсы. Раздел 1. Климат и поверхностные водные ресурсы. – Алматы: ПК «Институт Казгипроводхоз». – 2010. – 196с.
5. Горюнова А.И. Оценка токсического действия химического загрязнения воды на эмбрионах рыб / *Tethys agva zoological research*, III – Almaty: Tethys, 2007. – С. 5-12.
6. Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов / Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. Сбор-

- ник материалов Круглого стола Всероссийской конференции по экологической безопасности России. (4-5 июня 2002 г.). – М.: ИПЭЭ им. А.Н. Северцева, IUCN (МСОП), 2002. – С. 11-14.
7. Декларация тысячелетия Организации Объединенных Наций. Принята резолюцией 55/2 Генеральной Ассамблеи от 8 сентября 2000 г. – 254 с.
 8. Ибраев Т.Т., Сатенбаев Е.Н. Влияние стока на состояние экосистем низовий трансграничных рек Шу-Таласского бассейна. ДГП «НИИ водного хозяйства». – Тараз. 2002. – 34 с.
 9. Ижевский С.С. Чужеземные насекомые как биоагрессоры // Экология. – № 2. – 1995. – С. 119-122.
 10. Инвазивные чужеродные виды: Паневропейская стратегия по биологическому и ландшафтному разнообразию. – Венгрия, 2002. – 14 с.
 11. Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию. – Йоханнесбург. 26 августа – 4 сентября 2002 г. – 137 с.
 12. Колонин Г.В., Герасимов С.М., Морозов В.Н. Биологическое загрязнение // Экология. – № 2. – 1992. – С. 89-94.
 13. Конвенция о биологическом разнообразии [электронный ресурс]. – 1993. [URL:https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml) (дата обращения 03.05.2019).
 14. Крупа Е.Г. Изменчивость *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus* (Daday) (Copepoda, Calanoida) из водоемов зоны влияния Семипалатинского испытательного полигона / *Tethys agva zoological research*, III, Almaty: Tethys, 2007. – С. 45-54.
 15. Мамилов Н.Ш., Кожобекова Э.Б., Кегенов Е.Б. Разнообразие и биологические показатели рыб, обитающих в дельте р. Урал и прилегающей акватории Каспийского моря / *Tethys agva zoological research*, III, Almaty: Tethys, 2007. – С. 55-64.
 16. Мамилов Н.Ш. Современное разнообразие чужеродных видов рыб в бассейнах рек Чу и Талас // *Российский журнал биологических инвазий*. – 2011. – № 1. – С. 11-17.
 17. Шу-Таласская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов / Отчет о деятельности за 2017 г. – Тараз, 2018. – 151 с.
 18. Положение о делении стока в бассейне реки Шу. Утверждено Минводхозом СССР 24.02.1983 г. – Москва, 1983. – 12 с.

19. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Шу с притоками. Том I. Книга 1. Сводная записка. ПК «Институт Казгипроводхоз». – Алматы: – 2007. – 187 с.
20. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Шу с притоками. Том II. Водные объекты, ресурсы и водоохраные мероприятия. Книга 1. Природные условия. – Алматы: ПК «Институт Казгипроводхоз». – 2007. – 127 с.
21. Трошина Т. Т., Матмуратов С.А. Коловратки водоемов зоны влияния Семипалатинского полигона / Tethys agva zoological research, IV, Almaty: Tethys, 2008. – С. 83-92.

Поступила 25.01.2019

Техн. ғылымд. докторы

Хим. ғылымд. канд.
PhD

М.Ж. Бурлибаев

И.В. Шенбергер

Р.К. Кайдарова

Д.М. Бурлибаева

К.М. Кулебаев

ШУ ЖӘНЕ ТАЛАС ӨЗЕНДЕРІ ЭКОЖҮЙЕСІНДЕГІ СУ АҒЫНДАРЫНЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМДЕРІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР ЖӨНІНДЕ

Түйін сөздер: гидрологиялық режим, гидрохимиялық режим, гидробиологиялық режим, экологиялық ағын, өзен ағыны, ауыр металдар, органикалық заттар, биогенді заттар, хлорорганикалық пестицидтер мен гербицидтер, улы заттар, уытты заттектер, гидробионттар, ихтиофауна

Қазіргі жағдайда су ресурстарын басқару өзеннің экожүйесінің өзінде су тұтыну еленбейді. Сондықтан барлық өзен экожүйесі азып-тозуға немесе жойылу алдында тұрғаны таңқаларлық емес. Су ресурстарын кешенді басқаруды үйренбей, өзен экожүйесінің ахуалының жақсаруы жөнінде сөз қозғаудың қажеті жоқ. Сондықтан су ресурстарын басқаруда ең алдымен өзен экожүйесіндегі талаптар ескерілуі және экономиканың әр түрлі салаларының қажеттіліктерімен басқарылуы тиіс, Жоғарыдағыларды баяндай келе, бұл мақала Шу және Талас өзендеріндегі өзен экожүйелеріне қойылатын талаптар мәселелеріне арналады.

M.ZH. Burlibayev, I.V. Shenberger, R.K. Kaidarova, D.M. Burlibayeva,
K.M. Kulebayev

ABOUT THE REQUIREMENTS OF THE SHU AND TALAS RIVER ECOSYSTEMS TO THE HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL REGIMES

Keywords: hydrological regime, hydrochemical regime, hydrobiological regime, ecological runoff, river runoff, heavy metals, organic substances, nutrients, organochlorine pesticides and herbicides, poisons, toxic substances, hydrobionts, ichthyofauna

In modern conditions of water resources management, the water demand of the river ecosystem itself is completely ignored. Therefore, it is not surprising that all river ecosystems are subject to degradation or destroyed. Until we learn how to manage water resources in a comprehensive way, it is possible to forget about improving the state of river ecosystems. Therefore, water management should first take into account the interests of the river ecosystem and further manage the needs of various sectors of the economy. Considering the above, the article is devoted to the problems of the requirements of river ecosystems of the Shu and Talas rivers.

УДК 614.8 (075.8)

Канд. биол. наук

З.Е. Баязитова¹

Канд. с.-х. наук

Ж.О. Тлеуова¹

Канд. тех. наук

С.Б. Жапарова¹

Канд. биол. наук

Л.А. Макеева¹

Канд. биол. наук

И.Б. Фахруденова¹

Канд. биол. наук

А.С. Курманбаева¹

ОЦЕНКА РИСКА НАВОДНЕНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

Ключевые слова: наводнения, динамика уровня воды, межень, половодье, водные ресурсы, водохозяйственный бассейн, гидроклиматические факторы

Возникающая тенденция роста паводков и аварий на гидротехнических сооружениях обусловлена изменением климатических параметров (повышением средней глобальной температуры воздуха, увеличением количества осадков, таянием ледников) и, как следствие, изменением гидрологического режима поверхностных и подземных вод, а также усилением антропогенного давления на территорию.

Каждый год в стране наводнения наносят огромный экономический ущерб государству и, к сожалению, все еще приводят к гибели людей.

Результаты оценки риска аварий на крупнейших водохранилищах, которая определяет риск перелива воды через гребень плотины из-за отсутствия данных наблюдений за гидрологическим режимом и износом элементов плотины и водосбросных сооружений, показывают, что риск разрушения плотины из-за перелива воды в хребте в 1,5...2 раза выше принятого стандарта. На основе анализа причин наводнений и аварий на гидротехнических сооружениях, а также действующих в этой области нормативных актов, были определены основные способы выявления проблем и снижения риска наводнений.

¹ КГУ им. Шокана Уалиханова, г. Кокшетау, Казахстан

Создание водохранилищ с водной поверхностью более 100 км² началось после 1915 г. и стало возможным в результате изменений в технологии земляных и бетонных работ, что позволило строить крупные и относительно дешевые сооружения. Но бум гидротехнического строительства приходится на последние 30...40 лет, когда было построено более 85 % всех существующих в мире плотин. Водоохранилища стали неотъемлемой чертой ландшафта многих стран мира, важным элементом хозяйственной деятельности [2].

Всего в мире построено более 100000 несущих гидротехнических сооружений, а общая площадь водохранилищ превышает акваторию десяти Азовских морей. В настоящее время общий объем водохранилищ на Земле составляет 6500 км³, что в три раза превышает объем пресной воды всех рек.

Конец нашего столетия характеризуется значительными темпами освоения гидроэнергетических ресурсов и переходом от строительства преимущественно крупных резервуаров энергии к средним и даже маленьким. Сегодня не так много рек, на которых не было бы ни одного водохранилища.

Удерживающие гидротехнические сооружения доказали свою надежность и долговечность – многие из них функционируют десятки и даже сотни лет. Гидравлические конструкции, построенные в последние годы, особенно надежны в эксплуатации. Однако анализ мировой статистики и события последних лет свидетельствуют о том, что аварии на гидроэлектростанциях возможны, они могут привести к повреждению и разрушению плотин и, прилегающих к ним, сооружений.

По данным Комитета по авариям и разрушениям Международной комиссии по крупным плотинам (СИГБ), в мире ежегодно происходит более 3 тысяч аварий, часто с большим материальным ущербом и гибелью людей.

Мировая практика эксплуатации плотин и других гидротехнических сооружений (ГСТ) речных гидроэлектростанций показала, что сооружения на водохранилищах, которые испытывают давление воды, могут привести к чрезвычайным ситуациям с человеческими жертвами на больших территориях и огромным материальным ущербом в случае аварий.

Существующий опыт показывает повышенную вероятность аварий на гидротехнических сооружениях и, прежде всего, из-за прохождения паводков, превышающих расчетные проектные значения, так как период

наблюдения за экстремальными паводками, климатическими и антропогенными воздействиями на сток недостаточен. Среди техногенных катастроф, с точки зрения тяжести последствий и ущерба, одно из первых мест занимают гидродинамические аварии, возникающие при разрушении плотин. Эта ситуация связана как в первую очередь со слабым изучением природных условий, так и с интенсивным развитием речных долин в нижележащих бассейнах.

Другой частой причиной аварий является старение конструкций, и не восстановление их износа из-за отсутствия государственного надзора.

Резкое ухудшение качества обслуживания большинства гидротехнических сооружений в последнее десятилетие и несвоевременный ремонт водопропускных труб приводят к увеличению частоты несчастных случаев. Последнее особенно актуально для гидроагрегатов IV класса ответственности, доля которых в республике составляет более 90 % всех водохранилищ.

В республике расположено 270 крупных гидротехнических сооружений, свыше 200 водохранилищ с общей емкостью более 95,5 км³ (без учета прудов и малых водохранилищ). Более 50 % водохранилищ имеют объём 1...5 млн.м³ и лишь только 2 % водохранилищ имеют объём более млрд.м³ воды (табл. 1).

В зоне возможных катастрофических затоплений в случае аварии на ГТС находятся: Южно-Казахстанская, Восточно-Казахстанская, Западно-Казахстанская, Северо-Казахстанская, Атырауская, Актюбинская, Костанайская, Акмолинская, Кызылординская, Карагандинская области [6].

В Казахстане основными причинами аварии на ГТС являются превышение расчетного максимального сбросного расхода, т.е. перелив воды через гребень плотины.

О чем свидетельствует Кызылагашская трагедия (рис. 1). В результате прорыва тела плотины водохранилища в с. Кызылагаш Алматинской области, погибло 45 человек, уничтожено 449 жилых домов. Также были подтоплены 87 домов в с. Актоган и 72 дома в с. Егинсу.

Всего в республике в период с 2005 по 2018 гг. произошло 10 аварий на гидротехнических сооружениях (табл. 2).

По действующему на территории Республики Казахстан нормативному документу СНиП РК 3.04-01-2008 расчетные максимальные расходы воды надлежит принимать из ежегодной вероятности превышения (обеспеченности), устанавливаемой от класса сооружений для двух расчетных случаев – основного и поверочного (табл. 3) [4].

Таблица 1

Характеристика крупных водохранилищ Казахстана

Название гидроузла	Год завершения строительства	Река/ Бассейн	Тип плотины	Наибольшая высота плотины, м	Длина по гребню, м	Объем плотины, тыс. м ³	Объем водохранилища, млн. м ³
Бадам	1974	Бадам	Земляная	43	1152	2930	61
Буктырма	1960	Ертис	Бетонная гравитационная	90	380	1170	49800
Верхне-Тобольский	1977	Тобол	Земляная	42	4360	26300	861
Капшагай	1970	Иле	Земляная намывная	52	840	6220	28100
Каргалинский	1969	Каргалы	Земляная	35	325	947	280
Медео	1966	Киши Алматы	Каменно-набросная	144	530	8500	12,6
Селетинский	1965	Селеты	Земляная	35	2508	15100	230
Ташуткуль	1974	Шу	Земляная насыпная	28	5895	5000	620
Терс-Ащibuлак	1963	Терс	Земляная	29	1890	2100	158
Усть-Каменогорский	1952	Ертис	Бетонная	65	390	330	630
Шардарынский	1965	Сырдария	Земляная	27	5400	9528	6700
Шульбинский	1987	Ертис	Земляная насыпная	36	570	2700	2390
Коксарайский контррегулятор	2011	Сырдария	Земляная	10...11	44700		3,0



Рис. 1. Последствия аварии на Кызылагайском водохранилище.

Таблица 2

Аварии, произошедшие на гидротехнических сооружениях в
2005...2018 гг.

№	Дата	Последствия
1	Март 2005 г.	В 3,5 км ниже Казалинского гидроузла произошел размыв левобережной дамбы реки вследствие заторных явлений. Из населенных пунктов Абай и Уркендеу, находящихся под угрозой затопления, была проведена эвакуация 723 чел.
2	Май 2009 г.	Из-за сильных осадков и паводковых вод в микрорайоне Шанырак-2 г. Алматы произошел прорыв насыпной дамбы. В результате были затоплены 20 жилых домов, 2 дома разрушены.
3	Июль 2009 г.	В г. Алматы произошел прорыв берега оросительного канала «Аламан» у с. Акбулак. В результате были подтоплены участки 27 домов.
4	Февраль 2010 г.	Из-за большого притока талых вод в Куртинское водохранилище, создалась угроза прорыва плотины. Была проведена эвакуация 6000 жителей нижней части с. Акши и 60 жителей нижней части с. Курты.
5	Март 2010 г.	В Каратальском районе Алматинской области произошел размыв дамбы, в результате чего было подтоплено 140 дворов (820 чел.) с. Жылбулак.
6	Март 2010 г.	В Алматинской области в с. Кызылагай произошел прорыв плотины водохранилища Ак-Ешке, в результате

№	Дата	Последствия
		чего подтопило 467 дворов (пострадало 2749 чел.), ниже расположенную станцию Егинсу и окрестности. В результате прорыва уничтожено 80 % зданий, разрушено 460 жилых домов. Произошло крушение моста на автодороге республиканского значения Алматы–Усть-Каменогорск, размывло участок железнодорожного полотна сообщением Сарыозек–Уштобе. Кроме того, пострадали населенные пункты Актогай и Егинсу. Общее количество населения, понесшего материальный ущерб составило 3861 чел., потеря жилого фонда – 631 дом.
7	Апрель 2011 г.	В Акмолинской области в с. Балкашина произошел прорыв плотины на р. Жабай, в результате чего было подтоплено 70 дворов с. Балкашина.
8	Март 2014 г.	В Карагандинской области в с. Кокпекты, в результате размыва дамбы тальми водами, было затоплено около 100 домов, 4 чел. погибли.
9	Апрель 2016 г.	Защитную дамбу прорвало в г. Атбасар Акмолинской области, из-за повышения уровня воды в р. Жабай произошел прорыв шириной 4 м в теле защитной дамбы. Подтопленными оказались более 400 домов, эвакуировано 1374 чел.
10	Январь 2018 г.	В Сырдарьинском районе Кызылординской области из-за резкого потепления р. Сырдарья пробил защитную дамбу в районе аула им. Калжан Ахуна и затопила более двух тысяч га сельхозугодий.

В настоящее время в международной практике принято вести оценку безопасности плотин по допустимой степени риска, нормативные значения которых в 3 и более раз ниже расчетных по СНиП РК 3.04-01-2008, который гарантирует только пропуск максимальных расходов не выше принятой расчетной обеспеченности исходя из класса сооружений.

Разработка собственной методики экспертного масштаба для условий Республики Казахстан требует сбора статистических данных и результатов технической экспертизы сооружений. В настоящее время в республике отсутствуют нормативные документы, регулирующие оценку степени

риска для безопасности гидротехнических сооружений, требования к владельцам по обеспечению безопасности и мониторинг состояния сооружений.

В Российской Федерации на основе сбора и анализа данных были получены надежные количественные оценки для аварий, как для классов плотин (грунт, бетон, арки, опоры), так и по причинам аварий в каждом классе. На этой основе были разработаны методологические принципы оценки риска аварий, в том числе для структур III и IV классов ответственности, которые используются при разработке деклараций безопасности и их экспертизе [4].

Рекомендуемые А.Б. Васильевым и Ю.Б. Мгалобеловым в [3] значения коэффициента устойчивости (K_y) и нормативные риски для грунтовых плотин по Д.В. Стефанишину [3] приведены ниже в табл. 4. Сравнение данных, приведенных в табл. 3 и 4, показывает, что при проектировании в советский период по СНиП 2.06.01-86 безопасность ГТС обеспечивалась принятием расчетной пропускной способности сбросных сооружений при плотинах не ниже заданной вероятности превышения и регламентируемыми коэффициентами запаса и надежности [5].

Таблица 3

Ежегодная вероятность превышения расчетных максимальных расходов воды в зависимости от класса сооружения

Расчетный случай	Класс сооружений			
	I	II	III	IV
Основной	0,1	1,0	3,0	5,0
Поверочный	0,01*	0,	0,5	1,0

Примечание: * – с учетом гарантийной поправки, в соответствии со СНиП 2.01.14-83.

Таблица 4

Нормативные риски и коэффициенты надежности (K_e), устойчивости земляных плотин разных классов ответственности (по СНиП РК 3.04-01-2008 и СНиП 2.06.01-86)

Класс ответственности	K_e по СНиП 3.04.01-2008	K_y		По нормам 1/год	
		Основное сочетание нагрузок	Особое сочетание нагрузок	Нижний предел	Верхний предел
I	1,25	1,56	1,41	$3 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$
II	1,20	1,50	1,35	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
III	1,15	1,44	1,30	$3 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$
IV	1,10	1,38	1,24	$5 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$

При этом для сооружений III и IV классов ответственности не учитывались гарантийные поправки на возможные ошибки из-за недостаточности ряда наблюдений за расходами, что нередко является причиной аварий. Последнее особенно актуально для грунтовых плотин, когда проектный расход сбросного сооружения не соответствует расходам нормированной обеспеченности из-за недостаточности ряда гидрологических наблюдений, а перелив через гребень грунтовой плотины всегда приводит к ее разрушению. Например, в 2011 г. на р. Жабай в Акмолинской области из-за прорыва плотины в с. Балкашино было подтоплено 70 дворов (рис. 2).



Рис. 2. Последствия прорыва плотины на р. Жабай.

Проведены расчеты по оценке безопасности для наиболее крупных 45 плотин, размещенных в бассейнах рек Казахстана, разрушение которых могут привести к человеческим жертвам и крупным ущербам. При расчете были приняты в основу методические положения, рекомендованные в [5] для оценки критерия степени риска разрушения плотины при технической экспертизе. В виду отсутствия геологических данных и данных технического обследования состояния элементов гидроузла, расчет степени риска возникновения аварии на гидротехническом сооружении проводили по двум показателям: по коэффициенту надежности определения расчетного расхода заданной обеспеченности и коэффициенту технической надежности сооружения.

Результаты оценки риска аварий на наиболее крупных водохранилищах, определяющей риск перелива воды через гребень плотин из-за недостаточности данных наблюдений за гидрологическим режимом и износом элементов плотины и водосбросных сооружений показывают, что риск

разрушения плотины из-за перелива воды через гребень в 1,5...2 раза выше против принятого по нормативу в проекте [5]. Так степень риска составляет:

– для водохранилищ, расположенных в бассейне р. Нура. При расчете риска аварии Интымакского водохранилища возможный расчетный приток определялся, как сумма расходов водосбросов Самаркандского и Шерубайнуринского гидроузлов при форсированном подпорном уровне и расхода притока между Шерубайнуринским и Интымакским водохранилищами 0,1 % обеспеченности с учетом гарантийной поправки. Риск разрушения плотин Самаркандского и Шерубайнуринского водохранилища в 1,6...1,7 раза выше нормативного, а Интымакской плотины водохранилища – в 1,3 раза. Для плотин IV класса, построенных в 1930...1950 гг. (водохранилища Жартасское, Краснополянское и Ботакора), степень риска разрушения высокая и превышает нормативные значения в 2...2,5 раза. Для плотин IV класса, построенных после 1980 г., степень риска составляет 0,015...0,016 1/год, что в 1,5 раза больше нормативного значения.

– для водохранилищ, расположенных в бассейне реки Есиль. Риск разрушения плотин выглядит следующим образом: Вячеславское водохранилище – 0,0016 1/год, против нормативного – 0,001 1/год, или 1 авария в 625 лет против 1 аварии в 1000 лет; Сергеевское водохранилище – 0,0081 1/год, против нормативного 0,005 1/год, или 1 авария в 124,4 года, против 1 аварии в 200 лет. Риск аварий для плотин III и IV класса ранней постройки в 1958...1960 гг. (Ишимское, Берсуатское водохранилища) – 0,02 1/год, против нормативного 0,01 1/год, или 1 авария в 50 лет против 1 аварии в 100 лет; для плотин IV класса, построенных в 1970...1980 гг. (водохранилища Чаглинское, Карабулакское и Кенетай) – 0,015...0,016 1/год, против нормативного 0,01 1/год, или 1 авария в 62...67 лет г против 1 аварии в 100 лет по нормативу [1].

– для водохранилищ, расположенных в бассейне рек Торгай-Иргиз. Риск аварии для плотин IV класса ранней постройки (1960...1970 гг.) – 0,015...0,016 1/год, против нормативного 0,01 1/год, или 1 авария в 65...60 лет, против 1 аварии в 100 лет; для плотин IV класса, построенных в 1980...1990 гг. – 0,013...0,014 1/год, против нормативного 0,01 1/год, или 1 авария в 75...70 лет, против 1 аварии в 100 лет по нормативу.

– для водохранилищ, расположенных в бассейне реки Орал. Риск аварии для плотин IV класса ранней постройки (1960...1970 гг.) – 0,015...0,018 1/год, против нормативного 0,01 1/год, или 1 авария в 65...60 лет, против 1 аварии в 100 лет; для плотин IV класса, построенных

в 1980...1990 гг., 0,013...0,014 1/год, против нормативного 0,01 1/год, или 1 авария в 75...70 лет, против 1 аварии в 100 лет. В худшем положении находится плотина Сарычаганского водохранилища, построенная в 1937 г. Степень риска составляет 0,0254, что в 2,5 больше нормативного.

– для водохранилищ, расположенных в бассейне реки Сырдария. Риск аварии на Шардаринском водохранилище составляет 0,0017, что не соответствует нормативу – 0,001. Степень риска по Бугуньскому водохранилищу несколько выше нормативного значения – 0,013.

– для водохранилищ, расположенных в бассейне реки Тобол. Риск аварии на Желкуарском гидроузле равна 0,022 или 1 авария в 46 лет, что выше нормативного более чем в 2 раза. Риск разрушения плотин Верхнее-Тобольского и Каратомарского водохранилищ в 1,2...1,3 раза больше нормативного. Для плотин IV класса, построенных в 1970...1980 гг. (водохранилища Карабулакское и Кенетай) – 0,015...0,016 1/год, против нормативного 0,01 1/год, или 1 авария в 62...67 лет, против 1 аварии в 100 лет по нормативу.

– для водохранилищ, расположенных в бассейне реки Иле. Риск аварии плотины Капшагайского водохранилища соответствует нормативу – 0,0001, что обеспечивает наличие большой свободной емкости при снижении нормального подпорного уровня на 6 м. Степень риска по Бартогайскому водохранилищу несколько выше нормативного значения – 0,00013, по Бестюбинскому водохранилищу в период строительства – 0,01, что ниже норматива III класса ответственности и соответствует IV классу ответственности. На Куртинском водохранилище – 0,0847, что 1,7 раза больше норматива III класса ответственности.

Анализируя рассматриваемые проблемы можно сделать вывод, что безопасность водохозяйственного комплекса Республики Казахстан в целом остается не решенной и представляет угрозу национальной безопасности. В этой связи все очевиднее становится тот факт, что необходимо принять экстренные меры по комплексному решению проблем водохозяйственного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. – Алматы: ТОО «Институт географии», 2010. – С. 89-91.
2. Бузин В.А. Опасные гидрологические явления: учебное пособие для вузов. – СПб: РГМУ, 2008. – 227 с.
3. Василевский А.Б., Мглобелов Ю.Б. О нормировании безопасности

- гидротехнических сооружений при проектировании // Гидротехническое строительство. – М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1993. – № 12. – С. 4-12.
4. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481 // "Казахстанская правда" от 17 июля 2003 года № 206-207.
 5. Кусаинов А.Б., Тлеуова Ж.О., Байжанов Е.А., Шаймерденова З.М. Мониторинг и прогнозирование наводнений: учебное пособие для бакалавров по специальности «Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды». – Кокшетау: КУАМ, 2017. – 155 с.
 6. Семенов В.А., Кобозева Г.Л., Коршунов А.А., Волков А.А., Шамин С.И. К вопросу создания информационного обеспечения оценки климатически обусловленных изменений повторяемости опасных и неблагоприятных гидрологических явлений на реках. // Труды ВНИИ-ГМИ-МЦД. – 2017.– Вып. 172. – С.132-139.

Поступила 19.02.2019

Биол. ғылымд. канд.	З.Е. Баязитова
Ауыл шаруаш. ғылымд. канд.	Ж.О. Тлеуова
Техн. ғылымд. канд.	С.Б. Жапарова
Биол. ғылымд. канд.	Л.А. Макеева
Биол. ғылымд. канд.	И.Б. Фахруденова
Биол. ғылымд. канд.	А.С. Курманбаева

ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСТАРДАҒЫ АПАТТАРДЫҢ САЛДАРЫНАН СУ ТАСҚЫНЫНЫҢ БОЛУ ҚАУПІН БАҒАЛАУ

Түйін сөздер: су тасқыны, су деңгейінің динамикасы, су ағыны, судың толуы, су ресурстары, су қоймасы, гидроклиматтық факторлар

Қысым түріндегі гидравликалық құрылымдарда су тасқыны мен апаттардың өсу үрдісі климаттың өзгеруімен байланысты (орташа ауа райы температурасының ұлғаюы, жауын-шашынның ұлғаюы, мұздақтардың еруі) және соның салдарынан жер үсті және жер асты суларының гидрологиялық режимінің өзгеруі (судың ылғалдылығы, су тасқыны, суару, бұзылу, ағынды сулардың тепе-теңдігі), сондай-ақ аумақтың геоэкологиясы бойынша техногендік қысымның артуы байқалып отыр.

Жыл сайын елде су тасқыны мемлекет үшін үлкен экономикалық залал әкелумен қатар өкінішке орай, әлі де өлімге әкеледі.

Гидрологиялық режимді және бөгет элементтерін және су төгетін құрылымдарды бақылау туралы деректердің болмауы салдарынан бөгет арқылы судың ағылу қаупін анықтайтын ең үлкен су қоймаларындағы апаттардың тәуекелді бағалау нәтижелері таудағы судың төгілуіне байланысты тосқауылдың бұзылу қаупін көрсетеді. Су бөгеті арқылы өтетін бөгеттің бұзылу қаупі стандарттарға сәйкес қабылданғаннан 1,5...2 есе жоғары Гидротехникалық құрылымдардағы су тасқыны мен апаттардың себептерін, сондай-ақ осы саладағы қолданыстағы нормативтік актілерді талдау негізінде олардың алдын алу және су тасқынының төмендеу проблемаларын шешудің негізгі тәсілдері анықталды.

Z.E. Bayazitova, Zh.O. Tleuova, S.B.Zhaparova, L.A.Makeeva,
I.B. Fakhrudanova, A.S. Kurmanbaeva

RISK ASSESSMENT OF FLOOD AS RESULT OF ACCIDENTS AT HYDROTECHNICAL CONSTRUCTIONS

Keywords: floods, water level dynamics, low water, flood, water resources, water basin, hydro-climatic factors

The emerging trend of growth of floods and accidents at hydraulic structures of the pressure type is caused by changing climate parameters (increase in average global air temperature, increase in rainfall, melting of glaciers) and, as a result, change in the hydrological regime of surface and ground waters, as well as increasing man-made pressures on the geoecology of the territory.

Every year in the country, floods cause tremendous economic damage to the state and, unfortunately, still lead to death.

The results of the risk assessment of accidents at the largest reservoirs, which determines the risk of water overflow through the dam crest due to the lack of data on observations of the hydrological regime and wear of the dam elements and spillway structures show that the risk of destruction of the dam due to water overflow in the ridge 1.5 - 2 times higher against the accepted standard. Based on the analysis of the causes of floods and accidents at hydraulic structures, as well as the current regulatory acts in this area, the main identification ways to solve problems of their prevention and flood risk reduction were established.

УДК 502.504:627.83

Доктор техн. наук

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев ¹

А.Т. Козыкеева ¹

Л.Б. Рыскулбекова ¹

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСПИРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДОСБОРЕ БАСЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ИЛЕ

Ключевые слова: анализ, оценка, система, систематизация, вода, вещество, экология, состояние, воздействие, природа, методика, трансформация.

На основе системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» по загрязнению воды в бассейне трансграничной реки Иле и с использованием индекса Шеннона и коэффициента предельной загрязненности В.В. Шабанова, произведена оценка качества воды по гидрохимическим показателям в пространственно-временном масштабе в условиях антропогенной деятельности.

Актуальность. Потенциал самоочищения природной среды водосбора речных бассейнов можно рассматривать как интегральную экологическую оценку техногенных процессов, которые возникают при загрязнении в условиях антропогенной деятельности. При этом именно через определение потенциала самоочищения водной экологической системы появляется возможность определить степень влияния антропогенной деятельности в формировании эколого-водохозяйственного состояния водосборов речных бассейнов. Потенциал самоочищения природной среды водосборов речных бассейнов определяет его геоэкологическую устойчивость к техногенным воздействиям.

Любое техногенное вмешательство в структуру миграционных процессов в водосборах речных бассейнов влечет за собой прямую или обратную цепную реакцию, которые приводят к экологическому нарушению в водной среде и особенно проявляется в их трансаккумулятивной зоне, что требует необходимости проведения эколого-водохозяйственной оценки с

¹ КазНАУ, Алматы, Казахстан

учетом уровня изменения внешних факторов, в условиях антропогенной деятельности.

Объект исследования. Река Иле является основной водной артерией бассейна озера Балкаш. Она берет начало на ледниках Музарт в Центральном Таниртау истоком реки Текес на горный хребет в Кыргызстане и частично Казахстане, затем течет по территории КНР, где сливается с реками Кунес и Каш, затем снова входит в пределы Республики Казахстан и на 1001-м км впадает в озеро Балкаш. Общая длина реки составляет 1439 км, а в пределах Республики Казахстан - 815 км. Площадь бассейна реки Иле на территории Казахстана составляет 77400 км², тогда как общая площадь равна 140 тыс. км² (примерно 75 % водосборной площади озера Балкаш [1]. Стокоформирующая часть бассейна расположена в Китае (густота сети – от 0,6 до 3 км/км²) [1].

Цель исследования. Провести оценку эколого-водохозяйственного состояния водосбора бассейна реки Иле в Казахстанской части, на основе многолетних наблюдений с помощью гидрохимических показателей.

Материалы и методы исследования. На основе информационной базы, для оценки качества воды и экологического состояния водных объектов в бассейне реки Иле, были использованы материалы сборников «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод» Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» МОСВР РК и многолетние фондовые и литературные источники по гидрохимическим показателям [1], включающих азот аммонийный (NH_4), азот нитритный (NO_2), азот нитратный (NO_3), хлориды (Cl), сульфаты (SO_4), медь (Cu), цинк (Zn), железо общее (Fe) и нефтепродукты (табл. 1).

Теоретический и методологический подход основывается на современных представлениях в географической науке о системно-формирующей роли речного стока, структуре и функциях водосборов, определяющих условия жизни людей и функционирование экологических систем.

Таблица 1

Концентрации загрязняющих веществ в речной воде в водосборе бассейна реки Иле в пространственно-временном масштабе

Показатель	Средние концентрации загрязняющих веществ за период, год				
	1990	1995	2000	2005	2010
Река Иле - в створе гидропоста пристань Добын					
Расход воды (Q), м ³ /с	435,0	409,0	370,0	480,0	595,0
Взвешенные вещества, мг/л	-	751,6	123,3	49,2	-
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	-	0,10	0,11	0,06	-
Азот нитритный (NO_2), мг/л	-	0,01	0,03	0,06	-
Азот нитратный (NO_3), мг/л	-	1,00	0,87	0,72	-
Нефтепродукты, мг/л	-	0,06	0,07	0,03	0,025
Хлориды (Cl), мг/л	-	8,87	6,55	12,86	-
Сульфаты (SO_4), мг/л	-	76,70	77,06	62,38	-
Железо общее (Fe), мг/л	-	0,18	0,30	0,34	0,233
Медь (Cu), мг/л	-	3,33	14,52	7,10	8,568
Цинк (Zn), мг/л	-	5,00	22,46	4,00	2,005
Река Иле - в створе гидропоста 164 км выше ГЭС					
Расход воды (Q), м ³ /с	493,0	454,0	433,0	521,0	750,0
Взвешенные вещества, мг/л	-	-	120,6	69,0	-
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	-	-	0,07	0,11	0,027
Азот нитритный (NO_2), мг/л	-	-	0,03	0,02	0,020
Азот нитратный (NO_3), мг/л	-	-	0,94	0,89	0,599
Нефтепродукты, мг/л	-	-	0,05	0,03	0,011
Хлориды (Cl), мг/л	-	-	7,31	11,80	-
Сульфаты (SO_4), мг/л	-	-	80,91	79,43	-
Железо общее (Fe), мг/л	-	-	0,14	0,14	0,074
Медь (Cu), мг/л	-	-	6,32	8,08	10,78
Цинк (Zn), мг/л	-	-	13,95	1,95	1,763
Река Иле - в створе гидропоста Капчагай 26 км ниже ГЭС					
Расход воды (Q), м ³ /с	454,0	451,0	526,0	533,0	718,0
Взвешенные вещества, мг/л	29,4	20,6	40,0	14,2	-

Показатель	Средние концентрации загрязняющих веществ за период, год				
	1990	1995	2000	2005	2010
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0,03	0,05	0,08	0,09	0,009
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0,66	0,56	0,81	2,14	0,573
Нефтепродукты, мг/л	0,15	0,15	0,05	0,02	0,009
Хлориды (Cl), мг/л	18,69	35,03	5,65	70,31	-
Сульфаты (SO_4), мг/л	61,59	98,34	78,0	70,28	-
Железо общее (Fe), мг/л	0,06	0,11	0,05	0,13	0,065
Медь (Cu), мг/л	0,93	1,75	4,36	5,03	6,028
Цинк (Zn), мг/л	2,44	3,63	8,11	3,19	2,468
Река Иле – в створе гидропоста село Ушжарма					
Расход воды (Q), м ³ /с	447,0	451,0	552,0	539,0	-
Взвешенные вещества, мг/л	46,4	40,4	34,9	33,0	-
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0,01	0,03	0,05	0,06	-
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0,00	0,02	0,01	0,01	-
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0,61	0,46	0,85	0,67	-
Нефтепродукты, мг/л	0,18	0,17	0,07	0,02	0,007
Хлориды (Cl), мг/л	27,20	30,28	8,26	12,21	-
Сульфаты (SO_4), мг/л	86,40	88,84	78,02	82,13	-
Железо общее (Fe), мг/л	0,06	0,09	0,05	0,05	0,068
Медь (Cu), мг/л	0,13	1,00	3,96	7,26	10,52
Цинк (Zn), мг/л	2,36	6,67	14,15	1,95	1,933

Для оценки качества водных ресурсов и экологического состояния водных экосистем в практике водного хозяйства широко используются методы, основанные на использовании комплексных показателей, то есть определения пределов допустимых изменений (ПДИ) [2], порога критического действия (ПДВВ) [3], предельно-допустимой концентрации (ПДК) [3], гидрохимического индекса загрязнения (ГЗВ) [3], а также методологического обеспечения Н.Г. Булгакова [4], В.П. Емельяновой [5], Т.Н. Моисеенко [6], М.Ж. Бурлибаева [7] и В.В. Шабанова [8].

При этом, для оценки качества воды и экологического состояния водных объектов, в водосборе бассейна реки Иле, применена методика В.В. Шабанова, с использованием коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) [8]:

$$K_{пз} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где i – номер загрязняющего воду вещества; N – количество учитываемых веществ; $ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация учитываемых веществ; C_i – фактическая концентрация учитываемых веществ; $K_{пз}$ – коэффициент предельной загрязненности, характеризующий качество воды, состояние водного объекта рек и его водохозяйственное значение, которое оценивается в соответствии классификации, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Классификация качества воды по показателю коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) [8] и трофического статуса Е.С.Шеннона (H) [9]

Коэффициент предельной загрязненности ($K_{пз}$)					
Очень чистая	Чистая	Умеренно чистая	Загрязненная	Грязная	Очень грязная
<-0.80	-0.80-0.0	0.0-1.0	1.0-3.0	3.0-5.0	>5.0
Трофического статуса Е.С.Шеннона (H)					
3,06-2,30	2,30-1,89	1,89-1,52	1,52-1,32	1,32-1,25	1,25-1,11
Олиготрофные	α -мезотрофные	β -мезотрофные	Эвтрофные	Поли-трофные	Гипертрофные

Между коэффициентом предельной загрязненности ($K_{пз}$) В.В. Шабанова и трофического статуса Е.С.Шеннона (H) имеется определенная зависимость, которая имеет следующий вид [8]:

$$H = 3,06 \cdot \exp[-0,23(K_{пз} + 2)].$$

Результаты исследования. Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов в водосборе бассейна реки Иле проводилась в пространственно-временном масштабе, с интервалом пять лет, для выявления направленности и интенсивности гидрохимического процесса в водных экосистемах, как среды обитания человека (таблица 3) [10; 11; 12].

Таблица 3

Оценка загрязненности воды в низовьях реки Иле в пространственно-временном масштабе по коэффициенту предельной загрязненности

Загрязняющие вещества (мг/л)	ПДК, мг/л	Годы				
		1990	1995	2000	2005	2010
Река Или- в створе гидропоста пристань Добын						
Азот аммонийный	0.39	-	-0,743	-0,717	-0,846	-
Азот нитратный	0.02	-	-0,500	0,500	2,000	-
Азот нитратный	9.0	-	-0,888	-0,903	-0,920	-
Нефтепродукты	0.05	-	0,200	0,400	-0,400	-0,500
Хлориды	300.0	-	-0,970	-0,978	-0,957	-
Сульфаты	100.0	-	-0,233	-0,229	-0,366	-
Железо общее	0,30	-	-0,400	0,000	0,133	-0,223
Медь	1,0	-	2,330	13,520	6,10	7,568
Цинк	10,0	-	-0,500	1,246	-0,600	-0,800
$K_{пз}$		-	-0,223	1,610	0,480	1,511
Река Или - в створе гидропоста 164 км выше ГЭС						
Азот аммонийный	0.39	-	-	-0,821	-0,717	-0,930
Азот нитратный	0.02	-	-	0,500	0,000	0,000
Азот нитратный	9.0	-	-	-0,896	-0,901	-0,933
Нефтепродукты	0.05	-	-	0,000	-0,400	-0,780
Хлориды	300.0	-	-	-0,976	0,960	-
Сульфаты	100.0	-	-	-0,191	-0,205	-
Железо общее	0,30	-	-	-0,533	-0,533	-0,753
Медь	1,0	-	-	5,320	7,080	9,786
Цинк	10,0	-	-	0,395	-0,805	-0,824
$K_{пз}$		-	-	0,255	0,497	0,906
Река Или - в створе гидропоста Капчагай 26 км ниже ГЭС						
Азот аммонийный	0.39	-0,923	-0,871	-0,794	-0,769	-0,769
Азот нитратный	0.02	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,750
Азот нитратный	9.0	-0,927	-0,938	-0,910	-0,762	-0,936
Нефтепродукты	0.05	2,000	2,000	0,000	-0,600	-0,820
Хлориды	300.0	-0,938	-0,883	-0,981	-0,766	-
Сульфаты	100.0	-0,384	-0,017	-0,220	-0,297	-
Железо общее	0,30	-0,800	-0,633	-0,833	-0,567	-0,783
Медь	1,0	-0,07	0,750	1,360	4,030	5,028
Цинк	10,0	-0,756	-0,637	-0,189	-0,681	-0,753
$K_{пз}$		-0,366	-0,192	-0,341	-0,101	0,031
Река Или – в створе гидропоста село Ушжарма						
Азот аммонийный	0.39	-	-0,974	-0,923	-0,871	-0,846
Азот нитратный	0.02	-	0,000	0,000	-0,500	-0,500
Азот нитратный	9.0	-	-0,932	-0,949	-0,907	-0,926
Нефтепродукты	0.05	-	2,600	2,400	0,400	-0,600

Загрязняющие вещества (мг/л)	ПДК, мг/л	Годы				
		1990	1995	2000	2005	2010
Хлориды	300.0	-	-0,909	-0,899	-0,972	-0,959
Сульфаты	100.0	-	-0,136	-0,112	-0,220	-0,179
Железо общее	0,30	-	-0,800	-0,700	-0,833	-0,833
Медь	1,0	-	-0,970	0,000	2,960	6,260
Цинк	10,0	-	-0,764	-0,333	0,415	-0,805
$K_{пз}$		-	-0,320	-0,068	0,034	0,068

Таким образом, оценка качества воды, в водосборе бассейна реки Иле, проведенная в пространно-временном масштабе, начиная с границы Китайской Народной Республики (гидрологический пост пристань Добын) до устья реки (гидрологический пост село Ушжарма) позволила определить направленность и интенсивность их загрязнения главными ионами (Cl, Na, SO_4), биогенными элементами (NH_4, NO_2, NO_3) и тяжелыми металлами (Cu, Zn). Как видно из табл. 3 вода в водосборе бассейна реки Иле в основном загрязнена тяжелыми металлами (Cu, Zn) и нефтепродуктами, что необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий. При этом следует отметить, что качество воды в створе гидрпоста пристань Добын выше Капшагайского водохранилища по показателю коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) относится к чистой, ниже в створе гидрологического поста село Ушжарма, к умеренно чистой, которые показывают, что во время трансформации водного потока происходит самоочищение в природной среде на территории исследуемого объекта.

В водосборе бассейна реки Иле основными загрязняющими веществами по рыбо-хозяйственным критериям, по которым наблюдались экстремальные значения, являются: азот нитритный, нефтепродукты, сульфаты, медь, цинк, железо общее.

На основе уравнения связи, характеризующая зависимость трофического статуса Шеннона (H) и коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) определены их количественные значения по гидрологическим постам, расположенных в водосборе бассейна реки Иле, во временном масштабе (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная оценка геоэкологического состояния водной экосистемы в водосборе бассейна реки Иле, зависимости от трофического статуса Шеннона (H) и коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$)

Год	Гидрологические посты в водосборе бассейна реки Иле			
	пристань Добын	164 км выше ГЭС Капшагай	26 км ниже ГЭС Капшагай	Ушжарма
Коэффициент предельной загрязненности ($K_{пз}$)				
1990	-	-	-0,366	-
			чистая	
1995	-0,233	-	-0,192	-0,320
	чистая		чистая	чистая
2000	1,610	0,255	-0,341	-0,068
	загрязнен- ная	умеренно чи- стая	чистая	чистая
2005	0,480	0,497	-0,101	0,034
	умеренно чистая	умеренно чи- стая	чистая	умеренно чистая
2010	1,511	0,906	0,031	0,068
	загрязнен- ная	умеренно чи- стая	умеренно чи- стая	умеренно чистая
Трофического статуса Шеннона (H)				
1990	-	-	2,102	-
			α -мезо- трофные	
1995	2,038	-	2,020	2,078
	α -мезо- трофные		α -мезо- трофные	α -мезо- трофные
1995	1,334	1,821	2,090	1,961
	Эвтрофные	β -мезо- трофные	α -мезо- трофные	α -мезо- трофные
2000	1,729	1,723	1,977	1,916
	β -мезо- трофные	β -мезо- трофные	α -мезо- трофные	α -мезо- трофные
2005	1,365	1,567	1,916	1,903
	Эвтрофные	β -мезо- трофные	α -мезо- трофные	α -мезо- трофные

Следует отметить, что водосбору бассейна реки Иле характерны определенные виды загрязняющих веществ, которые меняются в значительной мере в зависимости от интенсивности поступления загрязнений с верховьях течения рек, в том числе и с трансграничных территорий.

Обсуждение. Система оценки качества и экологического состояния водной экосистемы, в водосборе бассейна реки Иле, с использованием трофического статуса Шеннона (H) и коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) В.В. Шабанова показали, что по качеству воды в створе гидропоста пристань Добын, выше Капшагайского водохранилища, относится к чистой (α -мезотрофные), ниже гидрологического поста села Ушжарма, к умеренной чистой (β -мезотрофные). Полученные данные качества воды требуют необходимости учитывания, при разработке системы мероприятий по охране окружающей среды и предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций на основе средообразующей способности природной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Сокольский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Смирнова Д.А., Ефименко А.В., Милюков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана- Алматы: Издательство «Қанағат», 2014.– том 1.–744 с.
2. Калихман А.Д., Педерсен А.Д., Савенкова Т.П., Сукнев А.Я. Методика «пределов допустимых изменений» на Байкале – участке Всемирного наследия ЮНЕСКО. Иркутск: Оттиск, 1999. – 100 с.
3. Методические указания по организации и функционированию подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод Казахстана.- Алматы, 2012.– 140 с.
4. Булгаков Н.Г. Экологически допустимые уровни абиотических факторов в водоемах России и сопредельных стран. Зависимость от географических и климатических особенностей // Водные ресурсы, 2004. – №2. – том 31.– С. 193-198.
5. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Родзиллер И.Д. Способ обобщения показателей для оценки качества поверхностных вод // Гидрохимические материалы, 1980. – Т. 77.– С. 88-96.
6. Моисеенко Т.И. Методические подходы к нормированию антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики (на примере Кольского се-

- вера) // Проблемы химического и биологического мониторинга экологического состояния водных объектов Кольского севера. – Апатиты: Кольский научный центр, 1995. – С. 7-23.
7. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Сокальский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Симернова Д.А., Ефимонко А.В., Милуков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы: Канагат, 2014. – том 1. – 742 с.
 8. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем- М: МГУП, 2009. – 154 с.
 9. Shannon, C.E., Warren Weaver. The mathematical theory of communication. Urbana: the University of Illinois Press., 1949.–117 p.
 10. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Арыстанова А.Б., Карпенко Н.П. Эколого-водохозяйственная оценка трансформации концентрации загрязняющих веществ в водах водосбора бассейна реки Жайык // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – №6. – С. 123-130.
 11. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Абдывалиева К.С. Геоэкологическая оценка трансформации концентрации загрязняющих веществ в водах низовья реки Сырдаья // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2017. – №1. – С.160-169.
 12. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Маймеков З.К., Абдывалиева К.С. Геоэкологическая оценка трансформации концентрации загрязняющих веществ в воде в низовьях реки Сырдаья в условиях антропогенной деятельности // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – №5.– С.41-47.

Поступила 18.02.2019

Техн. ғылым. докторы
Техн. ғылым. докторы

Ж.С. Мұстафаев
Ә.Т. Қозыкеева
Л.Б. Рысқұлбекова

ТРАНСШЕКАРАРАЛЫҚ ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУ ЖИНАУ АЛАБЫНДАҒЫ ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ ТАСМАЛДАУЫН ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДА БАҒАЛАУ

Түйін сөздер: талдау, бағалау, жүйе, жүйелеу, су, заттар, экология, жағдайы, техногендік жүктеме, табиғат, әдістеме, тасмалдау.

Шекара аралық Іле өзенінің суының ластану туралы «Қазгидромет» РМӨ-нің көпжылдық ақпараттық-талдау мәліметтеріне жүйелік талдау жүргізудің негізінде және

Шенноның белісі мен В.В. Шабановтың ластанудың шектелген көрсеткішін пайдалана отырып, техногендік қызметтің кеңістік-уақыт масштабындағы жағдайындағы гидрохимиялық өлшемдік көрсеткіштер бойынша өзеннің суының сапасына бағалау жүргізілген.

Zh.S. Mustafayev, A.T. Kozykeyeva, L. B. Ryskulbekova

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF TRANSPIRATION OF POLLUTED SUBSTANCES IN THE DRAINAGE BASIN OF A TRANS-BOUNDARY RIVER ILE

Keywords: analysis, assessment, system, systematization, water, sustance, ecology, state, anthropogenic, nature, methods, transformation.

Based on the system analysis of long-term information and analytical materials of the RSE «Kazhydromet» on water pollution in the basin of the transboundary Ili River and using the Shannon index and the maximum pollution coefficient V.V. Shabanov made anassessment of water quality by hydrochemical indicators in a space-time scale under conditions of anthropogenic activity.

УДК 556.16

Геогр. ғылымд. докторы

С.К. Давлетғалиев¹Ә.С. Абдуллаева¹**ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІНІҢ ОҢ САЛАЛАРЫНЫҢ КӨКТЕМГІ АҒЫНДЫСЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ЕСЕПТЕУ**

Түйін сөздер: көктемгі ағынды қабаты, максималды ағынды, регрессия теңдеуі, аналогия әдісі, статистикалық сипаттамалар, айырымдық интеграл қисығы

Мақалада Жайық өзенінің оң салаларының көктемгі ағынды қабаты және максималды су өтімі бойынша есептеулер нәтижелері көрсетілген. Сонымен қатар, ағынды шамалары көпжылдық кезеңге келтіріліп, статистикалық сипаттамалары үш кезең бойынша есептелген. Жылдық ағынды сипаттамаларының дәлділігіне бағалау жұмыстары жүргізілген.

Кіріспе. Жайық өзені – басым бөлігі қар суымен қоректенетін өзендердің біріне жатады. Өзеннің көктемдік ағыны жылдық ағынның 80...90%-ын құрайды. Бұл уақытта өзен суының деңгейі 2...2,5 м дейін көтеріледі. Өзен өндірістік мақсатта кеңінен қолданылады, және оның бойында тұратын миллиондаған адамдардың су көзі болып табылады.

Жайық өзенінің оң салаларының көктемгі ағынды сипаттамаларын зерттеу, ең алдымен, тұрғындардың тұрмыс тіршілігі үшін үлкен маңызға ие. Жылдық ағындының нақты сипаттамаларын есептеу су қорының тұрғындардың тұрмыс тіршілігі үшін, рационалды пайдаланылуы үшін және гидротехникалық бекеттердің сипаттамаларын нақтылау үшін қажетті су шаруашылық есептемелеріндегі маңызды қызметтердің бірі. Сол себепті, Жайық өзенінің оң салаларының жылдық ағындысының сипаттамаларын есептеу, су ресурстарын пайдаланудағы тиімділікті арттыру болып табылады.

Қарастырылып отырған Жайық өзенінің оң жағалауындағы негізгі өзендерге – Шаған, Чижан-1, Чижан-2, Деркөл өзендері жатады. Өзендер орналасу жағдайына байланысты жамылғы беттік сипатымен ерекшеленеді.

¹ әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы қ, Қазақстан

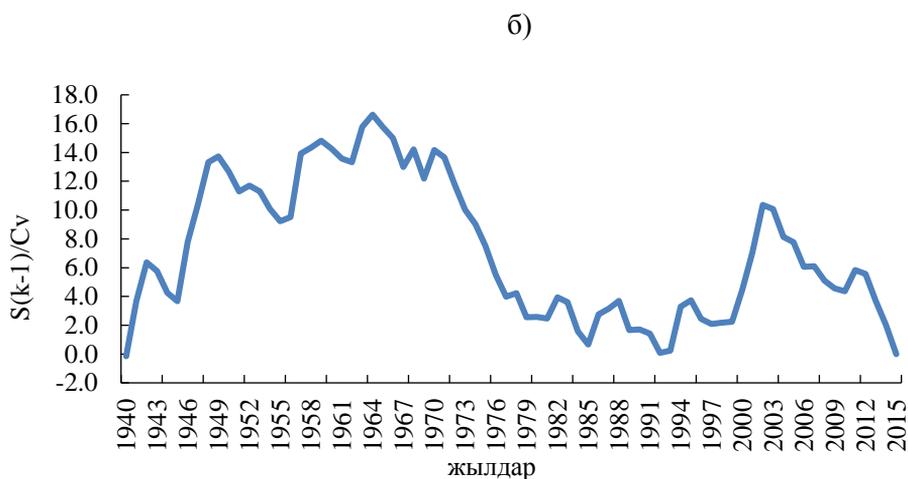
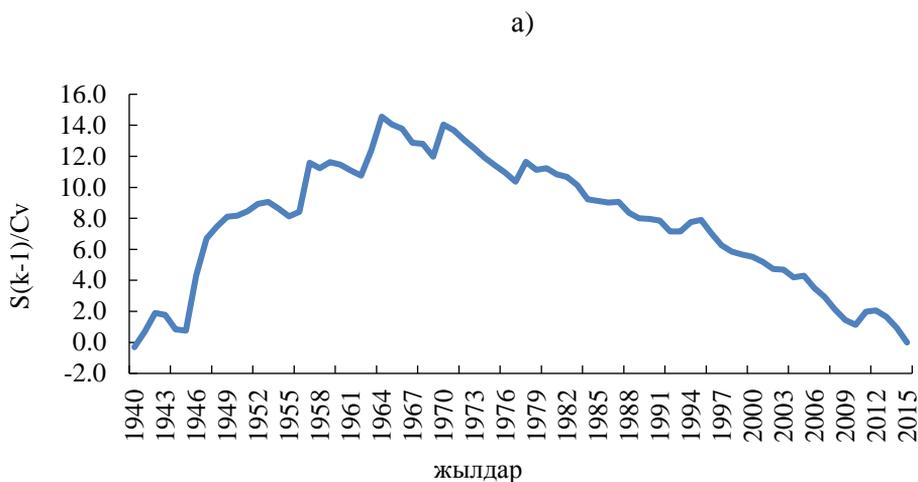
Олардың бойында көпжылдық бақылау жүргізіп отыратын бес бекет жұмыс жасауда. Олар ө. Шаған – а. Чувашинское (ауданы – 4600 км²), ө. Чижа-1 – а. Чижа-1 (ауданы – 456 км²), ө. Чижа-2 – а. Чижа-2 (ауданы – 509 км²), ө. Деркөл – а. Белес (ауданы – 1820 км²), ө. Деркөл – а. Таскала (ауданы – 392 км²) бекеттері. Өзендердің ағын сипаттамалары өткен ғасырдың 70 жылдары зерттелген [6]. Бұл ақпараттар соңғы бақыланған 1965 жылдан кейінгі деректерді, алаптағы шаруашылықтарды, ауа-райының өзгеруінен мүмкін болған әсерлерді есепке ала отырып, нақтылауды қажет етеді. Сондықтан, соңғы 30...35 жылдың деректері жеткіліксіз болғандықтан, ағын сипаттамаларын көпжылдық кезеңге келтіру қажет [4, 5].

Бастапқы деректер және зерттеу нәтижелері. Жайық өзенінің көктемгі ағындысының статистикалық сипаттамаларын анықтау үшін есептелу кезеңі белгіленді. Жайық өзені оң жағалауындағы аталған бес бекеттің көктемгі ағын қабатының айырымдық интеграл қисықтары бойынша есептелу кезеңі ретінде 1940...2015 жж. алынды (1 сурет).

Бұл жұмыста регрессия тендеуін қолдана отырып, аналогия әдісі бойынша жылдық ағынды қатарына қалпына келтіру жұмыстары жүргізілді. Аналог-өзендер қойылған талапқа сай таңдалынып, $R_{кр} > 0,70$ шарты бойынша орындалды [4, 5] (2 сурет). Сонымен, ө.Шаған – а.Чувашинское, ө.Чижа-1 – а. Чижа-1, ө. Чижа-2 – а. Чижа-2, ө.Деркөл – а.Белес, ө.Деркөл – а.Таскала бекеттеріндегі R мәндері сәйкесінше 0,95, 0,76, 0,75, 0,73, 0,71 (1 кесте).

Жайық өзені оң жағалауының ағыны 1974 ж. бастап су қоймаларының салынуы және өзен суының әртүрлі шаруашылық қажеттіліктеріне қарқынды алынуы нәтижесінде бұрмаланған болып есептелінеді [1]. Сондықтан көктемгі ағын сипаттамалары әртүрлі кезеңде – 1940...1974 жж. нақты бақылау деректері, 1940...2015 жж. көпжылдық бақылау кезеңі, сонымен қатар соңғы қырық жыл 1975...2015 жж. бойынша анықталды. Көктемгі ағын сипаттамаларының 3 кезең бойынша есептік нәтижелері 2 және 3 кестелерде көрсетілген.

2-кесте бойынша анықталған нәтижелерді талдайтын болсақ, зерттелген өзендердің ағынды шамаларында өзгерістердің жүргенін байқауға болады. Ө. Чижа-1-а.Чижа-1 бекетінде 1940...1974 жж. үшін көктемгі ағынды қабаты 40,2 мм болса, 1975...2015 жж. 35,1 мм-ді құрайды. Көктемгі ағынды қабатының екі кезең бойынша салыстыру нәтижесі, оның 12,8 %-ға төмендегенін көрсетеді.



Сур. 1. Жайық өзені оң салалары бойындағы негізгі бекеттер бойынша тұрғызылған айырымдық интеграл қисығы. (а) өз.Шаған – а.Чувашинское; (б) өз.Деркөл – а.Белес.

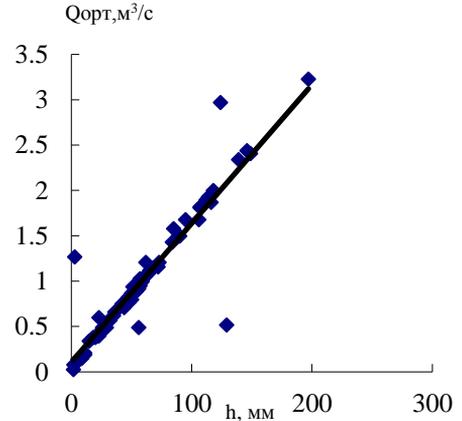
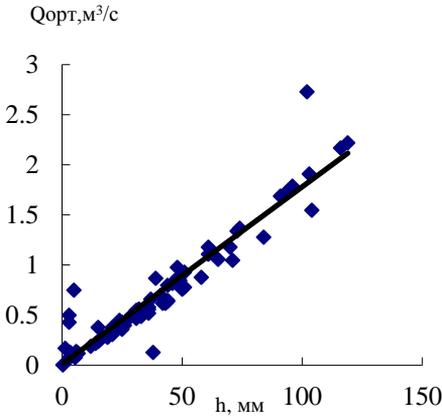
Келесі ө.Чижа-2 – а.Чижа-2 бекетінде 1940...1974 жж. көктемгі ағынды қабаты 56,7 мм болса, 1975...2015 жж. 58,5 мм-ге тең болғаны анықталды. Бұл бекетте көктемгі ағынды қабатының керісінше 3,2 %-ға өскен.

Ал, ө.Шаған–а.Чувашинское бекетінде 1940...1974 жж. бойынша көктемгі ағынды қабаты 53,6 мм, 1975...2015 жж. үшін 45,4 мм-ді құрайды, яғни соңғы қырық жылда 15,3 %-ға өзгерген.

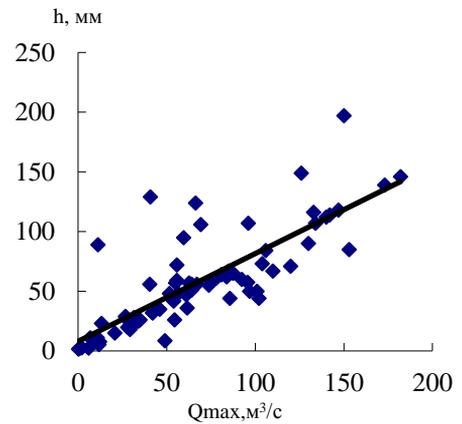
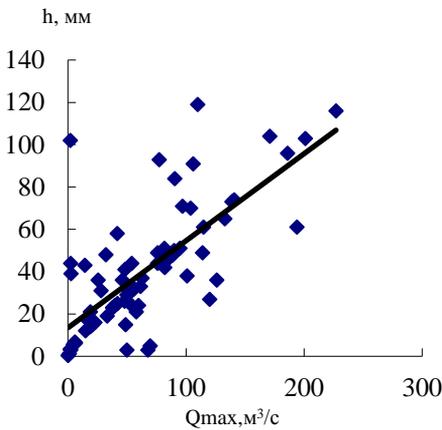
ө. Чижа-1 – а. Чижа-1

ө. Чижа-2 – а. Чижа-2

а)



б)



Сур. 2. (а) Көктемгі ағынды қабаты мен орташа жылдық су өтімі $h=f(Q_{орт})$, (б) максималды су өтімі мен көктемгі ағынды қабаты $Q_{max}=f(h)$ арасындағы байланыс графигі.

Сонымен қатар, ө.Деркөл-а.Таскала және ө.Деркөл-а.Белес бекеттерінде көктемгі ағынды қабаты 1940...1974 жж. 114,6 және 41,8 мм-ді көрсетсе, 1975...2015 жж. 64,3 және 38,2 мм-ді құраған, яғни 43,4 %-ға және 8,7 %-ға өзгергені белгілі болды.

Қалпына келтірілген қатарлар, регрессия теңдеуі, теңдеу сипаттамалары және аналог өзендер туралы мәліметтер

Өзен	Регрессия теңдеуі	Теңдеу сипаттамалары				Қалпына Келтірілген жылдар
		R	σ_R	$\frac{R}{\sigma_R}$	$\frac{K}{\sigma_{kh}}$	
ө. Чижа-1– а.Чижа-1	$y=0,002x+0,93$	0,76	0,123	6,14	4,18	1940...1957, 1989, 1994...1995, 1998...2001, 2003, 2004, 2006, 2008...2012
ө. Чижа-2– а.Чижа-2	$y=0,34x+0,20$	0,75	0,086	8,74	10,7	1940...1953, 1956, 1987, 1991...1992, 1998...1999, 2005, 2006, 2007...2011
ө. Шаған– а.Чувашин- ское	$y=0,021x+0,143$	0,95	0,029	12,9	10,4	1942...1951, 1984, 1991, 1999
ө. Деркөл– а.Тасқала	$y=0,143x+0,068$	0,71	0,157	4,53	3,08	1940...1965, 1992, 1995, 1998...2008
ө. Деркөл– а.Белес	$y=0,30x+0,20$	0,73	0,156	4,69	4,33	1940...1963, 1979, 1984, 1989, 1993, 1995, 1996, 1998...2003, 2006...2009

Көпжылдық орташа максималды өтімдердің нәтижелеріне келетін болсақ (3 кесте), 1940...1974 жж. аралығында ө.Чижа-1 – а.Чижа-1 бекеті үшін максималды су өтімі $78,8 \text{ м}^3/\text{с}$, ал 1975...2015 жж. $52,6 \text{ м}^3/\text{с}$. Көпжылдық кезеңде, яғни 1940...2015 жж., орташа максималды су өтімі $65 \text{ м}^3/\text{с}$ құрайды. Табиғи (1940...1974 жж.), шартты-табиғи кезеңдердің (1975...2015 жж.) максималды өтімдерін салыстыру барысында, оның 33,2%-ға өзгергені байқалды.

Жайық өзені оң салаларының көктемгі ағынды қабатының статистикалық сипаттамалары

Өзен-бөкөт	Бақылау кезеңдері	Бак. жыл. саны	Көктемгі ағынды сипаттамалары											
			Бақыланған кезең				1940...2015 ж.			1940...1974 ж.			1975...2015 ж.	
			h , мм	C_v	C_s		h , мм	C_v	C_s	h , мм	C_v	C_s	h , мм	C_v
ө. Чижка-1 – а. Чижка-1	1940, 1942, 1948...1988, 1990...1994, 2002...2003, 2005, 2007, 2010	44	39,1	0,74	0,86	40,20	0,73	0,89	46,21	0,75	0,71	35,1	0,63	0,62
	1954...1986, 1988...1990, 1993...1996, 2000...2004, 2012													
ө. Чижка-2 – а. Чижка-2.	1940...1941, 1948...1950, 2010	47	54,9	0,71	1,40	57,70	0,70	0,89	56,67	0,65	0,79	58,5	0,73	1,16
	1965...90, 1992, 1994, 1996...97, 2009...2012													
ө. Шаған – а. Чувашиинско е	1940...1941, 1948...1950, 2010	64	46,4	0,62	1,17	49,20	0,66	1,25	53,63	0,71	1,42	45,4	0,57	0,36
	1963...1978, 1980...1995, 1997, 2003...2006, 2009...2012													
ө. Деркөл – а. Тасқала	1940...1941, 1948...1950, 2010	35	43,1	0,94	1,20	74,30	1,07	2,83	114,6	1,07	2,83	64,3	0,95	1,00
	1963...1978, 1980...1995, 1997, 2003...2006, 2009...2012													
ө. Деркөл – а. Белес	1940...1941, 1948...1950, 2010	38	35,7	0,89	1,80	53,10	0,97	1,35	41,80	0,73	0,90	38,2	0,83	1,51
	1963...1978, 1980...1995, 1997, 2003...2006, 2009...2012													

Жайық өзені оң салаларының максималды ағын сипаттамалары

Өзен-бекет	Бақылау кезеңдері	Бак. жыл саны	Максималды ағынды сипаттамалары											
			Бақыланған кезең			1940...1974 ж.			1975...2015 ж.					
			Q, м ³ /с	C _v	C _s	Q, м ³ /с	C _v	C _s	Q, м ³ /с	C _v	C _s			
ө.Чижка-1 – а.Чижка-1	1940, 1942, 1948...1988, 1990...1994, 2002...2003, 2005, 2007, 2010	44	0,84	1,01	1,34	0,80	0,80	1,34	78,8	0,76	0,87	52,6	0,74	0,52
	61,2		65,00	63,4	0,62	0,32	0,65	0,61	72,8	0,64	0,84	62,8	0,64	0,29
ө.Чижка-2 – а.Чижка-2	1954...1986, 1988...1990, 1993...1996, 2000...2004, 2012	47	0,85	2,29	301,5	0,92	2,10	406,9	0,89	2,10	211,6	0,68	1,36	
	278		63,4	63,4	0,62	0,32	0,65	0,61	72,8	0,64	0,84	62,8	0,64	0,29
ө.Шаган – а.Чувашиинское.	1940...1941, 1948...1950, 2010	64	1,22	1,69	123,1	1,11	1,34	155,2	1,01	1,17	95,7	1,14	1,36	
	49,6		49,6	49,6	1,22	1,69	123,1	1,11	1,34	155,2	1,01	1,17	95,7	1,14
ө.Деркөл – а.Тасқала	1963...1978, 1980...1995, 1997, 2003...2006, 2009...2012	35	0,78	0,68	164,6	0,80	0,93	185,6	0,78	0,95	146,6	0,79	0,8	
	140		140	140	0,78	0,68	164,6	0,80	0,93	185,6	0,78	0,95	146,6	0,79
ө.Деркөл – а.Белес	1963...1978, 1980...1995, 1997, 2003...2006, 2009...2012	38	0,78	0,68	164,6	0,80	0,93	185,6	0,78	0,95	146,6	0,79	0,8	
	140		140	140	0,78	0,68	164,6	0,80	0,93	185,6	0,78	0,95	146,6	0,79

Ө.Чиж-2-а.Чиж-2 бекетінде максималды өтімнің көпжылдық орташа мәні 1940...1974 жж. 72,8 м³/с тең болса, 1975...2015 жж. үшін 62,8 м³/с. Шартты табиғи кезең үшін (1940...2015жж.) көпжылдық орташа максималды өтімнің мәні 67,55 м³/с-ке тең болды. Екі кезенді салыстыру нәтижесінде, максималды өтім 13,7%-ға төмендеген.

Ұқсас көрініс ө.Шаған-а.Чувашинское бекетінде де байқалады. Табиғи кезеңде (1940...1974 жж.) максималды өтім 406,9 м³/с көрсетсе, шартты-табиғи кезеңде (1975...2015 жж.) 212,7 м³/с болды. Көпжылдық орташа максималды өтімнің 1940...2015 жж. тең мәні – 301,5 м³/с. Өтімнің мәні 47,7%-ға төмендеген.

Ал, ө.Деркөл-а.Тасқала бекетінде көпжылдық орташа максималды өтім 38,3%-ға, ал ө.Деркөл – а.Белес бекетіндегі көпжылдық орташа максималды өтім 1975...2015 жж. бақылау жылдарында 21%-ға төмендегені байқалды.

Бақыланған және көпжылдық қатарға келтірілген қатарлар бойынша жылдық көктемгі ағынды сипаттамаларының дәлділігін бағалау жұмыстары жүргізілді.

Ағын сипаттамаларының дәлділігі нақты бақыланған кезең деректері, көпжылдық кезеңге келтірілген деректер және соңғы қырық жылдық кезең (1975...2015 жж.) деректері бойынша есептелінді.

Бірінші жағдайда таңдалған орта мәннің кездейсоқ орташа квадратталған қателігі келесі тәуелділік бойынша анықталды:

$$\sigma_{\bar{Q}} = (\sigma_Q / \sqrt{n}) \sqrt{(1+r)/(1-r)}, \quad (1)$$

мұнда $r < 0,5$. Жылдық ағын қатарларында $r=0,2...0,3$ [2].

Вариация коэффициентінің орташа квадратталған қателігі келесі тәуелділік бойынша С.Н.Крицкой және М.Ф.Менкельдің формуласымен анықталған [3, 7]:

$$\sigma_{Cv} = \frac{Cv}{n + 4Cv^2} \sqrt{\frac{n(1 + Cv^2)}{2}} \left(1 + \frac{3Cvr^2}{1+r}\right) \quad (2)$$

Ағын нормасын көпжылдық кезеңге келтіру тиімділігін сандық бағалау үшін тиімділік көрсеткіші К пайдаланылады [4]:

$$K_y = \left[1 - \sqrt{1 - R^2 + nR^2 / N} / (1 - \sqrt{n / N}) \right] \cdot 100\%, \quad (3)$$

мұндағы R -жұп корреляция коэффициенті, n -бақыланған жылдар саны.

Тиімділік көрсеткіші қатарды N кезеңге ұзарту барысында орташан қателіктің төмендеуін сипаттайды.

Вариация коэффициентін көпжылдық кезеңге келтірудегі тиімділік көрсеткіші келесі формула бойынша анықталады:

$$K_{cv} = \left[(1 - \sqrt{1 - R^4 + nR^4 / N}) / (1 - \sqrt{n / N}) \right] 100\% \quad (4)$$

Тиімділік көрсеткіші қатарды көпжылдық кезеңге келтіру барысындағы орташа қателіктің және вариация коэффициентінің төмендеу пайызын көрсетеді.

Көктемгі ағынды қабаты нормасы және вариация коэффициентін көпжылдық кезеңге келтіру барысында тиімділікті бағалау жұмыстары жүргізілді. Есептеу нәтижелері бойынша ағын нормасының тиімділік көрсеткіші – 97...76%, вариация коэффициенті – 77...56%-ды құрады.

(3) және (4) теңдеулер регрессия теңдеуінің көпжылдық кезеңге келтірілген орта және вариация коэффициентінің дәлділігін бағалауда қолдалынады.

Бақыланған жылдарға балама мәлімет қорын алу нормасының эквиваленттіліні $N_{\bar{\sigma}}$ және оның орташа квадраттық ауытқуы N_{σ} сәйкес [6, 7] формулалар арқылы анықтайды:

$$N_{\bar{\sigma}} = \frac{N}{\left[1 + \frac{N-n}{n-2} (1-R^2) \right]} \quad (5)$$

$$N_{\sigma} = \frac{Nn}{n + (N-n)(1-R^4)} \quad (6)$$

мұндағы n – зерттеліп отырған қатардың, аналог қатарлардың бірлестіріліп бақыланған жылдар саны;

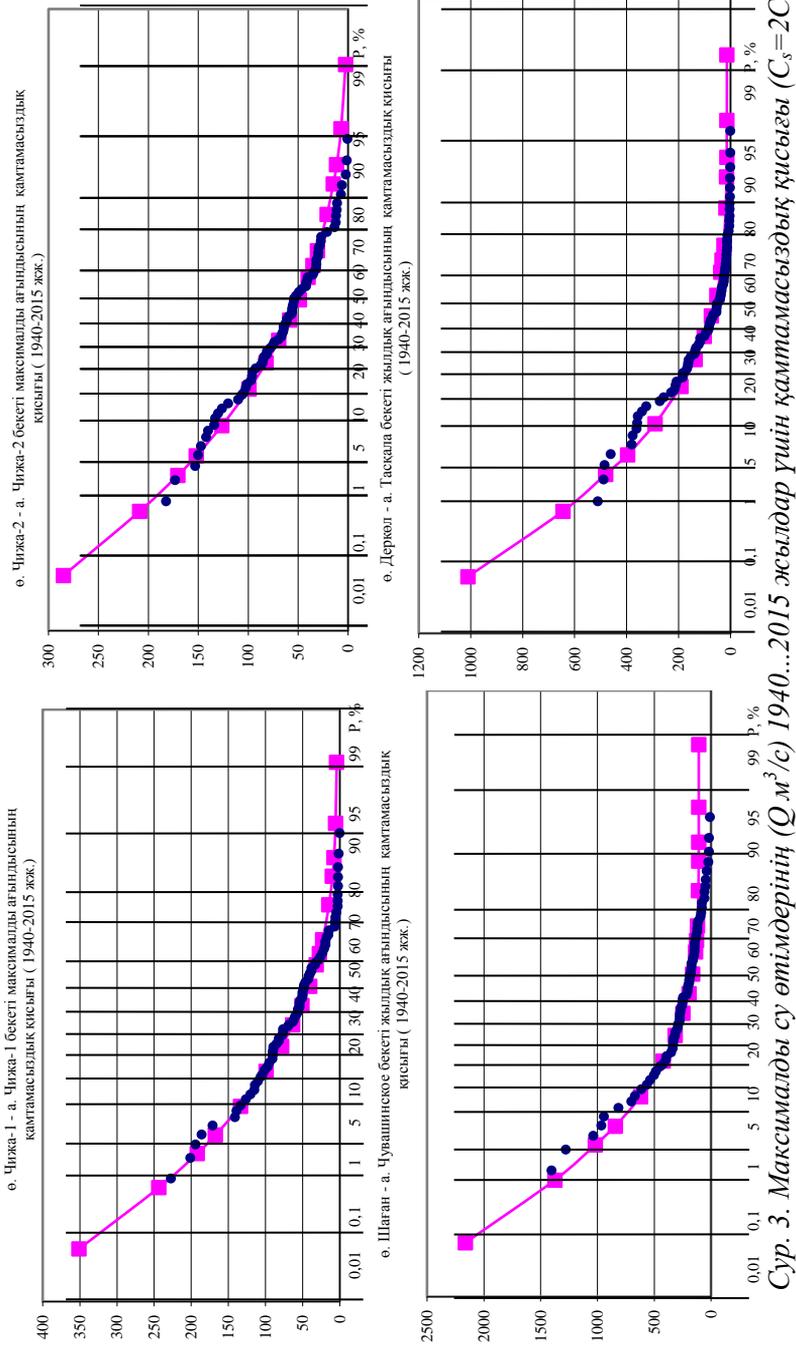
$(N-n)$ – регрессия теңдеуі бойынша қалпына келтірілген қатар саны;

R – жұп немесе жиынтық корреляция коэффициенті.

Сонымен қатар, қамтамасыздық қисығының максималды ағынды шамалары 4 кестеде келтірілген. Алынған деректерді сараптау нәтижесінде, жылдық ағындының қамтамасыздық қисығы Крицкий-Менкельдің ($C_s=2C_v$) қисығымен сәйкес сипатталды (3 сурет).

Қамтамасыздық қисығының максималды ағындылары P , %

Өзен-бет	F , км ²	Бақыланған кезең үшін					Есептелген кезең үшін (1940...2015)				
		Жылдар саны, n	Q_m , м ³ /с	C_v	b_Q	b_{Cv}	Q_m , м ³ /с	C_v	b_Q	b_{Cv}	
ө. Чижан-1 – а. Чижан-1	456	48	39,1	0,74	<u>5,11</u> 13,10%	<u>0,1</u> 13,50%	41,3	0,91	<u>5,44</u> 13,20%	<u>0,11</u> 12,10%	
ө. Чижан-2 – а. Чижан-2	509	49	54,9	0,71	<u>6,82</u> 11,50%	<u>0,09</u> 12,10%	59,9	0,68	<u>6,06</u> 10,00%	<u>0,08</u> 11,80%	
ө. Шаған – а. Чу- вашинское	4600	62	46,4	0,62	<u>4,48</u> 9,65%	<u>0,07</u> 11,30%	49,9	0,66	<u>4,74</u> 9,50%	<u>0,07</u> 10,60%	
ө. Деркөл – а. Тасқала	392	34	43,1	0,94	<u>8,51</u> 19,60%	<u>0,15</u> 16,00%	82,5	0,9	<u>11,8</u> 14,30%	<u>0,12</u> 13,30%	
ө. Деркөл – а. Бе- лес	1820	35	35,7	0,89	<u>6,57</u> 18,40%	<u>0,14</u> 18,40%	40	0,75	<u>4,53</u> 14,40%	<u>0,09</u> 12,00%	



Сур. 3. Максималды су өтімдерінің (Q_{max}) 1940...2015 жылдар үшін қамтамасыздық қисығы ($C_s=2C_v$)

Қорытынды. Осылайша, Жайық өзені оң салаларындағы бес бекеттің бақылау мәліметтері және қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу барысында көпжылдық орташа максималды ағынды және көктемгі ағынды қабаты сипаттамалары есептелінді. Сипаттамалар табиғи және қалпына келтірілген ағын көлемін ескере отырып, әртүрлі кезеңде анықталды.

Есептеу нәтижесінде 1975 жылдан кейін максималды су өтімі мен көктемгі ағынды қабаты көлемдерінің біршама төмендегені байқалды. Төмендеудің бірден-бір себебі, 1970 жылдардан бастап су қоймаларының қарқынды салынуы, өндіріс орындарының дамуы, шаруашылықтардың су қорын аса жоғары көлемде талап етуімен түсіндіріледі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Давлетғалиев С.К., Расчет нормы годового стока рек правобережья бассейна р.Жайык в пределах границы РК // Гидрометеорология и экология – 2008. – №2-3. – С. 64-74.
2. Давлетғалиев С. К. Оценка точности параметров кривых распределения годового стока рек Урало-Эмбинского района//Гидрометеорология и экология. – 2007.– №3. – 85-93с.
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. М.: Наука, 1981. – 249 с.
4. Определение основных расчетных гидрологических характеристик СП-33-101-2003. М.: Госстрой России, 2004 – 71 с.
5. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 448 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.12, вып.2. Урало-Эмбинский район – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 511 с.
7. Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 276 с.

Поступила 04.02.2019

Доктор геогр. наук

С.К. Давлетгалиев

Ә.С. Абдуллаева

РАСЧЕТ (ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСЕННЕГО СТОКА ЮЖНЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ ЖАЙЫК

Ключевые слова: слой весеннего стока, максимальный сток, уравнение регрессии, метод аналогии, статистические параметры, разностная интегральная кривая

Представлены результаты расчета слоя весеннего стока и максимального расхода воды южных притоков реки Жайык. Характеристики стока приведены в многолетний период и статистические параметры определены по трем периодам. Произведена оценка точности расчета параметров годового стока

.K. Davletgaliyev, A. S. Abdullayeva

CALCULATION OF THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE SPRING FLOW OF THE SOUTHERN TRIBUTARIES OF THE ZHAYIK RIVER

Keywords: spring run layer, maximum runoff, regression equation, analogy method, statistical parameters, difference integral curve

The results of the calculation of the spring runoff layer and the maximum water discharge of the southern tributaries of the Zhaik River are presented. The characteristics of the runoff are given in a multiyear period and the statistical parameters are determined for three periods. The estimation of the accuracy of the calculation of the parameters of the annual flow.

УДК 556.16

Геогр. ғылымд. докторы

С.К. Давлетғалиев¹
Г.Т. Чапаева¹**ЕЛЕК АЛАБЫ НЕГІЗГІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ КӨКТЕМГІ АҒЫНДЫСЫН
ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ**

Түйін сөздер: көктемгі ағынды, көктемгі су тасу, бақылау қатары, статистикалық сипаттамалар, регрессия теңдеуі, көктемгі ағындыны болжау, гармоникалық талдау.

Мақалада Елек өзені алабы негізгі өзендерінің көктемгі және максималды ағындысы бойынша есептеулер мен болжау нәтижелері көрсетілген. Сондай-ақ, ағындының бақылау қатарлары қалпына келтіріліп, статистикалық сипаттамалары төрт кезең бойынша есептелген. Жауын-шашын мәліметтеріне гармоникалық талдау жүргізу негізінде көктемгі су тасудың ағынды мәндерін болжау жұмыстары жүргізілген.

Кіріспе. Елек өзені – Жайық өзенінің ірі сол жақ саласы. Өзеннің жалпы ұзындығы 623 км, бассейн ауданы 41,3 мың км² құрайды. Елек өзені трансшекаралық өзендер қатарына жатады. Елек өзенінің суы өндірісте, ауыл шаруашылығы қажеттіліктеріне пайдаланылады. Ақтөбе қаласы маңында Елек өзені жағасында «Ақбұлақ» ОАҚ, «АХҚЗ» АҚ, «Ақтөбе ЖЭО» АҚ, «Ақтөбе феррокорытпа зауыты» акционерлік қоғамы сияқты өндіріс орындары, сонымен қатар, Ақтөбе, Шелек, және Қарғалы су қоймалары орналасқан. Сондықтан Елек алабы негізгі өзендерінің көктемгі ағындысын болжау өте маңызды болып табылады. Көктемгі ағындыны болжау алдағы жылдарда өзен алабында болуы мүмкін жағдайларды, ондағы су мөлшерінің экономикаға әсерін болжауға мүмкіндік береді.

Елек алабының негізгі өзендеріне Елек, Қарғалы, Үлкен Қобда, Қаракобда, Сарықобда, Қосістек жатады. Осы өзендердің көктемгі ағындысының статистикалық сипаттамаларын анықтау бақылау қатарын көпжылдық кезеңге келтірумен бірге жүреді, өйткені, Елек алабы өзендерінің көктемгі ағындысына бақылау жүргізілген бақылау қатары

¹ әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

қысқа болып келеді. Осыған байланысты бақылау қатарын қалпына келтіру қажеттілігі туындайды [1,2].

Қатарды қалпына келтіру және ағынды сипаттамаларын анықтау. Елек алабының аумағында ағынды режиміне шамамен 1 жылдан 75 жылға дейін бақылау жүргізген бірнеше бекеттер жұмыс істеген. Бірақ, өкінішке орай, алапта үздіксіз бақылау қатары бар бірде-бір өзен табылмайды. Мысалы, Елек өзені – Ақтөбе қаласы бекетінде 2000...2006 жж. және 2013-2015 жж., Елек өзені – Шелек ауылы гидробекеті бойынша 1940...1948, 1955, 1993...1994, 2001, 2002, 2006 жылдар аралығындағы бақылау мәліметтері жоқ. Елек алабы негізгі өзендері бойынша жылдық ағынды аналогия әдісі арқылы көпжылдық кезеңге келтірілді.

Бақылау қатарын қалпына келтіру кезінде аналог-өзендер ретінде Елек өзені – Ақтөбе қ., Үлкен Қобда – Новоалексеевка а., Қарақобда – Алпайсай а. бекеттері қолданылды. Аналог-өзенді таңдауда аналог-өзен мен зерттелетін өзен арасындағы жұп корреляция коэффициенті $R > 0,70$ болуы тиіс. Елек – Ақтөбе қ., Елек – Шелек а., Қарғалы – Қарғалы а., Ақтасты – Белогорский к., Қосістек – Қосістек а. бекеттері бойынша жұп корреляция коэффициенті 0,91, 0,97, 0,90, 0,88, 0,76 мәндеріне ие болды. Елек алабы негізгі өзендерінің жылдық ағындысын аналог ретінде ала отырып, максималды ағынды және көктемгі ағынды қабатының бақылау қатары қалпына келтірілді.

Елек алабының ағындысы 1975 жылдан бастап Ақтөбе, Шелек, Қарғалы су қоймаларының салынуы әсерінен бұрмаланған болып есептелінеді. Осыған байланысты көктемгі және максималды ағындының статистикалық сипаттамалары төрт нұсқада: табиғи режим кезеңі (1940...1974 жж.), режимнің бұзылған кезеңі (1975...2015жж.), есептелме (1940...2015жж.) және бақылған кезең бойынша есептелді (кесте 1,2) [3].

Көктемгі ағынды нормасын және вариация коэффициентін есептеу дәлдігін бағалау Қазақстанның жазық өзендері үшін маңызды рөл атқарады, өйткені, бұл өзендер ағындының жоғары өзгермелілігімен ерекшеленеді. Оның үстіне, территорияның аз зерттелгендігін, су өтімін өлшеу құралдары сапасының төмендігін және көптеген өзен, бекеттердегі бақылау қатарының қысқа болуын қоссақ болады.

Бақылған және есептелме кезеңдері үшін көктемгі ағынды қабатының сипаттамалары дәлдігін бағалау жұмыстары жүргізілді.

Бірінші жағдайда іріктелген орташа шаманың орташа квадраттық қателігі мына тәуелділік бойынша анықталады:

$$\sigma_{\bar{Q}} = (\sigma_Q / \sqrt{n}) \sqrt{(1+r)/(1-r)} \quad (1)$$

мұндағы, n – бақыланған жылдар саны; r – автокорреляция коэффициенті; σ_Q – ағындының кездейсоқ орташа квадраттық қателігі. Бұл теңдеу қатардағы іргелес мүшелердің арасындағы автокорреляция коэффициенті $r < 0,5$ болғанда қолданылады. Жылдық ағынды қатары үшін $r=0,2...0,3$. Елек алабы негізгі өзендерінің көктемгі ағындысының автокорреляция коэффициенті $0,10$ тең болып қабылданды.

Вариация коэффициентінің орташа квадраттық қателігі төменгі тәуелділік бойынша анықталады:

$$\sigma_{Cv} = \frac{Cv}{n + 4Cv^2} \sqrt{\frac{n(1 + Cv^2)}{2}} \left(1 + \frac{3Cvr^2}{1+r}\right) \quad (2)$$

мұндағы, n – бақыланған жылдар саны; r – автокорреляция коэффициенті; Cv – вариация коэффициенті.

Елек алабы негізгі өзендерінің көктемгі ағынды қабатының сипаттамалары дәлділігін бағалау (1) және (2) формулалары арқылы жүзеге асырылды. Өзен алабы бойынша орташа шаманың кездейсоқ орташа квадраттық қателігі бақыланған кезең үшін $12,2...27,8$ % аралығында, ал есептелме кезеңде бұл шама $9,62...20,7$ % арасында өзгерді. Сондай-ақ вариация коэффициентінің орташа квадраттық қателігі бақыланған кезеңде $12,6...25,5$ %, есептелме кезеңде $10,7...18,5$ % аралығында болды.

Ағынды нормасын көпжылдық кезеңге келтіру тиімділігін сандық бағалау үшін K тиімділік көрсеткіші пайдаланылады:

$$K_y = \left[1 - \sqrt{1 - R^2 + nR^2 / N} / (1 - \sqrt{n / N}) \right] \cdot 100\% , \quad (3)$$

мұндағы, R -жұп корреляция коэффициенті, n -бақыланған жылдар саны.

Тиімділік көрсеткіші қатарды N кезеңге келтіру барысындағы орташа шаманың төмендеу пайызын сипаттайды.

Вариация коэффициентін көпжылдық кезеңге келтірудегі тиімділік көрсеткіші келесі формула бойынша анықталады:

Елек алабы өзендерінің көктемгі ағынды қабатының статистикалық сипаттамалары

Өзен-бөкөт	Бақылау кезеңдері	Бак. жыл. саны	Көктемгі ағынды сипаттамалары											
			Бақыланған кезең			1940...2015 ж.			1940...1974 ж.			1975...2015 ж.		
			h, мм	C _v	C _s	h, мм	C _v	C _s	h, мм	C _v	C _s	h, мм	C _v	C _s
Елек – ж.д.рзд №47	1955, 1958...1984, 1987...1990	32	42,4	0,84	1,2	42,8	0,81	1,4	41,6	0,90	1,6	43,7	0,75	1,34
Елек – Ақтөбе к.	1940...1974, 2013	35	48,9	0,73	1,3	46,4	0,62	1,5	48,9	0,73	1,3	44,0	0,50	1,45
Елек – Целинный а.	2004, 2006...2015	11	16,08	0,92	4,1	29,9	0,92	1,5	37,1	0,90	1,2	23,8	0,84	1,35
Елек – Шелек а.	1949...1974, 2013...2015	26	24,0	0,81	2,1	24,7	0,90	1,9	30,4	0,90	1,8	19,7	0,73	1,66
Қарғалы – Қарғалы а.	1957...1974, 2013...2015	21	57,2	0,64	0,8	67,4	1,18	3,6	68,8	0,69	1,3	66,2	1,50	3,49
Қосістек – Қосістек а.	1957...1961, 1963...2004, 2006...2015	57	86,0	1,12	5,5	89,6	1,14	3,6	97,9	1,01	2,2	82,4	1,33	3,96
Үлкен Қобда – Қоғалы а.	1983...1984, 1986...1991, 2006, 2008...2015	17	7,00	0,85	1,6	15,2	0,95	1,9	19,7	0,90	1,5	11,2	0,83	1,35
Қарақобда – Алтайсай к.	1963...1984, 1986...2012	49	26,4	0,79	1,2	32,1	0,92	1,7	40,5	0,86	1,6	24,6	0,88	1,47

Елек алабы өзендерінің максималды ағындысының статистикалық сипаттамалары

Өзен-бөкет	Бақылау кезеңдері	Бак. жыл саны	Максималды ағынды сипаттамалары											
			Бақыланған кезең			1940...1974 ж.			1975...2015 ж.					
			Q м ³ /с	C _v	C _s	Q м ³ /с	C _v	C _s	Q м ³ /с	C _v	C _s	Q м ³ /с	C _v	C _s
Елек – ж.д.рзд №47	1955, 1958...1984, 1987...1990	32	135	0,90	1,6	129	0,90	1,73	140	0,97	1,45	128	0,84	1,94
Елек – Ақтөбе қ.	1940...1974, 2013	36	718	0,83	1,7	544	0,89	2,32	737	0,81	1,71	370,6	0,66	0,84
Елек – Целинный а.	2004, 2006...2015	11	188	0,76	1,0	219	0,81	2,21	253	0,80	1,94	189,4	0,76	2,62
Елек – Шелек а.	1949...1974, 2013...2015	29	1048	1,07	1,8	1005	1,25	2,86	1473	1,09	1,89	604,3	0,98	3,64
Қарғалы – Қарғалы а.	1957...1974, 2013...2015	21	426	0,60	0,4	389	0,87	1,13	477	0,70	1,24	313,7	1,02	1,25
Қосістек – Қосістек а.	1957...1961, 1963...2004, 2006...2015	57	87,2	1,45	3,8	96,3	1,41	2,9	121,3	1,14	1,7	74,9	1,74	4,5
Үлкен Қобда – Қоғалы а.	1983...1984, 1986...1992, 2006, 2008...2015	18	96	1,38	2,7	185	1,05	1,7	253	0,93	1,3	127	0,99	1,4
Қаракобда – Алтайсай қ.	1962...1975, 1977...1984, 1986...2012	48	105	0,97	1,0	135	1,01	1,6	180	0,88	1,4	94,4	1,03	1,2

$$K_{cv} = \left[(1 - \sqrt{1 - R^4 + nR^4 / N}) / (1 - \sqrt{n / N}) \right] \cdot 100\% \quad (4)$$

Тиімділік көрсеткіші бақылау қатарын көпжылдық кезеңге келтіру барысындағы орташа шама және вариация коэффициенті қателігінің төмендеу пайызын көрсетеді [4].

(3) және (4) формулалары көмегімен Елек алабы негізгі өзендерінің тиімділік көрсеткіші анықталды. Елек – Ақтөбе қаласы бекетінде $K_y=97,0$ және $K_{cv}=73,5$, ал Шелек гидробекетінде норманың және вариация коэффициентінің тиімділік көрсеткіші 97,6 және 85,7 шамасына тең. Қарғалы – Қарғалы а. және Қосістек – Қосістек а. бекеттерінде $K_y=98,0$; 78,8 және $K_{cv}=60,8$; 44,2 екені анықталды.

Көктемгі ағындыны болжау. Елек өзенінің көктемгі ағындысын келешектегі онжылдыққа болжау үшін сол кезеңге болжамдалған жауын-шашын мен ауа температурасының мәліметтері қолданылды. Мәліметтер 3 дереккөзден алынды:

- заманауи модельдер бойынша жауын-шашын мен ауа температурасының келешекте өзгеруін модельдеу нәтижелері;

- Қазгидромет ғылыми зерттеулер департаментінің жауын-шашын және ауа температурасының бақылау қатарларын 2030...2040 жылдарға дейін С.А.Долгих басшылығымен жасалған модельдеу нәтижелерінің нақтыланған деректері [5];

- жалпы атмосфералық циркуляция индексінің және жауын-шашын мен ауа температурасының бақылау қатарларын гармоникалдық талдау арқылы алынған және А.В.Чередниченко басшылығымен әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, биология және биотехнология ғылыми-зерттеу институтында жасалған мәліметтер [6,7].

Жауын-шашын және ауа температурасының уақыттық қатарларын модельдеу нәтижелерінің кемшіліктері бар:

- әртүрлі модель арқылы алынған нәтижелердің шашыраңқылығы үлкен, ол зерттелетін шамалардың табиғи өзгермелілігі шамасынан асады;

- кеңістіктік интерполяция қателіктерінің нәтижелері.

Жоғарыда айтылған кемшіліктерге байланысты модельдеу нәтижесінде алынған мәліметтер қолданыла алмайды. Осыған байланысты, Қазгидрометте түзетілген модельдеу мәліметтері сенімдірек болып көрінді. Бірақ, уақыттық қатарлардың динамикасын талдау негізіндегі түзету әдісі сенімсіздеу болды, өйткені, үдеріс физикасы айқын сипатталмады. Осыған

байланысты атмосфералық циркуляция индексінің, жауын-шашын мен ауа температурасының бақылау қатарларын гармоникалды талдау арқылы алынған үшінші әдіс мәліметтерін қолдануға шешім қабылданды.

Сценарий құру әдісінің идеясы қарапайым және физикалық тұрғыда жақсы негізделген: кез келген нүктеде климаттың өзгеруі тек жалпы атмосфера циркуляциясы өзгерген кезде ғана мүмкін. Яғни, жауын-шашын мен температураның ірі масштабы циркуляциясының уақыттық қатарларын [8] талдау қажет, біріншіден, өткен ХХ-шы ғасыр ішінде жауын-шашын мен температураның климаттық тербелістерін анықтау, және екіншіден, осы климаттық тербелістер мен жалпы атмосфера циркуляциясы индексінің тербелістерімен байланыс орнату. Мұндай байланыстар негізінде зерттелетін шамалардың келешекте өзгеру сценарийін құруға болады.

Жалпы циркуляция индекстерін гармоникалық талдау нәтижесінде климаттық тербелістерге жауап беретін ғасырлық және жарты ғасырлық гармоникалар анықталған. Бұл гармоникалар жалпы циркуляция индекстерінде сақталады деген болжаммен, әдіс авторымен Жайық, Елек, Есіл және Орталық Қазақстандағы өзен бассейндері бойынша жауын-шашын мен температура өзгерісінің сценарийлері құрылды [9,10].

Көктемгі ағынды қабаты мен максималды ағындыны болжау жұмыстары Елек өзенінің Ақтөбе қаласы және Шелек ауылы гидробекеттері, Қарғалы өзені–Қарғалы ауылы бекеті бойынша жүргізілді, өйткені, негізінен, осы бекеттерде алаптағы ірі су қоймалар орналасқан. Елек өзені – Ақтөбе қ., Елек өзені - Шелек а., Қарғалы өзені – Қарғалы а. бекеттеріндегі көктемгі ағынды қабатын 2025, 2030 жылдарға болжау $y = f(s + x_1 + x_2, u)$ эмпирикалық тәуелділігі арқылы жүзеге асырылды. Мұндағы, u –Паршин номограммасы бойынша анықталатын топырақтың ылғалдылық көрсеткіші; s –топырақ бетіндегі қар мен мұз қабықшасындағы су қоры; x_1 –қар жамылғысындағы максималды су қоры тіркелген кезең мен қардың ери бастау кезеңі аралығында түсетін жауын–шашын; x_2 –қардың ери бастау кезеңінен су тасудың соңына дейін түскен жауын-шашын. Жауын-шашын мәліметтерін гармоникалық талдау жүргізу негізінде Елек өзені бассейніндегі негізгі бақылау бекеттері бойынша көктемгі ағынды қабаты мен максималды ағындыға сценарийлік болжам жасалды (кесте 3,4).

Елек өзені алабындағы көктемгі су тасудың жиынтық ағынды қабаты шамаларының 2025 және 2030 жылдарға күтілетін мәндері

Өзен-бекет	h, мм (1975 ...201 5жж.)	Тендеу	R	s/σ	Күтілетін мәндер	
					жылдар	
					2025	2030
Елек – Ақтөбе қ.	44,0	$y = 0,43X_{IX-X} + 0,17 X_{XI-III} + 5,48$	0,58	0,81	47,0	48,4
Елек – Шелек а.	25,1	$y = 0,23X_{IX-X} + 0,11 X_{XI-III} + 1,13$	0,61	0,79	25,5	26,3
Қарғалы – Қарғалы а.	60,0	$y = 0,63X_{IX-X} + 0,18 X_{XI-III} + 12,1$	0,60	0,80	65,2	67,4

Елек өзені алабындағы жиынтық ағынды қабаты арқылы анықталған максималды ағынды мәндерінің 2025 және 2030 жылдарға күтілетін мәндері

Өзен-бекет	h, мм		Тендеу	Күтілетін мәндер, $Q_{max}, M^3/c$	
	2025	2030		2025	2030
Елек – Ақтөбе қ.	47,0	48,4	$y = 14,7x + 18$	709	729,5
Елек – Шелек а.	25,5	26,3	$y = 56,5x - 4,95$	1436	1481
Қарғалы –Қарғалы а.	65,2	67,4	$y = 6,29x + 31,9$	442	456

Гармоникалық талдау кезінде Елек өзені алабында орналасқан Новоалексеевка а. метеостанциясы бойынша жауын-шашынды болжау мәліметтері қолданылды. Болжамдық мәліметтер айлық уақыт интервалы бойынша ұсынылды.

Елек өзені алабындағы көктемгі ағынды қабатын 2025 және 2030 жылдарға болжау нәтижелеріне келетін болсақ (кесте 3), 1975..2015 жылдар аралығында Елек – Ақтөбе қаласы бекетінде көктемгі ағынды қабаты 44,0 мм-ге тең болды, ал келешекте бұл көрсеткіш 6,8 – 10%-ға өскенін көруге болады. Елек – Шелек ауылы және Қарғалы – Қарғалы ауылы бекеттерінде көктемгі ағынды қабаты болашақта 1,6-4,8 және 8,7-12,3 пайызға артатыны анықталды. Өзен алабындағы негізгі үш бекет бойынша көктемгі ағынды қабатының 2025, 2030 жылдарға күтілетін мәндері пайдаланылып, максималды ағынды шамалары есептелді.

Қорытынды. Елек алабының негізгі бекеттері бойынша бақылау қатарларын қалпына келтіру және максималды ағынды мен көктемгі

ағынды қабатының статистикалық сипаттамаларын анықтау және есептеу дәлділігін бағалау жұмыстары жасалды. Статистикалық сипаттамалар төрт кезең үшін анықталды.

Сонымен қатар, жауын-шашын мәліметтерін гармоникалық талдау жүргізу негізінде көктемгі ағынды қабатын болжау жұмыстары жүзеге асырылды. Нәтижесінде, келешекте көктемгі ағынды қабатының мәндері 1,6-12,3 %-ға артатыны анықталды. Анықталған нәтижелерді пайдалана отырып, максималды ағынды шамалары 2025 және 2030 жж. болжанды. Максималды ағынды мәндері болашақта 442-1436 м³/с аралығында болатыны айқындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т.12-Вып.2. Урало-Эмбинский район – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – С. 512
- 2 Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т.12.-Вып.3. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – С. 514
- 3 Свод правил. СП 33-101-2004. Определение основных расчетных характеристик. – М.: Стройиздат, 2004 – С. 72
- 4 Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – С. 276
- 5 Долгих С.А., Смирнова Е.Ю., Сабитаева А.У. К вопросу о построении сценариев изменения климата // Гидрометеорология и экология. 2006, № 1, С. 7 – 19
- 6 Чередниченко А.В. Изменение климата, как отклик на его глобальные изменения // Гидрометеорология и экология. – 2010. –№ 1. – С. 17-26
- 7 Чередниченко А.В. Проявление динамики индексов циркуляции для Атлантико-Европейского сектора во временных рядах температуры и осадков // Гидрометеорология и экология. – 2010. – № 1. – С. 27-36
- 8 Чередниченко А.В. и др. Временные ряды температуры и осадков. Статистический анализ. – Алматы, 2013. – С. 366
- 9 Кожаметова Э.П., Загидуллина А.Р., Аппазова Т.Б. Точность воспроизведения температуры воздуха и осадков на территории Казахстана климатическим архивом CRHTS 2.1.// Гидрометеорология и экология - 2013. №2/1 (38) – С. 30-41

10 Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Вероятностные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – С. 270

Поступила 04.02.2019

Доктор геогр. Наук

С.К. Давлетгалиев

Г.Т. Чапаева

РАСЧЕТ И ПРОГНОЗ ВЕСЕННЕГО СТОКА ОСНОВНЫХ РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ЕЛЕК

Ключевые слова: весенний сток, весеннее половодье, ряд наблюдения, статистические параметры, уравнение регрессии, прогноз весеннего стока, гармонический анализ.

В статье представлены результаты расчета и прогноза весеннего и максимального стока основных рек бассейна р. Елек. Приведены данные наблюдения за стоком за многолетний период и статистические параметры стока полученные по четырем периодам. На основе гармонического анализа данных осадков были составлены сценарные прогнозы стока весеннего половодья.

K. Davletgaliyev, G. T. Chapaeva

CALCULATION AND FORECAST OF THE SPRING RUNOFF OF THE MAIN RIVERS OF THE YELEK RIVER BASIN

Keywords: spring runoff, spring flood, observation row, statistical parameters, regression equation, forecast spring flow, harmonic analysis.

The article are presented results of the calculation and forecasts of the spring and maximum runoff of the main river basin of the Elek. And also, the data of observation of the flow are given in a long term period and the statistical parameters of the flow are determined for four periods. Based on the harmonic analysis of precipitation data, scenario forecasts of the spring flood flow were compiled.

УДК 556. 552

Садуокасова М.Т.^{1,2}**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ОЗЕР
ЩУЧИНСКО-БОРОВСКОЙ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ**

Ключевые слова: снеготпасы, водный баланс, объем, площадь озер, изменение климата

В статье рассматривается анализ изменения температуры воздуха, дефицита влажности воздуха за весь период наблюдений. Приведен алгоритм расчета испарения с водной поверхности за теплый и холодный периоды для озера Щучинско-Боровской курортной зоны. Определен объем испарения в условиях современного климата.

Озера Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты расположены на севере Акмолинской области Республики Казахстан, они входят в систему озера Щучинско-Боровской курортной зоны. Кроме указанных водоемов в эту систему входят: Киши Шабакты, Катарколь, Жукей, Майбалык, Текеколь, Карасье и Сулуколь. Значимость для Казахстана Щучинско-Боровской курортной зоны (ЩБКЗ) не вызывает сомнений. Регион широко известен уникальной природной средой и высоким рекреационным потенциалом. Постоянные наблюдения за гидрометеорологическими характеристиками ведутся на озерах Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты. Озера являются бессточными. Впервые озера ЩБКЗ фундаментально были исследованы в 1954...1956 гг., результатом работ стали монографии «Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель (Акмолинская и Кокчетавская области)». Состояние ЩБКЗ в основном определяется климатическими условиями, в первую очередь количеством атмосферных осадков и величиной испарения, зависящего от температуры и дефицита влажности воздуха.

Для оценки испарения с водной поверхности озера использованы данные о месячных величинах испарения с водной поверхности испарометров ГГИ-3000, расположенных на поверхности водоемов за период с июня

¹ КазНУ им. аль-Фараби

² Научно-исследовательский центр РГП «Казгидромет», г. Алматы, Казахстан

по октябрь 1955 г. В результаты наблюдений, полученные с помощью испаромеров, были введены поправки на смачивание внутренних стенок испарителя и забрызгивание воды в дождемер [1,2,7]. Введение общего поправочного коэффициента в данные наблюдений испаромеров позволило получить значения испарения с водной поверхности озер, которые являются достаточно репрезентативными для рассматриваемой территории Северного Казахстана. Материалы этих наблюдений за 1955 г. позволили установить зависимость месячных значений испарения с водной поверхности от температуры воздуха. Она имеет следующий вид [4,6,7,8,9,14,15]:

$$E=8,28 \cdot t_{в-ха} + 11,3, \quad (1)$$

где E – испарение с водной поверхности, мм;

$t_{в-ха}$ – температура воздуха, °С.

Коэффициент корреляции составляет $r=0,99$.

На рис. 1 приведена разностно-интегральная кривая годовой температуры воздуха по метеорологической станции Щучинск.

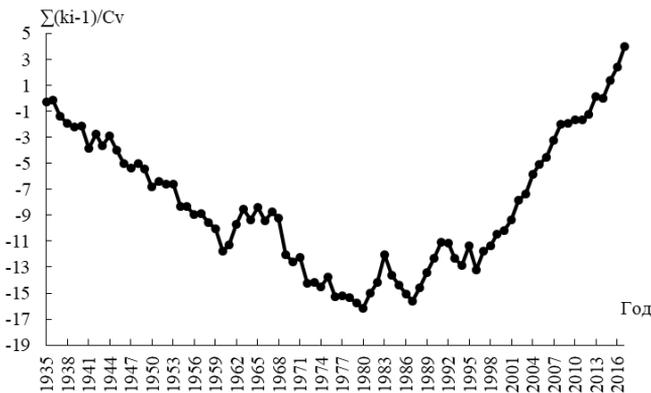


Рис. 1. Разностно-интегральная кривая годовой температуры воздуха за 1935...2017 гг. метеорологической станции Щучинск.

В ходе анализа разностно-интегральной кривой годовой температуры воздуха было выделено 3 периода:

1-й период длиной в 38 лет (1935...1973 гг.), где среднее значение температуры воздуха составило 1,03°С и характеризует климатические условия середины 20 века;

2-й период длиной в 20 лет (1974...1993 гг.) равен 1,47°С и указывает на повышение среднегодовой температуры воздуха при переходе к новому климатическому периоду;

3-й период длиной в 23 года (1994...2017 гг.) показывает среднее значение $2,03^{\circ}\text{C}$ и характеризует увеличение среднегодовой температуры воздуха в конце 20 века – начале 21 века. Разностно-интегральная кривая среднегодовой температуры воздуха показывает тенденцию увеличения среднегодовой температуры воздуха на $1,0...1,5^{\circ}\text{C}$.

По формуле 1 производится расчет испарения за теплый период (апрель-октябрь) по данным наблюдений по метеорологической станции Щучинск, результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние значения испарения за различные периоды по данным метеорологической станции г. Щучинск

Период	Испарение, мм	Превышение испарения, мм
1935...1973	681	-
1974...1993	700	19
1994...2017	720	39

В результате расчетов величины испарения за теплый период наблюдается ее повышение. Превышение испарения за второй период по сравнению с первым составило 19 мм, а превышение третьего с первым периодом – 39 мм.

Суммарная расчетная площадь ЩБКЗ в естественных условиях составляет 99 км^2 . Для этой площади увеличение испарения с водной поверхности озер на 39 мм составляет объем $3,86 \text{ млн. м}^3$ в год. В начале второго десятилетия 21 века при сокращении площади ЩБКЗ до $87,3 \text{ км}^2$ испарение с водной поверхности составляет $3,40 \text{ млн. м}^3$ в год.

Испарение за холодный период гидрологического года (ноябрь-март) определялось как разность месячного количества атмосферных осадков и испарения с поверхности снега [1,6,7,9-15]. Для расчета использовались месячные значения осадков по метеорологической станции г. Щучинск. Испарение с поверхности снега определялось по методике, предложенной Семеновым В. А. для районов Северного и Центрального Казахстана [3]. Эта формула имеет следующий вид:

$$E = n \cdot (0.35d - 0.06), \quad (2)$$

где E – испарение, мм;

n – число суток расчетного периода;

d – дефицит влажности воздуха, гПа, средний за n суток.

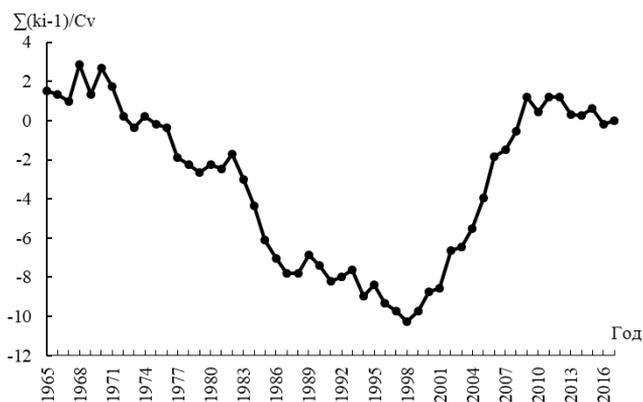


Рис. 2. Разностно-интегральная кривая дефицита влажности воздуха за холодный период 1965...2017 гг. метеорологической станции Щучинск.

Анализ интегральной кривой дефицита влажности воздуха за холодный период показывает, что начиная с конца 20 столетия, наблюдается тенденция увеличения дефицита влажности воздуха, которая приводит к увеличению испарения со снежного покрова. Средний дефицит влажности воздуха за период с 2000...2017 гг. по сравнению с его значением за период с 1965...1999 гг. увеличился с 0,53 до 0,63 гПа, т.е. на 0,10 гПа. В соответствии с формулой 2, это приведет к увеличению испарения со снега на ледяном покрове озер (ноябрь-март) с 19 до 24,2 мм, т.е. на 5,2 мм в год. Для суммарной расчетной площади ЩБКЗ в естественных условиях, увеличение испарения со снега за холодный период составит 0,52 млн. м³ в год. В последние годы (2011...2017 гг.) при сокращении площади ЩБКЗ до 87,3 км² увеличение испарения составляет 0,46 млн. м³ в год.

Таким образом, испарение с водной поверхности и испарение снега с ледяной поверхности озер при естественном режиме в условиях современного климата должно увеличиться на 4,58 млн. м³ в год. В настоящее время испарение с водной поверхности и испарение со снега с ледяной поверхности озер составляет 3,86 млн. м³ в год. Кроме этого увеличение температуры и дефицита влажности воздуха оказывает определенное влияние на увеличение суммарного испарения с поверхности водосборов озер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. III-VI Национальное Сообщение Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана. ТОО «Типография Форма Плюс», 2013. – 274 с.
2. Байшоланов С.С. «Об изменении климата в Щучинско-Боровской курортной зоне» // Материалы международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные проблемы географии». Часть II. Г.Астана, 9-10 июня 2014 г. – С. 192-198.
3. Водные ресурсы Казахстана.– Алматы: НИЦ Гылым, 2002. – С. 413.
4. Голубцов В.В., Садуокасова М.Т., Раченков М.Н. Об изменении водного баланса озер Щучинско-Боровской курортной зоны. – Гидрометеорология и экология, №1, 2014 г. – 22 с.
5. Кабиев Э.К. Состояние использования и охрана водных ресурсов национального парка «Бурабай» // Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на рубеже веков (Мат. Междунар. Науч.-практ. Конференции КазНТУ им. Сатпаева, г. Алматы, 21-23 ноября 2002 г.). – Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2002. С. 256-259.
6. Кривенко В.Г. Прогноз изменений климата Евразии с позиций концепции его циклической динамики // Всемирная конференция по изменению климата: тезисы докладов. М., 2003. – С. 514.
7. Разработка прогностической модели экологического состояния территории Щучинско-Боровской курортной зоны // Отчет согласно договору № 05-02-190 от 14.12.2010, Астана, 2007. – 144 с.
8. Разработка прогностической модели экологического состояния территории Щучинско-Боровской курортной зоны на 2005-2007 годы. – Астана: МООС, 2005. – 227 с.
9. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Выпуск I. Акмолинская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 790 с.
10. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Выпуск III. Кокчетавская область Казахской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 563 с.
11. Семенов В.А. Сток рек засушливых территорий – М.: Гидрометеиздат, 1990. – 168 с.

12. Скакун В.А., Киселева В.А., Горюнова А.И. Экосистема озера Борового и возможности ее преобразования // Selevinia, 2002. № 1 - 4. – С.249-264.
13. Справочник по водным ресурсам СССР. Т. XIII. (Северный Казахстан). – Л.: Гидрометеиздат, 1933. – 557 с.
14. Филонец П.П., Омаров Т.Р. Озера северного, западного и восточного Казахстана (справочник). – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 138 с.
15. Чунтонова Л., Гусева Л., Гусева Е., Тусупжанова А., Создание гидрографического атласа Щучинско-Боровской системы озер (ЩБСО) / Отчет РГП «Казгидромет», 2012 г. – 66 с.

Поступила 20.03. 2019

М.Т. Садуокасова

ЩУЧИНСК-БУРАБАЙ КУРОРТТЫҚ АЙМАҒЫНДАҒЫ КӨЛДЕРДІҢ БУЛАНУЫН ЕСЕПТЕУ ӘДІСІ

Түйін сөздер: қардың қорлары, су балансы, көлемі, көлдер ауданы, климаттың өзгеруі

Бұл мақалада ауа температурасының өзгеруін талдау, бақылаудың толық кезеңі барысында ауа ылғалдылығының тапшылығы қарастырылады. Шортан-Бурабай курорттық аймағының көлдері үшін жылы және суық кезеңдердегі булану алгоритмінің есептері келтірілді. Қазіргі климаттық жағдайдағы булану көлемі анықталды.

M.T. Saduokasova

METHOD OF CALCULATION OF EVAPORATION FROM THE SURFACE OF LAKES OF THE SHCHUCHINSK-BURABAY RESORT AREA

Keywords: snow cover water equivalents, water balance, volume, area of lakes, climate change

In article the analysis of temperature change of air, deficiency of humidity of air for the entire period of observations is considered. The algorithm of calculation of evaporation from the surface of lakes for the warm and cold periods for lakes of the Shchuchinsk-Burabay Resort Area is given. Evaporation volume in the conditions of modern climate is determined.

УДК 556

Канд. тех. Наук

Н.Т. Серикбай¹К.К. Дускаев¹С.Т. Ахметова¹М. Оспанова¹

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МИНИМАЛЬНОГО СТОКА В БАСЕЙНЕ РЕКИ ЕСИЛЬ

Ключевые слова: годовой сток, годовой минимальный сток, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, коэффициент корреляции, слой стока, кривая обеспеченности

В статье представлены результаты расчета основных характеристик рек бассейна р. Есиль с учетом восстановленных величин и использованием кадастровых материалов по 2016 г. включительно.

По результатам исследований выявлена территориальная согласованность многолетнего хода минимального среднемесячного летне-осеннего стока рек бассейна р.Есиль, получены уточненные и новые данные о его параметрах.

Выявлено, что среднее многолетнее значение летне-осенних минимальных среднемесячных расходов воды за период с нарушенным стоком по сравнению с нормой за условно-естественный период в створе р. Есиль – г. Астана увеличилось в 3,3 раза, а на отдельных постах (Каменный Карьер, г. Петропавловск) уменьшилось в 1,6 и 1,2 раза соответственно.

Введение. На территории Казахстана насчитывается более 85 тыс. рек, временных водотоков и логов, по которым осуществляется поверхностный сток воды, в том числе 228 рек длиной более 100 км и 6 – более 1000 км. Густота речной сети на территории республики в бассейнах пустынных и равнинных зон колеблется от 0 до 0,05 км/км², в горных районах до 0,4 км/км² и более; средний показатель по республике равен 0,08 км/км², что меньше чем в среднем по СНГ [4].

Как показывают исследования П.Ф. Лаврентьева [9], суммарные ресурсы поверхностных вод Казахстана в 60-70 годы прошлого столетия со-

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ставляли 115,33 км³/год, из которых лишь 60,37 км³ или 52,3 %, формировались в пределах республики, а 47,7% поступали с сопредельных территорий; из КНР (рр . Ертис, Иле) – 34,8% , из Узбекистана (р. Сырдария) – 39,70 %; из России (р. Жайык) –19,30 % ; из Кыргызстана (рр. Шу, Талас, Аса) – 6,20%. Средняя водообеспеченность территории за счет стока, формирующегося в его пределах, составляла 22,2 тыс.м³/км² в средний по водности год. То есть, водообеспеченность Казахстана за счет собственных ресурсов является самой низкой, после Туркменистана, по этому показателю среди республик постсоветского пространства, а с учетом транзитного стока объемом 42,5 тыс.м³/км² занимает последнее место среди них. Крайне неравномерное распределение водных ресурсов обуславливает и неравномерную водообеспеченность различных районов.

Объект исследования. Рассматриваемая территория занимает западную окраину Казахского мелкосопочника, являющегося остатком древней горной страны, выровненной процессами денудации и выветривания и в значительной мере погребенной под рыхлыми продуктами разрушения коренных пород. Река Есиль отличается исключительно малой водностью (ее сток составляет всего 0,5% стока р. Оби). Она занимает 13-е место среди рек СНГ по длине и 38-е место по размерам площади водосбора [8].

Исходные данные и методы исследования. Водохранилища, регулирующие естественный водный режим, привели к изменению характеристик минимального стока. Для оценки расчётных величин минимального стока в современных условиях выполнен анализ гидрологических материалов и рядов наблюдений за расходами воды в пунктах гидрологической сети Казгидромета. В качестве характеристик минимального стока рассматривались средние месячные минимальные летне-осенние расходы воды в пунктах на реках бассейна р. Есиль, имеющих наиболее длительные периоды наблюдений: р. Есиль – г. Астана (1933...2016 гг.), р. Есиль – с. Каменный Карьер (1947...2016 гг.), р. Есиль – г. Петропавловск (1893...2016 гг.), р. Жабай – г. Атбасар (1936...2016 гг.), р. Селети – с. Изобильное (1957...2016 гг.), р. Шагалалы – с. Павловка (1940...2016 гг.). Схема расположения расчётных створов на реке приведена на рис. 1.

Минимальный сток рек является одной из важнейших гидрологических характеристик, которая имеет большое значение при исследованиях источников питания, внутригодового распределения стока рек и др. Данные о минимальном стоке, как лимитирующем факторе, имеют практическое

применение при проектировании питьевого, хозяйственно-бытового и промышленного водоснабжения, ГЭС, развитии орошения и т.д. Усиление антропогенной нагрузки на реки требует надежных данных о минимальном стоке рек.

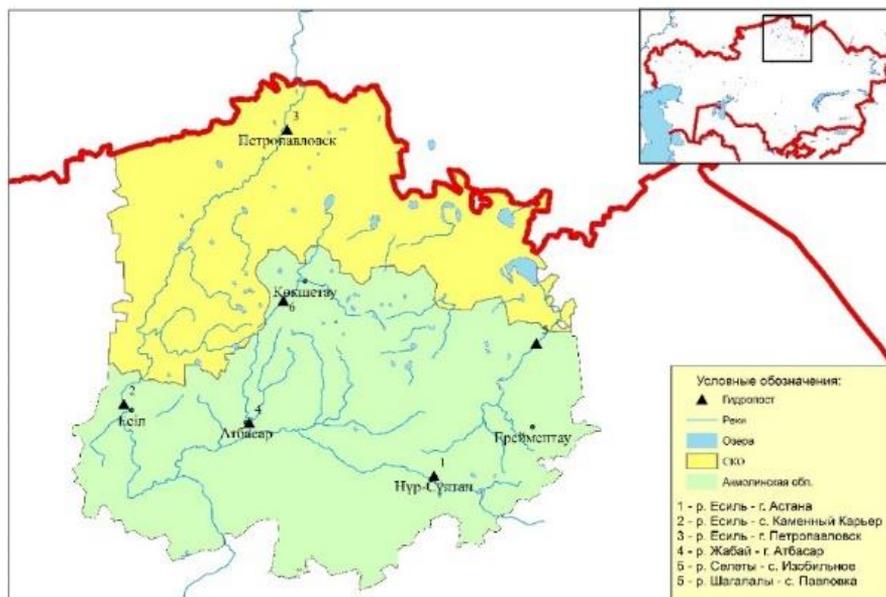


Рис. 1 Схема расположения пунктов гидрологических наблюдений за стоком в бассейне р. Есиль.

Под минимальным стоком понимают наименьший сток рек, наблюдающийся в межень, когда реки переходят на грунтовое питание. В этот период может быть также незначительный поверхностный сток.

Особенности формирования меженного стока отдельных районов рассматриваемой территории обусловлены значительным разнообразием, как климатических, так и гидрогеологических условий водосборов. Главным фактором, определяющим величины меженного стока, является степень увлажнения территории водосборов [6].

На рассматриваемой территории при сравнительно одинаковых климатических условиях величина минимального стока зависит от местных физико-географических особенностей территории: рельефа, геологического строения бассейна, глубины врезанности русла и инфильтрационных свойств почво-грунтов.

Меженный период на р. Есиль длится в среднем девять месяцев (с июля по март). В летний период минимальные расходы воды наблюдаются

в июле-августе, а в зимний период – январе-марте. Наименьшие из минимальных расходов приходится на зимнюю межень. В конце шестидесятых годов естественный гидрологический режим р. Есиль был нарушен водохранилищами, осуществляющими многолетнее регулирование стока (Астанинское с полезной емкостью 378 млн.м³ и Сергеевское с полезной емкостью 635 млн.м³). После строительства Астанинского и Сергеевского водохранилищ минимальные расходы воды возросли, главным образом, в зимнюю межень, значительно сократилось число лет с отсутствием стока [2].

Расчетные величины минимального стока рек. Минимальные расходы формируются за счет грунтового питания после прохождения весеннего или весенне-летнего половодья. Зимние минимумы меньше летних в связи с уменьшением подземного питания. Периоды летне-осенней и зимней межени за конкретные годы выделены по гидрографам стока.

В горных районах и зоне избыточного увлажнения минимальный сток обычно наблюдается зимой, в зоне недостаточного увлажнения – летом, а в переходных зонах – и летом, и зимой.

В различных гидрологических и водохозяйственных расчетах используются следующие характеристики минимального стока:

- минимальный суточный расход за год;
- минимальный среднемесячный расход (за календарный месяц);
- средний расход воды за 30 сут. с наименьшим стоком (не календарный месяц);
- минимальный декадный расход воды;
- абсолютный минимум, который является наименьшим суточным расходом за весь период наблюдений и показывает максимально возможную естественную степень истощения речного стока [1].

Есть также предложения использовать средние расходы воды за другие периоды с наименьшим стоком (7,23, ..., 284 сут.) [1].

Минимальный 30-суточный (некалендарный) сток определяется следующим образом. За каждый год по гидрографу стока или по таблице ежедневных расходов воды определяется участок с наименьшими расходами воды продолжительностью 30 сут. и подсчитывается средний расход за выбранный период. Минимальные 30-суточные расходы меньше или равны средним месячным календарным расходам [7].

Для характеристики минимального расхода основных рек р. Есиль были использованы минимальные среднемесячные расходы воды летне-осенней межени. Это обусловлено тем, что, по исследованиям [5, 3], при

условии, если межень длится более 60 сут., минимальный среднемесячный сток достаточно четко характеризует меженный минимум стока. Минимальный месячный сток рассчитывался за период летне-осенней межени (IV...X) гидрологического года. Эти данные важны для хозяйственного использования стока, прежде всего для решения различных вопросов хозяйственно-бытового водоснабжения.

Основными параметрами распределения минимального стока рек являются норма, коэффициенты вариации и асимметрии и расходы воды различной обеспеченности. Эти характеристики стока определены применительно к минимальному месячному стоку.

Нормы, коэффициенты вариации (C_v) и асимметрии (C_s) минимального стока определены по общепринятым формулам с введением поправки на смещенность параметров C_v и C_s . Для определения расхода воды различной обеспеченности построены кривые обеспеченности. Построенные кривые обеспеченности по гидропосту р. Есил – г. Астана приведены на рис. 2.

При несоответствии аналитической кривой наблюдаемым значениям расходы воды различной обеспеченности определены по эмпирической кривой. В большинстве случаев подходящим типом кривой распределения для описания минимального летнего месячного и зимнего стока оказалась кривая распределения Крицкого-Менкеля при $C_s=2C_v$.

К рекам, имеющим сток в период межени, относятся р. Есиль с притоками и р. Шаггинка. Большая часть равнинной территории отличается маловодностью. На реках Карасу, Куздын-Карасу и других водотоках сток прекращается уже в начале лета, и вода сохраняется только в глубоких плесах. Параметры минимального месячного летнего стока основных рек бассейна р. Есиль, рассчитанные за период наблюдений, и расходы различной обеспеченности приведены в табл. 1.

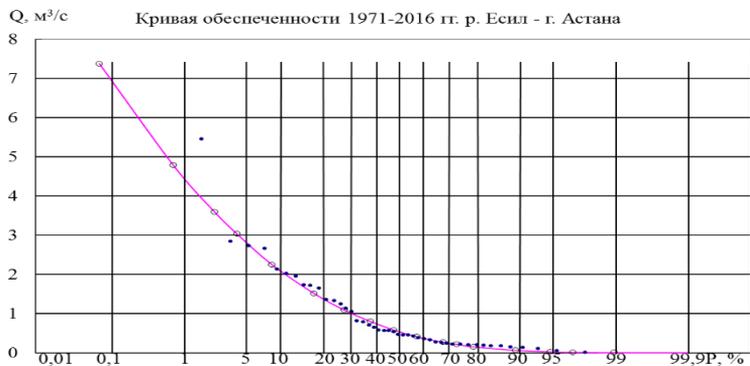
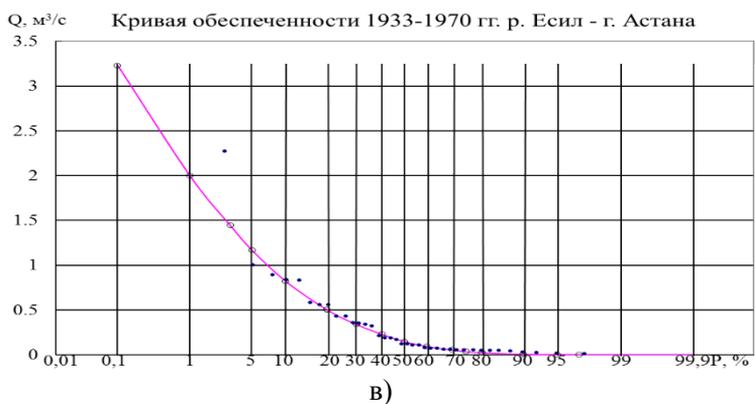
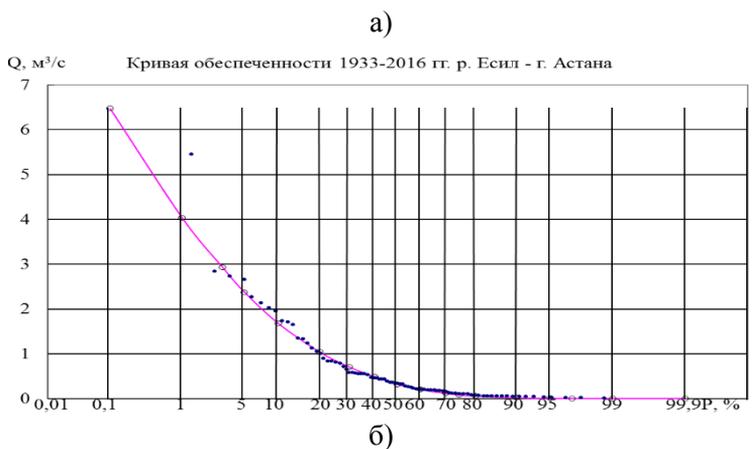


Рис. 2 Кривые обеспеченности минимальных летне-осенних расходов воды за вес период наблюдения (а), до построения водохранилища (б) и после построения водохранилища (в) по гидропосту р. Есиль – г. Астана.

Таблица 1

Параметры минимального месячного летнего стока основных рек бассейна р. Есиль за период наблюдений и расходы различной обеспеченности.

Река-пункт	Период наблюдений	Число лет наблюдений	Q _{ср} , м ³ /с	C _v	C _s	Расход различной обеспеченности			
						75%	80%	95%	97%
Для минимальных летних расходов									
р. Есиль – г. Астана	1933...2016	84	0,69	1,33	2,66	0,09	0,06	0,00	0,00
	1933...1970	38	0,31	1,37	2,74	0,04	0,02	0,00	0,00
	1971...2016	46	1,02	1,08	2,16	0,26	0,19	0,03	0,02
	разница		0,71	0,29	0,58	0,22	0,17	0,03	0,02
р. Есиль – с. Каменный Карьер	1947...2016	70	3,77	0,72	1,44	1,79	1,54	0,64	0,47
	1947...1970	24	5	0,72	1,44	2,37	2,04	0,85	0,63
	1971...2016	46	3,12	0,59	1,18	1,76	1,57	0,82	0,65
	разница		1,88	0,13	0,26	0,61	0,47	0,03	0,02
р. Есиль – г. Петропавловск	1893...2016	124	12,1	0,53	1,06	7,35	6,65	3,79	3,15
	1893...1968	76	12,8	0,54	1,51	7,75	7,13	5,00	4,62
	1969...2016	48	10,9	0,48	0,82	7,08	6,4	3,74	3,01
	разница		1,9	0,06	0,69	0,67	0,73	1,26	1,61
р. Жабай – г. Атбасар	1936...2016	81	0,66	0,89	1,78	0,24	0,19	0,06	0,03
р. Селеты – с. Изобильное	1957...2016	60	0,51	0,91	1,91	0,18	0,14	0,06	0,04
р. Шаггалалы – с. Павловка	1940...2016	77	0,17	1,12	2,58	0,04	0,04	0,02	0,02

В результате расчетов с использованием новейших кадастровых материалов по 2016 г. включительно, выявлены территориальная согласованность многолетнего хода минимального среднемесячного летне-осеннего стока рек бассейна р.Есиль, получены уточненные и новые данные о параметрах минимального месячного меженного летне-осеннего стока с данными об обеспеченных величинах основных рек.

Выявлено, что среднее многолетнее значение летне-осенних минимальных среднемесячных расходов воды за период с нарушенным стоком (1971...2016 гг.) по сравнению с нормой за условно-естественный период (1931...1970 гг.) в створе р. Есиль у г. Астана увеличилось в 3,3 раза, за период с нарушенным стоком (1971...2016 гг.) по сравнению с нормой за условно-естественный период (1947...1970 гг.) в створе с. Каменный Карьер уменьшилось в 1,6 раза, за период с нарушенным стоком (1968...2016 гг.) по сравнению с нормой за условно-естественный период (1893...1968 гг.) в створе г. Петропавловск уменьшилось в 1,2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амусья А.З., Ратнер Н.С., Соколов Б.А. Минимальный сток: состояние и перспективы исследования // Тр. ГГИ. – 1991. – Вып. 355. – С. 3- 28.
2. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. VII - Ресурсы речного стока Казахстана. Кн.1 - Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана.- Алматы: Институт географии, 2012. – 684 с.
3. Гальперин Р.И., Сайров С. Минимальный сток основных рек Казахстанского Алтая // Вестник КазНУ. Сер. геогр. – 2005. – № 2(21). – С. 207-215.
4. Голубцов В.В., Лаврентьев П.Ф., Соседов И.С., Проблемы гидрологии Казахстана // Тр.КазНИГМИ. – 1983 – Вып. 80.-С. 3-19.
5. Карамолдоев Ж.Ж. Формирование стока рек Кыргызстана в маловодный период и его рациональное использование. – Бишкек, 2002. – 162 с.
6. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 460 с.
7. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.
8. Ресурсы поверхностных вод районов. Акмолинской область. Под редакцией В.А. Урываева. Л.: Гидрометеиздат. 1959.– Т.2. – 684 с.
9. Тепляков И.Н., Лаврентьев П.Ф., Абдилдин С.А., Водные ресурсы Казахстана и их использование – Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1978. – 78 с.

Поступила 26.03.2019

Тех. ғылымд. канд.

Н. Т. Серікбай
К. К. Дускаев
С. Т. Ахметова
М. Оспанова

ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛБЫНДАҒЫ ӨЗЕНДЕРДІҢ МИНИМАЛДЫ АҒЫНДЫСЫ СИПАТТАМАЛАРЫН БАҒАЛАУ

Түйін сөздер: жылдық ағынды, жылдық минималды ағынды, вариация коэффициенті, асимметрия коэффициенті, корреляция коэффициенті, ағынды қабаты.

Мақалада Есіл өзені алабының негізгі өзендерінің басты сипаттамаларын 2016 жылдың мәліметтерін қоса жүргізген есептеулерінің нәтижелері көрсетілген.

Зерттеу нәтижелері бойынша көпжылдық минималды жазғы-күзгі ағынды жүрісінің аумақтық байланыстылығы және жаңа параметрлер мен ағындының әр түрлі қамтамасыздықтағы мәндері алынды.

Орташа көпжылдық жазғы-күзгі минималды ағынды мәні ағынды қатары бұзылған кезеңде шартты-табиғи кезеңмен салыстырғанда Есіл ө. – Астана қ. Бекетінде 3,3 есе ұлғайған, басқа бекеттерде (Каменный Карьер, Петропавловск қ.) 1,6 және 1,2 есе сәйкесінше кеміген.

Serikbay N. T., Duskaev K. K., Akhmetova S. T., Ospanova M.

EVALUATION OF CHANGE OF MINIMUM DRAIN CHARACTERISTICS IN THE ESIL BASSIN

Keywords: annual runoff, annual minimum runoff, coefficient of variation, asymmetry coefficient, correlation coefficient, runoff layer.

The article presents the results of calculating the main characteristics of the rivers of the river basin. Yesil taking into account restored values using cadastral materials for 2016, inclusive.

Based on the research results, the territorial consistency of the long-term minimum monthly average summer-autumn runoff of the Esil River Basin was identified and updated, and new data on the parameters of the minimum monthly summer minimum runoff were obtained. autumn runoff with data on the given values of the main rivers.

It was revealed that the average long-term value of the summer-autumn minimum monthly average water discharge for the period with disturbed runoff increased 3.3 times as compared with the norm for the conditionally natural period on the Esil-Astana river section, and in individual positions (Kamennyi Karier, Petropavlovsk) decreased by 1.6 and 1.2 times, respectively.

УДК 556.551О.А. Шарипова¹**К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТУСА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОДОЕМОВ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

Ключевые слова: кислородный режим, биогенные элементы, органическое вещество, минерализация воды, гидробионты.

В статье представлены результаты гидрохимических исследований отдельных водоемов Карагандинской области. Дана оценка современного состояния водоемов по химическим показателям с целью определения их статуса водопользования.

Основными приоритетными задачами, согласно Концепции по переходу к «зеленой» экономике, являются повышение эффективности использования ресурсов (водных, земельных, биологических и др.) и управления ими. Проблема придания или изменения статуса водопользования водоема затрагивает широкий круг вопросов, включающих исследование его экологического состояния, установление рыбохозяйственной ценности, потенциальные возможности исследуемого объекта, определяемые природными особенностями и антропогенными воздействиями в результате хозяйственной деятельности человека. Одним из важных этапов исследований является изучение гидрохимических характеристик водной среды, влияющих на биоразнообразие водоема.

Цель работы – изучение гидрохимического режима отдельных водоемов Нура-Сарысуского бассейна Карагандинской области, как необходимое условие для определения статуса водопользования конкретного водного объекта.

Материалом для данной работы послужили результаты гидрохимических исследований 13 водных объектов из 18 обследованных, расположенных в разных административных районах Карагандинской области. В ходе экспедиционных исследований установлено, что плотины Спецстрой, Кокпектинская (Бухар-Жырауский район), с. Звезда (Осакаровский район),

¹ Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, Казахстан

Андреевская (Шетский район) и Курум (Жанааркинский район) прорваны, водоемы осушены или имеются периодически пересыхающие плесы. В остальных водоемах в полевых и лабораторных условиях проводились определения физико-химических показателей воды титриметрическими и колориметрическими методами по нормативным документам и общепринятым методикам [1, 2, 3, 4, 6].

Исследуемые водоемы существенно различаются по физико-географическим, морфологическим и гидрологическим характеристикам. В настоящий период максимальные глубины в водоемах варьируют в широком диапазоне – от 2,0 м (вдхр. Тасшокинское, водоем пл. Жумабек) до 9,0 м (водоемы Актас, Шаханские карьеры и Шаханский балластный карьер № 1). Площади составляют 13,0...62,0 га, максимальные соответствуют водоемам Актас (117 га) и Шаханские карьеры (80 га). С помощью космических снимков показаны пространственная конфигурация и геометрия водоемов (рис. 1-6).

Существенные различия гидрологических условий в исследуемых водоемах обуславливают вариабельность гидрохимических показателей воды. Средние значения химических параметров воды объектов представлены в таблице 1.

Температура воды влияет на все внутриводоемные процессы (физико-химические, биохимические, биологические), определяет кислородный режим, скорость процессов самоочищения, распределение и развитие гидробионтов и др. В летний период 2018 г. температурные значения воды невысокие – 18...21 °С, что связано с понижением температуры атмосферного воздуха.

Степень прозрачности воды зависит от количества взвешенных и растворенных в ней органических и минеральных веществ, а в летний период и от интенсивности развития водорослей. В большинстве исследуемых водоемов прозрачность воды низкая – 11...20 % от глубины. Максимальная прозрачность, определяемая практически до дна, наблюдалась в неглубоких водоемах: пл. Тогези, пл. Майкараган, пл. Чийлы, вдхр. Тасшокинское.

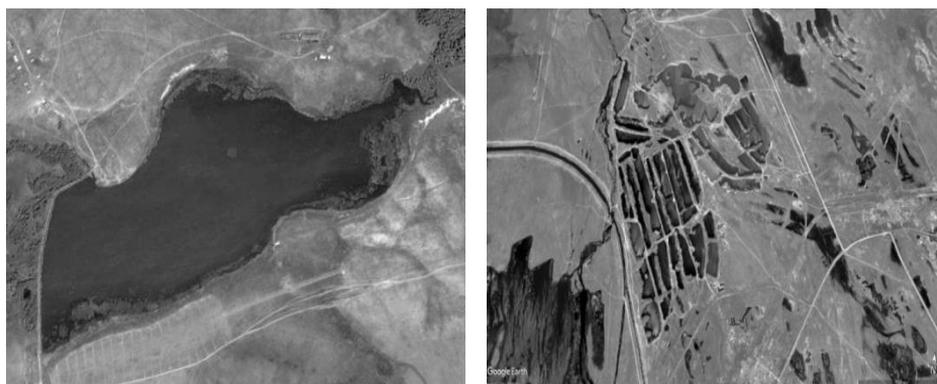


Рис.1. Космоснимки оз. Мырза-Шоки (слева) и водоемов Шаханские карьеры (справа).

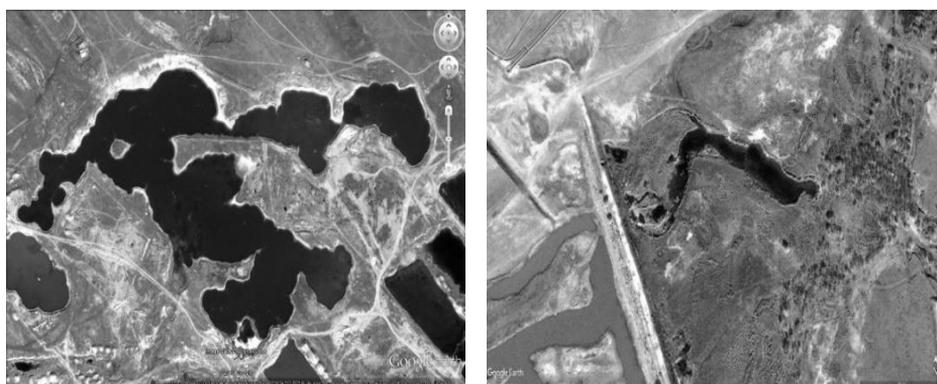


Рис.2. Космоснимки водоема Шаханский балластный карьер №1 (слева) и водохранилища Тасшокинское (справа).

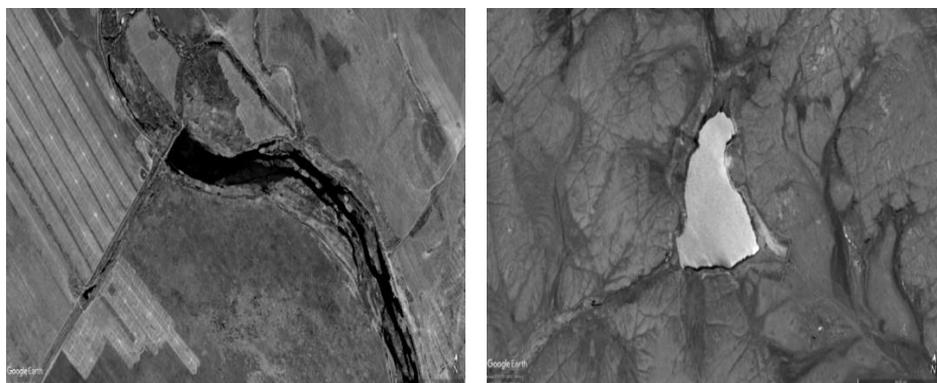


Рис. 3. Космоснимки водоемов пл. Чийлы (слева) и пл. Дарбаза (справа).

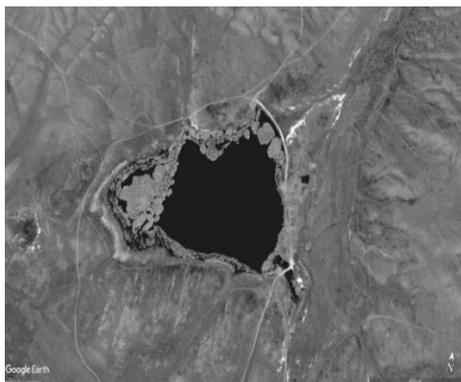


Рис. 4. Космоснимки оз. Малый Сарыколь (слева) и водоема пл. Жумабек (справа).

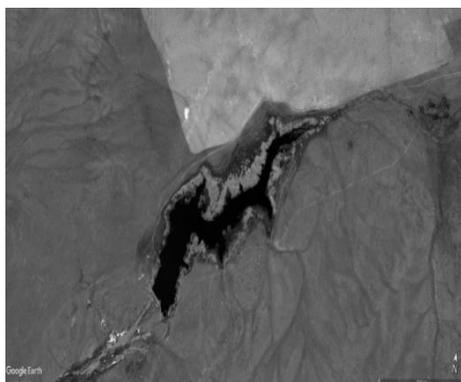


Рис. 5. Космоснимки водоемов пл. Панферовская (слева) и пл. Темиртауская (справа).



Рис. 6. Космоснимки водоемов пл. Актас (слева) и пл. Тогези (справа).

Таблица 1

Гидрохимические показатели воды исследуемых объектов

Название водоема	рН	Кислотность, мг/дм ³	Биогенные соединения, мг/дм ³				Органическое вещество, мгО/дм ³	Минерализация, мг/дм ³
			NH ₄	NO ₂	NO ₃	P		
Оз. Мырза-Шоки	8,20	7,0	0,03	0,003	0,13	0,001	12,7	411
Шаханские карьеры	7,97...8,35	3,4...7,7	0,02...0,04	0,001...0,002	0,15...0,17	0,001...0,005	9,3...13,3	3512...7764
Шаханский балластный карьер № 1	8,70	4,4	0,02	0,001	0,18	0,005	22,7	11208
Вдхр. Тасшокинское	8,31	8,2	0,01	0,004	0,15	0,001	8,8	2028
Пл. Чийлы	8,35	7,7	0,01	0,005	0,71	0,001	5,4	1250
Пл. Дарбаза	7, 0	3,1	0,11	0,001	0,17	0,001	12,6	473
Оз. Малый Сарыколь	7,94	3,1	0,05	0,001	0,22	0,001	22,5	651
Пл. Жумабек	9,47	2,4	0,10	0,001	0,20	0,092	18,8	1252
Пл. Панферовская	7,29	4,8	0,02	0,012	0,16	0,002	6,7	339
Пл. Темиртауская	7,71	5,6	0,02	0,008	0,20	0,003	9,9	512
Пл. Майкараган	7,77	6,3	0,02	0,002	0,12	0,001	10,0	477
Пл. Актас	7,41	6,9	0,01	0,065	0,13	0,001	5,8	476
Пл. Тогези	7,78	8,3	0,02	0,004	0,14	0,002	12,7	431

Высокая цветность воды 56...72 градусов по платиново-кобальтовой шкале отмечалась в водоемах пл. Жумабек, пл. Дарбаза, пл. Тогези, пл. Актас, оз. Малый Сарыколь. Цветность поверхностных вод обуслов-

лена, главным образом, присутствием гумусовых веществ, повышенное содержание которых в процессе окисления снижает концентрацию растворенного кислорода, что неблагоприятно влияет на водные организмы. Вода в водоемах пл. Жумабек и пл. Дарбаза имела отчетливый запах с интенсивностью 4 балла. Органолептические свойства воды остальных водоемов удовлетворительные.

Реакция водной среды менялась от нейтральной (водоемы пл. Актас и пл. Дарбаза) до слабощелочной, с величиной водородного показателя 7,02...8,70. Исключение составляет водоем пл. Жумабек со щелочной реакцией воды и высокими показателями рН – 9,38...9,55. Показатель рН для рыбохозяйственных водоемов оптимален в пределах 6,50...8,50. Значительные колебания рН от нормы вызывают у рыбы нарушение обмена веществ, затрудненность дыхания, нарушение питания и размножения. Наиболее выносливыми к реакции среды являются карась и карп, приспособленные переносить изменения рН в широком диапазоне от 4,5 до 10,8.

Кислородный режим водоема зависит от соотношения интенсивности продуцирующих процессов (абсорбция и фотосинтез) и окислительных процессов, способствующих снижению количества кислорода. Для рыбохозяйственных водоемов установлена допустимая концентрация кислорода не ниже 6 мг/дм³ в летний период. Минимальное содержание растворенного кислорода 2,2...4,5 (26...38 % насыщения) обнаружено в водоемах с большим количеством органического вещества: пл. Жумабек, пл. Дарбаза, оз. Малый Сарыколь и отдельных резервуарах Шаханских карьеров. Несколько выше степень насыщения кислородом 51...65 % в водоемах Шаханский балластный карьер № 1, пл. Панферовская и пл. Темиртауская. Количество кислорода в остальных водоемах оптимальное – 6,3...8,3 мг/дм³, что соответствует при определенной температуре 70...103 % насыщения.

Содержание углекислого газа в исследуемых водоемах меняется в широком диапазоне – от 2,2 до 15,8 мг/дм³. Максимальное количество диоксида углерода 22,9...35,2 мг/дм³ зафиксировано в водоеме пл. Панферовская, но показатели не превышают рыбохозяйственные ПДК (44 мг/дм³).

Следует отметить, что в придонных слоях воды и иловых отложениях водоема пл. Тогези обнаружен сероводород, проявляющий высокую токсичность по отношению к донной фауне.

В период исследований биогенные элементы присутствовали в водной среде в количествах, не превышающих рыбохозяйственные ПДК и не лимитирующих развитие фитопланктона и высшей водной растительности

[5]. Исключение составляет минеральный фосфор, обнаруженный в воде пл. Жумабек в количестве $0,092 \text{ мг/дм}^3$ (2,4 ПДК). В мелководной части водоема пл. Актас высокие концентрации характерны для нитритов $0,140 \text{ мг/дм}^3$ (1,8 ПДК) и общего железа $0,08 \text{ мг/дм}^3$ (1,6 ПДК).

Кремний – один из наиболее распространенных компонентов, постоянно присутствующих в природных водах. Важнейшими факторами, определяющими режим кремния, являются меняющиеся соотношения между поверхностным и подземным стоком, интенсивностью биологического потребления, отмирания водных организмов, коагуляции, седиментации и т.д. [7]. Максимальные концентрации $9,4 \dots 11,0 \text{ мг/дм}^3$ зафиксированы в оз. Малый Сарыколь, несколько ниже $6,7 \dots 7,8 \text{ мг/дм}^3$ – в водоемах пл. Тогези и пл. Жумабек. Содержание кремния в остальных водоемах варьировало в пределах $1,6 \dots 4,2 \text{ мг/дм}^3$.

Количество органического вещества, определяемое по перманганатной окисляемости, характеризуется высокой динамичностью. Диапазон значений окисляемости составляет $5,4 \dots 22,7 \text{ мгО/дм}^3$, максимальные величины относятся к водоему пл. Жумабек, оз. Малый Сарыколь и Шаханский балластный карьер № 1. Повышенное содержание органики образуется в водоемах с дефицитом кислорода вследствие замедления деструкционных процессов.

По техническим свойствам вода пл. Тогези, пл. Актас, пл. Майкараган мягкая, с суммарным содержанием кальция и магния $2,60 \dots 2,92 \text{ мг-экв./дм}^3$. Умеренно жесткая вода в озерах Мырза-Шоки и Малый Сарыколь, водоемах пл. Панферовская, пл. Темиртаукая, пл. Дарбаза, с общей жесткостью $3,20 \dots 5,36 \text{ мг-экв./дм}^3$. К категории «жесткая» относятся воды водоемов пл. Чийлы, пл. Жумабек, вдхр. Тасшокинское, с общей жесткостью $6,28 \dots 8,52 \text{ мг-экв./дм}^3$. Максимальные величины жесткости $12,72 \dots 16,24 \text{ мг-экв./дм}^3$ соответствуют водоемам Шаханские карьеры и Шаханский балластный карьер № 1, вода которых классифицируется, как очень жесткая.

На формирование ионно-солевого состава воды влияют физико-географические, геохимические, морфологические и гидрологические особенности водного объекта. Вода большинства исследуемых водоемов пресная, с минерализацией $383 \dots 689 \text{ мг/дм}^3$. В водоемах пл. Чийлы, пл. Жумабек, Шаханские карьеры, вдхр. Тасшокинское вода солоноватая, с величиной

минерализации от 1199 до 7764 мг/дм³. Максимальные значения минерализации 10276...12140 мг/дм³ соответствуют соленым водам Шаханского балластного карьера № 1.

Различие в минерализации отражается и на ионном составе воды водоемов. В пресных водоемах среди анионов преобладают гидрокарбонаты, в пл. Актас – сульфаты, в пл. Темиртауская – хлориды. Доминирующими анионами в солоноватой воде пл. Чийлы и пл. Жумабек являются сульфаты, в более минерализованной воде водоемов Шаханские карьеры и Шаханский балластный карьер – хлориды. В катионном составе воды превалируют ионы натрия.

По результатам гидрохимических исследований водоемов местного значения Нура-Сарысуского бассейна Карагандинской области правомерно сделать следующие выводы:

– оз. Мырза-Шоки и водоем пл. Чийлы по всем гидрохимическим показателям соответствуют водоемам рыбохозяйственного значения;

– в настоящий период водная среда вдхр. Тасшокинское по основным химическим показателям соответствует рыбохозяйственным нормативам. Однако водоем характеризуется малыми площадями и глубинами, при неблагоприятных гидрологических и климатических условиях (падении уровня воды, высокой эвапотранспирации летом, промерзании мелководных участков зимой) могут наблюдаться заморные явления;

– водная среда водоемов пл. Панферовская, пл. Темиртауская, пл. Майкараган, пл. Актас по основным гидрохимическим показателям соответствует рыбохозяйственным требованиям и благоприятна для рыб, приспособленных к обитанию в воде с невысоким содержанием кислорода (например, карась). Необходимо контролировать кислородный режим, особенно в маловодные годы при ухудшении гидрологических условий;

– оз. Малый Сарыколь, водоемы пл. Дарбаза и пл. Тогези, по гидрохимическим показателям следует отнести к замороопасным (неудовлетворительные органолептические показатели, низкие концентрации кислорода, присутствие сероводорода, большое количество органики);

– водоемы Шаханские карьеры, Шаханский балластный карьер № 1, водоем пл. Жумабек по качеству воды являются заморными и не рекомендуются использовать в рыбохозяйственных целях (неудовлетворительные органолептические показатели, дефицит кислорода, большое количество органики и отдельных биогенов, высокая соленость и др.);

– на водоемах пл. Спецстрой, пл. Кокпектинская, пл. с. Звезда, пл. Андреевская, пл. Курум гидрохимические исследования не проведены, т.к. плотины разрушены, не заполнены водой или остались периодически пересыхающие плесы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Методы исследования органических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР. – Т.4. – 1959. – С. 213-298.
2. ГОСТ 26449.1-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 45 с.
3. ГОСТ 26449.2-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа дистиллята. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 24 с.
4. ГОСТ 26449.3-85 Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод и дистиллята на содержание газов. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.
5. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: ВНИРО, 1990. – 46 с.
6. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. Д-р хим. Наук проф. А.Д. Семенов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.

Поступила 19.02.2019

О.А. Шарипова

ҚАРАҒАНДЫ ОБЛЫСЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ БЕЛГІЛЕРІ БОЙЫНША СУ ПАЙДАЛАНУ МӘРТЕБЕСІН АНЫҚТАУ МӘСЕЛЕСІНЕ

Түйін сөздер: оттегі режимі, биогенді элементтер, органикалық зат, судың минералдануы, гидробионттар

Мақалада Қарағанды облысының жекелеген су қоймаларының гидрохимиялық зерттеулерінің нәтижелері Берілген. Су қоймаларының қазіргі жай-күйіне олардың су пайдалану мәртебесін анықтау мақсатында химиялық көрсеткіштер бойынша баға берілді.

Sharipova O.A.

**TO THE QUESTION OF DETERMINING OF A WATER USE STATUS
OF THE KARAGANDA REGION RESERVOIRS BY
HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS**

Keywords: oxygen regime, biogenous elements, organic matter, water mineralization, hydrobionts

The article presents the results of hydrochemical research of individual reservoirs of the Karaganda Region. An assessment of the current state of reservoirs by chemical indicators in order to determine their water use status is given.

УДК 39.21.02

Канд. Геогр. Наук

А.У. Маканова¹

Канд. Геогр. Наук

Р.Ю. Токмагамбетова¹**ТЕНДЕНЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ключевые слова: Социально-экономическое развитие, демография, сельско-хозяйственное производство, промышленность, рынок труда.

Для устойчивого социально-экономического развития области требуется разработка и реализация целенаправленной экономической политики, направленной на модернизацию экономики и обеспечение на этой основе экономического роста. Поставленные задачи решаются с применением методов многомерного статистического анализа. Проведенный анализ статистических данных по демографии, сельскому хозяйству, промышленности и социальной сфере показал, что за 2000...2017 гг. отмечается рост основных показателей социально-экономического развития Алматинской области.

Создание условий для устойчивого социально-экономического развития регионов требует разработки и реализации целенаправленной экономической политики, направленной на модернизацию экономики и обеспечение на этой основе экономического роста. Современное состояние и перспективы регионального развития национальной экономики является одной из сложных проблем, которые требуют своего всестороннего исследования. Рост экономики Алматинской области и ее вклад в повышение уровня жизни населения страны включают: рост уровня жизнеспособности населения и, введение единой системы мониторинга за состоянием окружающей среды.

На социально-экономическое развитие Алматинской области оказывают влияние существующие территориальные диспропорции в разме-

¹ Институт географии, г. Алматы, Казахстан

щении производительных сил. Поставленные задачи решаются с применением методов многомерного статистического анализа. Анализ статистических данных по численности населения области за 2000...2017 гг. показал, что численность населения выросла на 21,5%, темпы прироста численности населения составили 27,4%. В 2017 г. численность населения составила 1983,5 тыс. человек [2]. Значительный рост численности населения за 2000...2017 гг. наблюдался Карасайском (38,8%), Илийском (36,3%), Жамбылском (33,3%), Енбекшиказахском (31%), административных районах и в г.а. Талдыкорган (31%) [1].

Отмечалось сокращение численности населения в ряде районов, в основном из-за оттока сельского населения в поисках заработков, в городскую местность, что определило темпы убыли населения в Саркандском (-21,9%), Алакольский (-13,5%), Аксуском (-9,9%), Жамбылский (-6,7%), Райымбекском (-6,7%) и Ескельдинском (-1,8%) районах [1,2] (рис. 1).

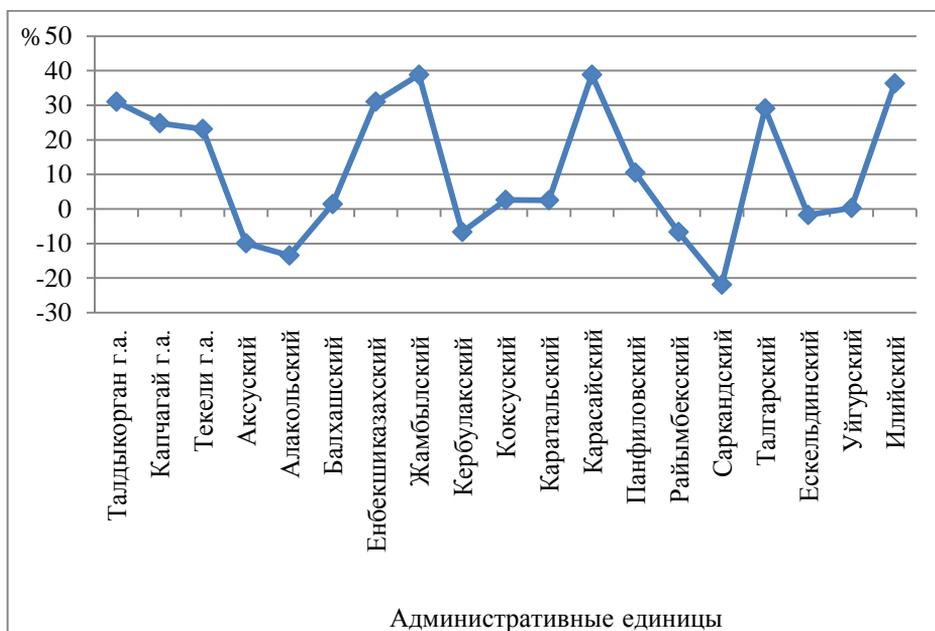


Рис. 1 Темпы прироста (убыли) численности населения в среднем по районам Алматинской области 2017г. к 2000г., в %

Сельское население в регионе исследования с 2000...2016 гг. выросло на 5,8%, или на 364,2 тыс. чел., городское население сократилось на 4,9% или на 3,7 тыс. чел.

Одним из основных факторов, влияющим на демографическую ситуацию является низкий уровень рождаемости. За 2000...2016 гг. рождаемость в регионе увеличилась на 28,7%, в 2000 г. рождаемость составляла – 38,7 тыс. чел., в 2016 г. – 54,2 тыс. чел.. В 2000 г. коэффициент рождаемости на 1000 чел. составил – 15,2‰, а в 2016 г. – 24,16‰, что выше среднего республиканского показателя (– 21,27‰).

Анализ статистических данных за 2000-2016 годы показал, что в регионе отмечается сокращение смертности населения на 5,5%. В 2000 г. средний коэффициент смертности на 1000 чел. составил 9,07‰, 2016 гг. – 6,64‰, что ниже среднего республиканского показателя (РК – 7,38‰) [2] (рис. 2).

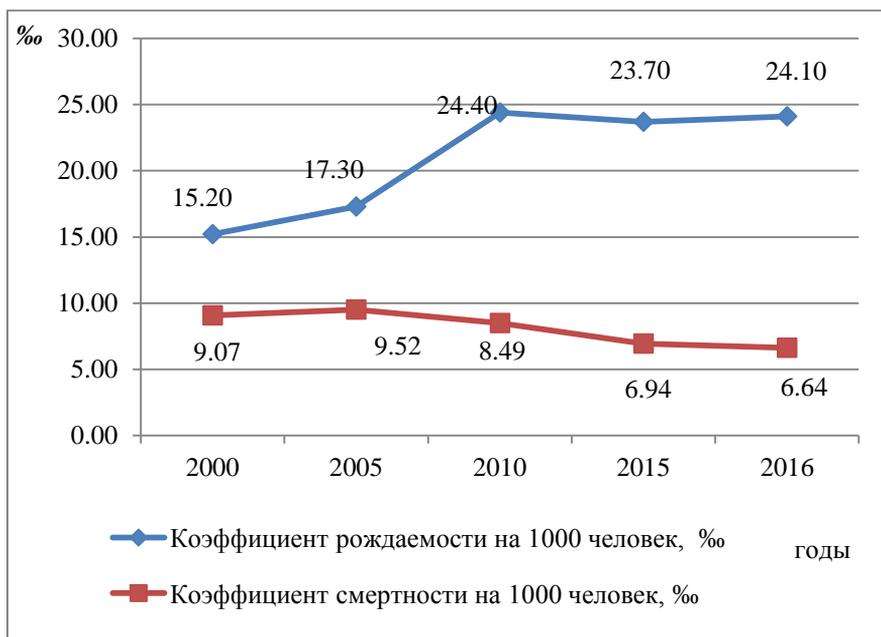


Рис. 2. Коэффициенты рождаемости и смертности в Алтайской области на 1000 человек, в ‰

С 2000 по 2017 гг. естественный прирост населения в регионе вырос на 73,4%. Коэффициент естественного прироста на 1000 чел., в 2000 г. составил – 7,17‰, в 2017 г. –17,50‰ [2].

Миграционные потоки населения играют значительную роль при расчете численности трудовых ресурсов и численности постоянного населения регионов. Одним из значимых показателей, рассматриваемых нами, является убытие населения из региона. За период с 2000...2017 гг. большой отток населения отмечался в 2017 г., из области выбыло 118606 чел., не

прибыло 115934 чел., сальдо миграции составило -2672 чел. Положительное сальдо миграции отмечалось в 2005 г. (+ 1711 чел.), в 2010 г. (+6211) чел., отрицательное сальдо миграции, отмечалось в 2000 г. сальдо миграции составило (-12501) чел., 2015г. (- 9636) чел., в 2016 г. (-1504) чел., в 2017 г. (-2676 чел.) [2] (рис. 3).

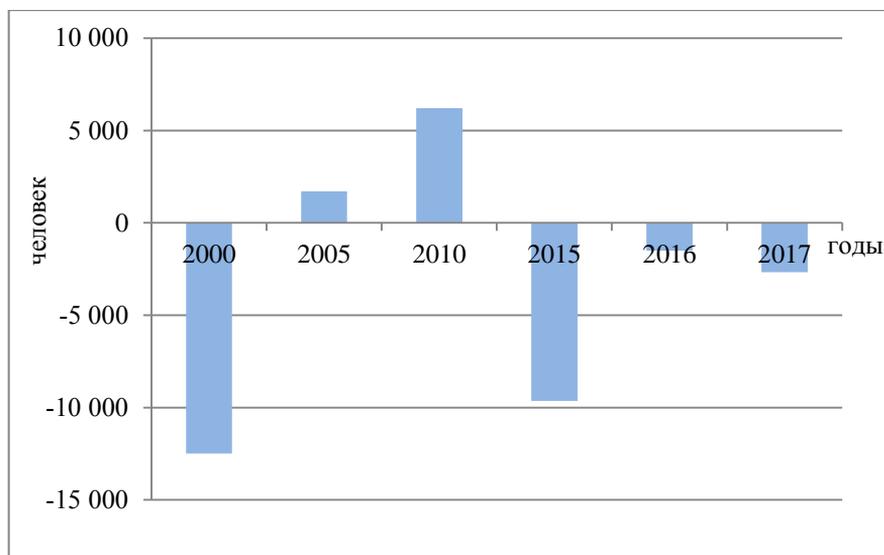


Рис. 3. Сальдо миграция населения (все потоки в Алматинской области), чел.

Характер демографического развития региона определяется естественным и миграционным движением населения, масштабы и направленность которых будет зависеть от результатов социально-экономических преобразований:

- развития экономического потенциала районов;
- занятости и уровня оплаты труда населения;
- государственной и местной социальной политики, и ряда других факторов.

Социально-экономическая ситуация в области в последние годы остается достаточно стабильной: растет количество предприятий в сфере среднего и малого бизнеса; увеличивается количество рабочих мест и вакансий; увеличивается спрос и предложение на квалифицированный труд. Наблюдаются позитивные изменения в системе занятости. Однако сохраняются и нерешенные вопросы. В сельской местности остается проблема недостаточного количества вакантных рабочих мест, что связано с сезонно-

стью сельскохозяйственных работ, избытком рабочей силы, занятых, в основном, в личном подворье, низким квалификационным уровнем сельского населения, отсутствием работы по специальности.

В результате, имеется дисбаланс между спросом и предложением рабочей силы на рынке труда, среди лиц длительное время неработающих и людей старше 50 лет. В целях обеспечения занятости населения в области разработан комплексный план содействия занятости населения, который предусматривают целевую работу с безработным населением.

Рынок труда характеризуется ростом численности экономически активного населения. Численность экономически активного населения за 2000...2017 гг. увеличилась на 35,7% или на 370 тыс.чел. и составила в 2017 г. 1037,5 тыс.чел.

Безработное население за 2000...2017 гг. сократилось почти в 3 раза. Уровень безработицы в 2000 г. составил 14,1% в, в 2017 году – 4,7% [3].

В регионе занятость населения по видам экономической деятельности распределилась следующим образом: сельское, лесное и рыбное хозяйство – 280,2 тыс.чел., промышленность – 69,5 тыс.чел., работники бюджетных организаций – 249,2 тыс.чел., торговля 121 тыс.чел., строительство – 57,5 тыс.чел., прочие – 207,9 тыс.чел. [3].

Сельское хозяйство в области самый крупный сектор по занятости населения (28,5% от общей занятости), функционируют более 49 тысяч сельхозформирований и 329 тысяч личных подсобных хозяйств населения.

Алматинская область по ситуации, складывающейся на рынке труда, считается относительно благополучным регионом. Основным фактором сокращения бедности и достижения экономического благосостояния является возможность заниматься продуктивным трудом. Положение на рынке труда определяется, в основном, двумя группами показателей: показателями занятости и безработицы, то есть характеристиками доступности рабочих мест и показателями заработной платы. За 2010...2016 гг. в регионе отмечается тенденция снижения доли населения с доходами ниже прожиточного минимум в 9,6 раза, с 21,3% в 2006 г. до 2,2% в 2016 г. Наблюдается увеличение темпов роста заработной платы и денежной доходов населения. За 2000...2017 гг. в регионе отмечается рост среднемесячной номинальной заработной платы на 91,8%. За последние три года среднемесячная номинальная заработная плата в регионе выросла на 17,9%, по отношению к 2015 г., составлявшей 83088 тенге, а в 2017 г. – 100377 тенге [3] (рис. 4).

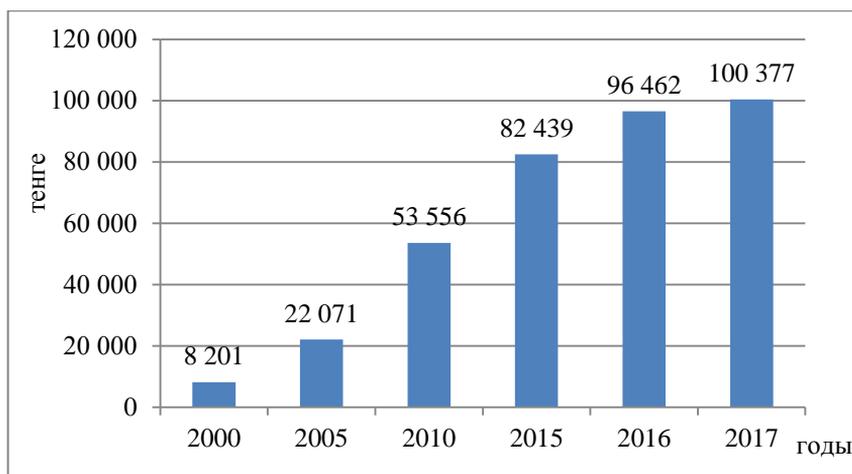


Рис. 4. Среднемесячная номинальная заработная плата на одного работника в Алматинской области, тенге

Большая часть трудоспособного населения области занята в сельском хозяйстве (28% занятости), следовательно средняя заработная плата является низкой. Среднемесячная номинальная заработная плата одного работника в регионе в 4,5 раза превышает величину прожиточного минимума. Необходимо отметить, что в г. а. Талдыкорган (113785 тенге) и в Илийском (149189 тенге) Алакольском (118576 тенге), Карасайском (134537 тенге), Талгарском (109524 тенге), административных районах Алматинской области, номинальная заработная плата выше, чем в среднем по региону (100377 тенге) [3].

Лидерами среди отраслей экономики являются промышленность, сельское хозяйство, транспорт и связь. Наибольшую долю в структуре ВРП занимают промышленность – 20,7%, сельское хозяйство – 15,7%, транспорт и связь – 12,9% [1,3] (табл.1).

Таблица 1

Вклады отраслей в прирост ВРП Алматинской области, % [1]

Отрасли	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Сельское хозяйство	15,1	16,2	15,7
Промышленность	21,1	20,7	20,7
Строительство	9,8	10,1	9,5
Торговля	10,1	9,7	10,1
Транспорт и связь	10,1	11,5	12,9
Прочие отрасли	33,8	31,8	31,1

Социально-экономическое положение региона в целом характеризуется положительной динамикой в основных отраслях экономики, формирующий валовый региональный продукт. За 2007...2017 гг. отмечается тенденция роста валового регионального продукта на 77,1% или на 1858,1 млрд.тенге. В 2017 г. ВРП вырос по отношению к 2016 г. на 9,1% и составил 2408,8 млрд.тенге [1.4] (рис. 5).

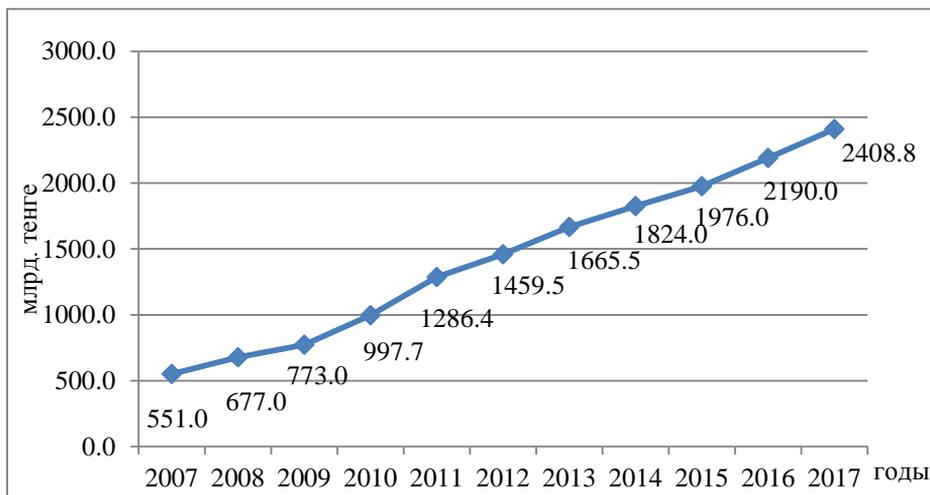


Рис. 5. Валовой региональный продукт в Алматинской области, млрд.тенге

Важнейшей сферой экономической деятельности области по производству продуктов питания, обеспечению населения качественным продовольствием, промышленности – сырьем, является сельское хозяйство. Исследование и оценка социально-экономического развития Алматинской области, выявило общие тенденции ее развития, изменений результативности сельскохозяйственного производства является главной предпосылкой качественного обоснования перспективных направлений развития сельского хозяйства.

Основное экономическое развитие Алматинской области определяет агропромышленный комплекс, характеризующий степень развития и эффективность промышленного и сельскохозяйственного производства. Одной из основных задач развития и размещения агропромышленного комплекса является определение видов специализации сельскохозяйственного производства на перспективу в разрезе административно-территориальных единиц.

Валовый выпуск продукции сельского хозяйства в регионе за 2000...2017 гг. вырос на 91,5%, в 2017 г. составил 633,4 млрд.тенге (рис. 6).

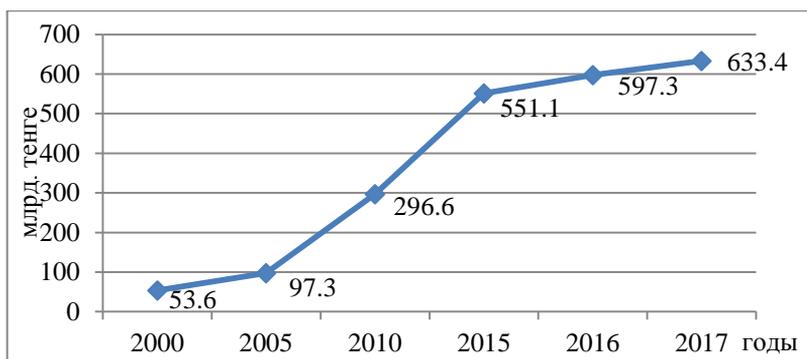


Рис. 6. Валовый выпуск продукции (услуг) сельского хозяйства в Алматинской области, млрд.тенге

Сельское хозяйство – одно из преимуществ Алматинской области. В структуре валового производства сельского хозяйства, отрасль растениеводство составляет 51,9%, животноводство – 48,1%. Здесь активно развивают растениеводство, выращивают зерновые культуры, сахарную свеклу, масличные культуры, картофель, овощебахчевые и плодово-ягодные и др. культуры. Регион лидирует по производству кукурузы на зерно, где удельный вес составляет (64%), сахарной свеклы (64%), сои (97%), овощей (25%), плодов и ягод (37%), мяса (19%), молока (13%), шерсти (22%) и яиц (23%) [1,5,6].

За 2000...2017 гг. объем валовой продукции растениеводства в регионе увеличился на 92%, за последние три года валовая продукция растениеводства выросла на 7,1% и составила в 2017 г. – 326,1 млрд. тенге [5,6] (рис. 7).

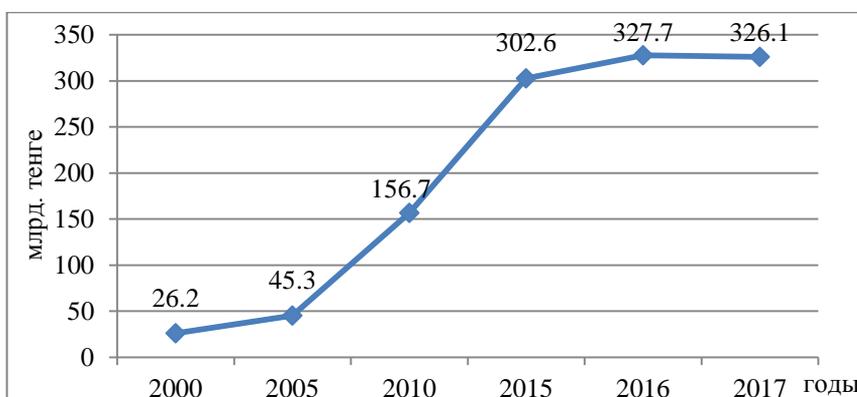


Рис. 7. Валовая продукция растениеводства, млн.тенге

Основу специализации области составляет производство зерновых, в том числе кукурузы, пшеницы, ячменя, а также риса, технических культур, картофеля – овощебахчевых и кормовых культур.

Анализ статистических данных за 2000...2017 гг. показал, что валовый выпуск зерновых (включая рис) и бобовые культуры вырос на 47,6% или на 613 тыс.тонн и составил в 2017 г. 1288,3 тыс.тонн [5,6].

Уточненная посевная площадь сельскохозяйственных культур составляет – 947,9 тыс.га. Зерновые культуры возделываются во всех регионах области, за трехлетний период расширены площади кукурузы на зерно – на 3,6 тыс.га и ячменя – на 27,3 тыс.га. Площади риса, сохранились на уровне 2012 г., и в целях диверсификации посева пшеницы уменьшены на 32,9 тыс.га.

Анализ статистических данных по сельскому хозяйству за 2000...2017 гг. показал, что объем валовой продукции животноводства увеличился на 90% или на 275,4 млрд.тенге. С 2015 по 2017 гг. валовая продукция животноводства увеличилась на 18,4% или 55,8 млрд. тенге и составила в 2017 г. 302,7 млрд.тенге [1,5,6] (рис. 8).

Во всех отраслях животноводства отмечается положительная динамика развития отрасли. В регионе выращивают крупный рогатый скот, лошадей, овец и коз, птиц. Мясное скотоводство развито в Панфиловском, Балхашском и Каратальском административных районах. Разведением молочных пород КРС занимаются пригородные зоны – Аксуского, Алакольского, Карасайского, Талгарского, Илийского, Ескельдинского, Енбекшиказахского, Караталского, Сарканского и Коксуского районов. Овцеводство развито в Райымбекском в Жамбылском и Балхашском районах. Свиноводство развито в Талгарском, Каратальском и Илийском районах. Коневодством занимаются в Жамбылском, Талгарском и Карасайском районах.

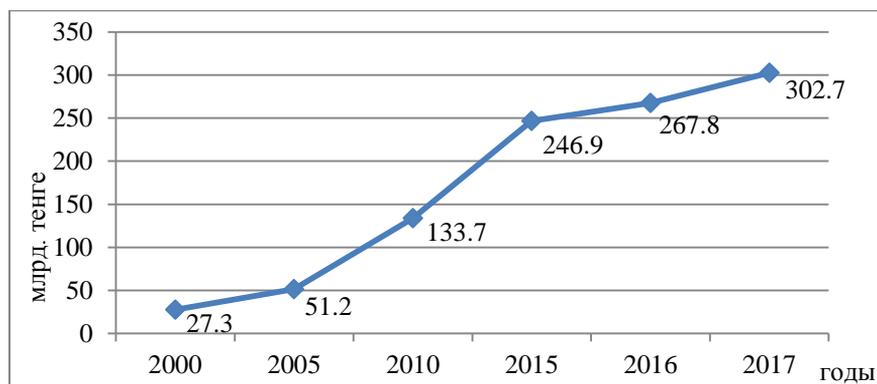


Рис. 8. Валовая продукция животноводства, млрд. тенге

Промышленный сектор экономики формируется из действующих малых, средних и крупных производственных предприятий. Количество действующих предприятий и производств за последние пять лет увеличилось на 232 единицы и составило в 2016 г. 1140 промышленных предприятий, среди них, 87 крупных и средних, на долю которых приходится около 80% объема производимой продукции [1,8].

Анализ развития промышленного производства показал, что в 2016 году в структуре промышленного производства 1,8% приходится на горнодобывающую промышленность и разработку карьеров, 83,6% – на обрабатывающую промышленность, 13,4% – электроснабжение, подачу газа, пара и воздушное кондиционирование, 1,0% – на водоснабжение; канализационную систему, контроля над сбором и распределением отходов [1,7,8].

В горнодобывающей отрасли промышленности действует 135 предприятий, из них 8 крупных и средних. В обрабатывающей отрасли промышленности действует 787 предприятий, из них 63 крупных и средних. За период с 2014 по 2016 гг. объем промышленного производства обрабатывающей промышленности вырос на 21,0% или на 98,7 млрд.тенге. Одним из перспективных направлений развития промышленности области является машиностроение. В области действуют единственные в республике аккумуляторные заводы, в широком ассортименте осуществляется выпуск кабельно-проводниковой продукции, электрических счетчиков и др. Также в области успешно развиваются фармацевтическая, химическая, легкая металлургическая отрасли, осуществляется выпуск более 60 видов основных строительных материалов.

В пищевой перерабатывающей промышленности функционируют крупные промышленные предприятия – производители продукции известных брендов: «Кока-Кола», «Эфес Караганда», «Хамле», «Адал», «ФудМастер», «Данон» и другие. Продукция данных предприятий полностью обеспечивает потребности республики, а также экспортируется.

Проведенный анализ социально-экономического развития территории показал, что в регионе объем промышленного производства за 2000...2017 гг. увеличился на 91,8% или на 787,5 млрд.тенге и в 2017 г. составил – 858,1 млрд.тенге [1,7,8] (рис. 9).

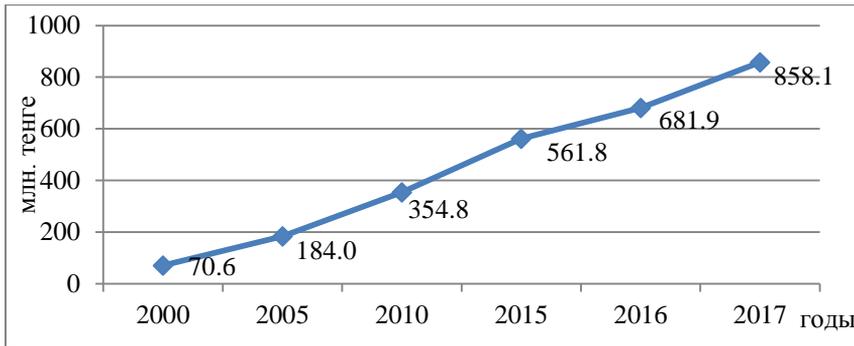


Рис. 9. Объем промышленного производства в Алматинской области, млн.тенге

Основные производственные мощности размещены в районах непосредственно прилегающих к г. Алматы – Илийском, Карасайском, Енбекшиказахском, Талгарском, Жамбылском районах, а также городах Капшагай, Талдыкорган и Текели. На эти регионы приходится 90% промышленной продукции области.

Комплексное, устойчивое, эффективное развитие Алматинской области является основополагающей целью социально-экономического развития, направленного на повышение уровня жизни населения. Ниже приведены основные черты развития области, выявленные при анализе социально-экономических показателей территории области [1,9,10].

С 2000 по 2017 гг. роста численности населения составил 21,5%, темпы прироста численности населения – 27,4%. В 2017 г. численность населения составила 1983,5 тыс.чел.

С 2000...2016 гг. рождаемость в регионе увеличилась на 28,7% и в 2016 г. составила– 54,2 тыс.чел. Коэффициент рождаемости на 1000 чел. в 2016 г. составил 24,16‰, что выше среднереспубликанского показателя (– 21,27‰). За 2000...2016 гг. в регионе отмечается сокращение смертности населения на 5,5%. Средний коэффициент смертности на 1000 чел. в 2016 г. составил – 6,64‰, что ниже среднереспубликанского показателя (7,38‰).

За 2000...2017 гг. естественный прирост населения в регионе вырос на 73,4%. Коэффициент естественного прироста на 1000 чел., в 2017 г. составил – 17,50‰.

В области отмечалось отрицательное сальдо миграции (все потоки) в 2000 г. (-12501 чел.), в 2015 г. (- 9636 чел.), в 2016 г. (-1504 человек). Положительное сальдо миграции отмечалось в 2005 г. (+1711чел.), в 2010 г. (+6211 чел.) [1,2].

Рынок труда характеризуется ростом численности экономически активного населения. Уровень экономической активности населения за 2000...2017 гг. вырос на 35,7% и составил в 2017 г. 1037,5 тыс.чел.

За 2000...2017 гг. наблюдалось сокращение уровня безработицы в 3 раза. В 2000 г. уровень безработицы составлял 14,1%, в 2017 г. – 4,7%. В 2017 г. безработное население составило 49,1 тыс.чел.

За последние три года среднемесячная номинальная заработная плата выросла на 17,7%, по отношению к 2015 г. (83088 тенге) и в 2017 г. составила 100985 тенге [3].

За 2007...2017 гг. отмечается тенденция роста валового регионального продукта на 77,1% или на 1858,1 млрд.тенге. В 2017 г. ВРП вырос по отношению к 2016 г. на 9,1% и составил – 2408,8 млрд.тенге[1,3].

За 2000...2017 гг. объем валовой продукции сельского хозяйства увеличился на 92,0%, и составил в 2017 г. – 326,1 млрд.тенге.

В структуре валового производства сельского хозяйства, растениеводство занимает 51,9%, животноводство – 48,1% [1,5,6].

Количество действующих промышленных предприятий за 2012...2017 гг. увеличилось на 232 единицы и в 2017 году составило 1140 единиц. Объем промышленного производства за 2000...2017 гг. увеличился на 91,8% или на 787,5 млрд.тенге и в 2017 г. составил– 858,1 млрд.тенге [1,7,10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алматинская область в 2016 году. Статистический сборник. Департамент статистики Алматинской области. – Алматы, 2017. – 240 с.
2. Демографический ежегодник Алматинской области 2009-2016. Статистический сборник. Департамент статистики Алматинской области. – Алматы, 2017. – 46 с.
3. Занятость в Алматинской области. Статистический сборник. Департамент статистики Алматинской области. – Алматы, 2017. – 39 с.
4. Ф.Ж. Акиянова, Н.А. Искаков. А.У. Маканова, А.Р. Медеу и др. Экономика и социальная сфера областей Алматинская область. Национальный атлас Республики Казахстан том 2 Социально-экономическое развитие. Алматы, 2006. – 114с.
5. Сельское, лесное и рыбное хозяйство Алматинской области за 2010-2014.». Статистический сборник. Департамент статистики Алматинской области. – Алматы, 2015. – 150 с

6. Сельское, лесное и рыбное хозяйство Алматинской области». Статистический сборник. Департамент статистики Алматинской области. - Алматы, 2017. – 154 с.
7. Промышленность Алматинской области 2012...2016 гг. Статистический сборник. Департамент статистики Алматинской области. – Алматы, 2017. – 119 с.
8. Маканова А.У., Токмагамбетова Р.Ю. Перспективы социально-экономического развития территорий Алматинской области, в зоне проектируемого канала «Каратал-Иле» – Вестник Национальной Академии наук Республики Казахстан №4. – Алматы, 2012. – С 34-37
9. Маканова А.У., Методы картографирования и создание карты «Экономика Алматинской области». Международный академический вестник Междисциплинарный научный журнал № 6 (6) Уфа, 2014. – С.6-8
10. Маканова А.У., Токмагамбетова Р.Ю. Управление социально-экономическим развитием регионов Казахстана при межбассейновом и трансграничном перераспределении водных ресурсов. Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2012. – С. 99-107.

Поступила 16.01.2019

Геогр. ғылымд. канд. Мақанова А.У.

Геогр. ғылымд. канд. Токмағамбетова Р.Ю.

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ДАМУ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ

Түйін сөздер: әлеуметтік-экономикалық даму, демография, ауыл шаруашылық өндірісі, өнеркәсіп, еңбек нарығы.

Облыстың тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуы үшін экономиканың жаңғыртылуына және соның негізінде экономикалық өсімді қамтамасыз етуге негізделген, мақсатты бағытталған экономикалық саясатты құру және іске асыру қажет. Қойылған міндеттер көпсалалы статистикалық талдаудың әдістерін қолданумен шешіледі. Демография, ауыл шаруашылығы, өнеркәсіп және әлеуметтік сала бойынша жүргізілген статистикалық талдау 2000-2017 жылы Алматы облысының әлеуметтік-экономикалық дамудың негізгі көрсеткіштерінің өсімін көрсетті.

A.U. Makanova, R. Yu. Tokmagambetova

THE TENDENCY OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE ALMATY REGION

Keywords: socio-economic development, demography, agricultural production, industry, labor market

For the sustainable socio-economic development of the region, it is necessary to develop and implement a targeted economic policy aimed at modernizing the economy and ensuring economic growth on this basis. The tasks are solved using the methods of multidimensional statistical analysis. The analysis of statistical data on demography, agriculture, industry and social sphere showed that in 2000-2017 there was an increase in the main indicators of the socio-economic development of Almaty region.

УДК 551.578.48

Докт. геогр. наук

Канд. тех. наук

В.П. Благовещенский¹В.В. Жданов¹

ОПЫТ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА ЛАВИННОЙ ОПАСНОСТИ В ШВЕЙЦАРИИ

Ключевые слова: наблюдения, прогноз, снежные лавины, снежный покров

В статье приведен краткий обзор современных методов оценки и прогноза лавинной опасности. Так же обсуждается вопрос о различии казахстанских и зарубежных научных подходов. Информация предназначена для сотрудников снеголавинных служб стран СНГ. Многие перспективные разработки могут быть применены в практической работе.

Введение. В январе 2019 г. в городе Алматы проходил семинар тренинг снеголавинных служб стран Центральной Азии. Тема тренинга – оценка, прогноз и защита от снежных лавин. Обучающие лекции проводил эксперт Швейцарского института исследования снега и лавин (Institut für Schnee - und Lawinenforschung (SLF)) Марк Шайер. На тренинге были представлены презентации мировых достижений в области изучения снежного покрова и лавин. Так же проводились полевые выезды по определению устойчивости снежного покрова в горах.

В настоящее время существует нехватка учебных и научно-популярных материалов по теме: снежный покров и лавины. В международных научных базах данных существует большое количество материалов, но из-за ограниченного доступа и не владения английским научным языком, эта информация неизвестна русскоязычным специалистам. В данной статье приводится информация о деятельности снеголавинной службы в институте снега и лавин (SLF) в Швейцарии. Обсуждается отличие швейцарских методов изучения лавин от принятых в странах СНГ. Так же обсуждается

¹ Институт географии, г. Алматы, Казахстан

вопрос о применении некоторых научных методов в практической работе казахстанских специалистов.

История исследований снежных лавин в Швейцарии. В альпийских странах Европы люди с древних времен сталкивались с лавинами. От них страдали местные горные жители и армии завоевателей. Поэтому Швейцария считается мировым лидером в области борьбы с лавинами. Еще в средние века в альпийских горных районах было известно о защитных свойствах лесов, и существовал строгий запрет на их вырубку. В стране гибнет в среднем 20 человек в год. Самый трагический был 1951 г., когда погибло более 100 человек [5, 6].

В Швейцарии более 50 % территории занимают горы, где проживает более 20 % населения. Страна относится к районам с умеренным морским климатом. Здесь не бывает сильных морозов и выпадает большое количество осадков. В горах выпадает до 3000 мм осадков в год и до 5 м снега.

В городе Давос в 1942 г. был организован Институт изучения снежного покрова и лавин (SLF). За годы работы ими накоплен огромный опыт в этой области. В настоящее время в институте SLF работают 145 специалистов – метеорологов, гляциологов, проектировщиков, программистов. Институт занимается различными направлениями: метеорологические и снегомерные наблюдения, картирование лавинной опасности, прогнозирование схода лавин, строительство защитных сооружений и моделирование движения лавин (рис. 1).

Все научно-популярные и учебные материалы регулярно выкладываются на сайте института SLF www.slf.ch. Информация публикуется на основных европейских языках – английском, немецком, французском и итальянском. Это ежедневный прогноз лавинной опасности в горах, обучающие лекции и программы моделирования свойств снега и лавин.

Мониторинг снежного покрова и лавин. Организация системы наблюдения и прогнозирования снежных лавин в Швейцарии сильно отличается от служб в странах СНГ. В институте SLF имеется группа прогнозирования лавин, состоящая из 7 специалистов. Ежедневно поступает информация с обширной сети наблюдений [7, 11, 15, 16].



Рис. 1. Историческое и современное здание института SLF.

Вся территория Швейцарии разделена на 9 доменов, 19 секторов, и 138 опасных регионов. Наблюдения проводятся на сети, состоящей из 70 наблюдательных станций, 33 стационарных шурфов и 90 автоматических погодных станций (рис. 2). Информация поступает два раза в сутки в 8 и 15 ч, она привязана ко времени составления прогноза.

Наблюдательная сеть принадлежит различным организациям: Швейцарская метеорологическая служба, непосредственно пункты наблюдений SLF и большое количество наблюдателей волонтеров; горные гиды и лыжные патрульные, которые работают на многочисленных горнолыжных и туристических базах. В обмен на информацию они регулярно получают качественный прогноз снежных лавин.

Для сравнения в Казахстане регулярные снеголавинные наблюдения проводятся на 2-х снеголавинных станциях и 2-х снеголавинных постах РГП «Казгидромет» в окрестностях г. Алматы. В 70-80 годы XX века действовало 9 снеголавинных станций. Дополнительная информация поступает со снегомерных маршрутов Казгидромета и Казселезащиты. Очевидно, что для составления качественных лавинных прогнозов этого недостаточно. Вопрос о развитии сети снеголавинных наблюдений стоит очень остро, поскольку требует огромного финансирования.

Возможно, ли расширить сеть наблюдений за счет волонтеров, как в Швейцарии? Да возможно! Но для этого волонтеров нужно заинтересовать договорами об взаимных услугах и обмене метеоинформацией. Кроме

того, необходимо использовать стандартные методы наблюдения, подобные международной системе проведения снежных тестов на устойчивость. Решение этого вопроса позволит значительно расширить наблюдательную сеть.

Наблюдения за снежным профилем и стабильностью снега.

Очень большое внимание уделяется определению характеристик снежного покрова. Шурфование проводится регулярно в течение всего лавиноопасного сезона. Существуют два вида шурфов – исследовательские и тестовые. Исследовательское шурфование проводится только для научных целей. Предпочтение отдается большому количеству тестовых шурфов. Ручные методы определения стабильности снега проводятся наблюдателями волонтерами. Заинтересованные в качественном прогнозе организации участвуют в волонтерском обмене информацией [3, 9, 10, 12, 13].

Мониторинг снежных лавин в Швейцарии

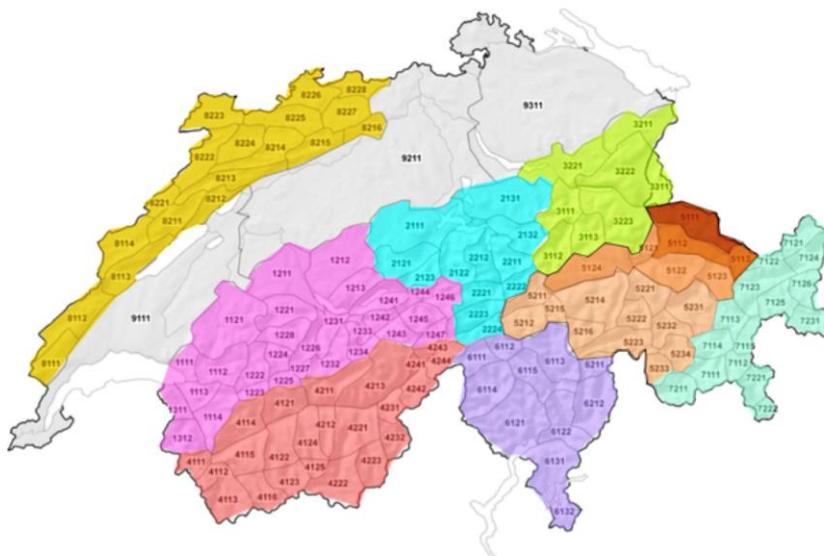


Рис. 2. Разделение территории Швейцарии на опасные регионы для прогноза, где имеется служба наблюдения, и составляются лавинные прогнозы.

В большинстве стран Европы и Америки пришли к выводу, что лучше использовать для прогноза множество данных ручных измерений от волонтеров наблюдателей, чем редкие данные исследовательских шурфов.

Инструментальные методы измерения прочности снега, подобные стандарту СССР, обладают большой погрешностью. Кроме того тяжело обучать этим методам наблюдателей.

Проводить БЛОК-ТЕСТЫ обучаются все горные спасатели и гиды. Лавинный курс состоит из трех этапов – базовый, расширенный, продвинутый. Образец полевой книжки приведен на рис. 3.

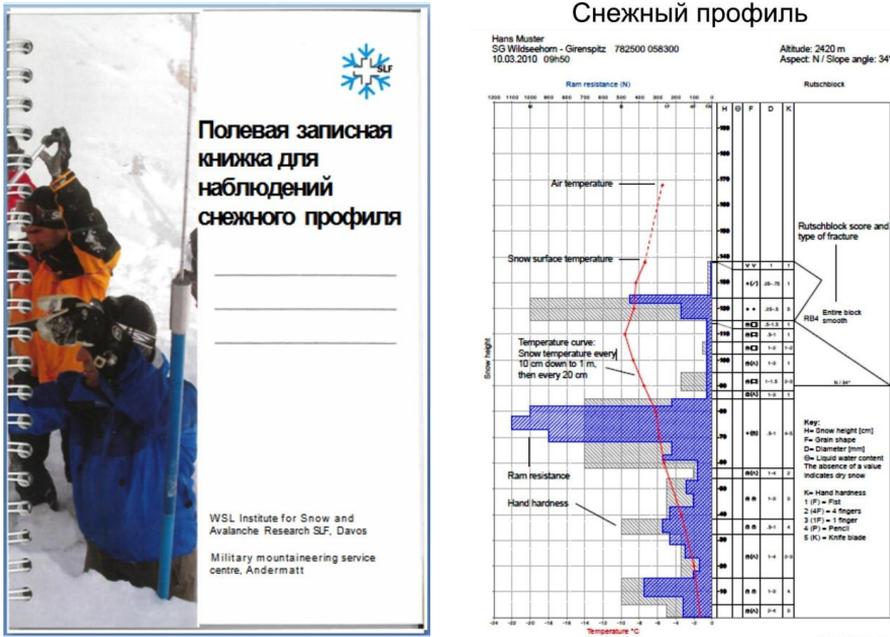


Рис. 3. Образец полевой книжки, переведенный на русский язык, и пример оформления наблюдений снежного профиля.

Более подробно о методах проведения БЛОК-ТЕСТОВ рассказано в серии статей [1, 2]. Каждый специалист горнолыжных и туристических баз обязан пройти этот лавинный курс для повышения квалификации. Скидки за проведение лавинных курсов так же помогают привлекать волонтеров наблюдателей.

В Казахстане на сети снеголавинных станций проводятся наблюдения, описанные в руководстве по снеголавинным работам. Это стандартные метеорологические наблюдения (температура, ветер, осадки) и специальные наблюдения за снежным покровом и лавинами. Определение прочности и устойчивости снега проводится инструментальными методами – рамками на сдвиг и разрыв. Основной параметр стабильности снега на склоне

это коэффициент устойчивости K . Он равен отношению сцепления снежного пласта к водности вышележащего слоя. Если водность слоя превышает силы сцепления, то снежный пласт находится в неустойчивом состоянии. Ручные методы измерения (БЛОК-ТЕСТЫ) пока еще не применяются в снеголавинных службах Казахстана и СНГ. Но они уже применяются в лавинных и спасательных службах на многих горнолыжных курортах.

На наш взгляд внедрение ручных БЛОК-ТЕСТОВ может дать хорошую информацию при проведении полевых обследований снега и лавин и снегомерных съемок в горах. Рядовых наблюдателей снегомерных маршрутов Казгидромета и Казселезащиты легче и быстрее научить методике Американской и Швейцарской лавинных ассоциаций, чем инструментальным методам из руководств СССР.

Прогноз лавин и снеголавинный бюллетень SLF. Вся оперативная информация стекается в прогностическую группу SLF в Давосе. Группа лавинных экспертов ежедневно оценивает текущую снеголавинную обстановку и составляет прогноз. Для прогноза учитывается информация о снежных профилях от волонтеров наблюдателей и метеоданные от Швейцарской метеослужбы [7, 16].

При прогнозах широко используется моделирование входящих параметров – погода и устойчивость снега на склоне.

Ежедневно 2 раза в сутки в период потенциальной лавинной опасности в 9.00 и в 16.00 ч местного времени составляется прогностический бюллетень. Он регулярно вывешивается в свободном доступе на сайте института. Информация пользуется огромной популярностью у туристов: в год более 10 млн. посетителей и более 100 тыс. скачиваний. В выпуске бюллетеня и ведении страниц сайта принимают участие 7 чел. из прогностической группы и 10 IT специалистов. Образец бюллетеня приведен на рис. 4.

Составляется общий прогноз для отдаленных горных районов. Он предназначен для туристов и лыжников. Так же составляется специализированный прогноз для спасательных служб. Местные спасательные службы могут пользоваться общим прогнозом по стране. Если они не согласны, то могут привлекать своих лавинных экспертов.

Существуют два канала передачи оперативной информации – туристический и профессиональный. В случае необходимости (резкое изменение погоды) бюллетень обновляется. Информация для всех совершенно бесплатная. Профессиональный канал передачи данных предназначен для оперативных и спасательных служб.

За последние несколько лет снеголавинная служба РГП «Казгидромет» пережила несколько реорганизаций. В настоящее время снеголавинные прогнозы составляются только на 2 снеголавинных станциях «Шымбулак» и «озеро Улкен Алматы». Информация регулярно передается заказчикам. По остальным регионам РК составляется только справка о состоянии снежного покрова в горах. При прогнозировании лавин используются статистические методы прогноза, разработанные рядом авторов в 80-е годы XX века. Для совершенствования методов прогнозирования, необходимо внедрение численных расчетных методов.

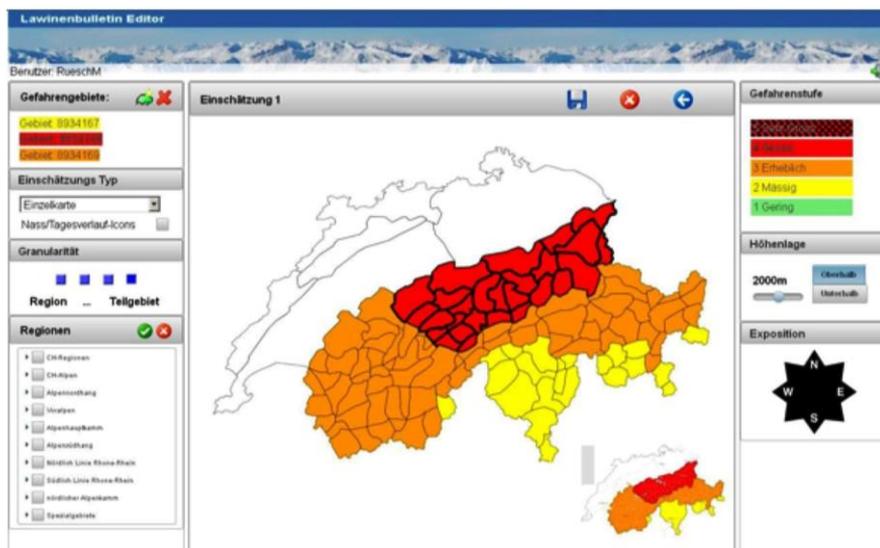


Рис. 4. Образец снеголавинного бюллетеня на сайте института SLF.

Математическое моделирование снеголавинной обстановки.

Для составления снеголавинных прогнозов широко используются различные математические модели. Это позволяет рассчитать входящие параметры для прогноза: устойчивость снежного покрова на склонах, выпадение сильных лавиноопасных осадков, сильные оттепели или метели. Основываясь на моделированных параметрах будущей погоды лавинному эксперту легче принять решение об ожидаемой лавиноопасной обстановке [6, 7, 14].

Собственным продуктом института SLF является программа моделирования стабильности снежного покрова на склонах – SNOWPACK. Программа позволяет прогнозировать будущее развитие снежной толщи – тем-

плату, плотность, влажность (рис. 5). В программу закладываются реальные и прогностические данные ближайших метеорологических станций. Результат моделирования помогает эксперту-лавищику оценивать степень лавинной опасности.

Программа SNOWPACK распространяется бесплатно. Ее можно скачать с сайта SLF.

В казахстанской снеголавинной службе пока еще математическое моделирование состояния снежного покрова не применяется. Внедрение математических моделей и электронных баз данных это большое направление в развитии службы. Оно требует времени и научного обоснования.

SNOWPACK MODELLING

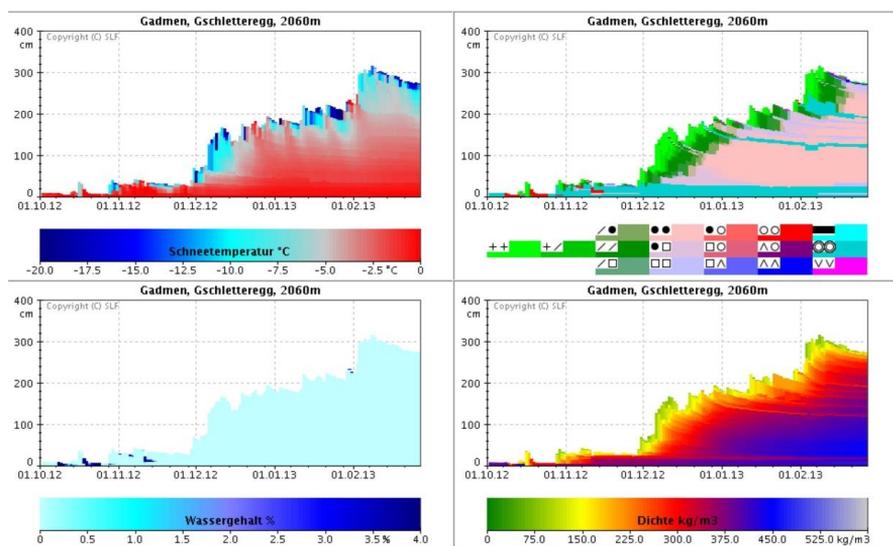


Рис. 5. Результаты моделирования характеристик снежного покрова в программе SNOWPACK.

Оценка качества прогностических моделей. Качество работы математических моделей и прогнозов лавин в прогностическом центре SLF определяется несколькими методами. Прежде всего, проверяется адекватность численной модели на статистической выборке. Для этого используются всем известные критерии согласия: Стьюдента, Фишера, Колмогорова-Смирнова. В процессе работы прогностических центров проводятся социологические опросы потребителей снеголавинных прогнозов: лыжников, туристов, горных гидов. На сайте есть форум-обсуждение. Результаты

анкетирования потенциальных заказчиков очень важно для улучшения работы математической модели прогноза. В Европейских капиталистических странах нет необходимости в утвержденном нормативном документе.

Для специалистов в гидрометслужбе СНГ подобная практика не знакома. В Казахстане, как и в других странах СНГ, применяются критерии оправдываемости прогнозов Багрова-Обухова. Эта методика разработана и утверждена с учетом плановой социалистической экономики. Хотя экономическая система изменилась, но руководящие документы и критерии качества остались.

По нашему мнению внедрение современных методов оценки прогноза (соцопрос, популярность сайта) могут оценить качество работы прогнозиста намного лучше, чем утвержденный критерий.

Вероятностный прогноз и уменьшение лавинного риска. Организация системы предупреждения чрезвычайных ситуаций природного характера и спасательных служб очень сильно отличается от подобных организаций бывшего СССР [1, 4, 5, 7].

В Европе и Америке любой прогноз природных опасностей составляется только в вероятностной форме. Поскольку опасное явление зависит от множества неизученных факторов, то невозможно предсказать точное время и место катастрофы. Можно только оценить вероятность возникновения явления.

Для этого разработана международная пятибалльная шкала лавинной опасности, приведенная в табл. 1. Использование подобной шкалы регламентируется профессиональными стандартами. Четкого руководящего документа или государственного стандарта нет. Местные спасательные службы принимают решение, об экстренных мерах основываясь на вероятностном прогнозе. Если они не согласны с мнением региональных лавинных экспертов, то они вправе пригласить на работу местного лавинного эксперта. По статистике мнения региональных и местных лавинных экспертов могут отличаться в 20...25 % случаев.

Снижение риска жертв и ущерба от снежных лавин осуществляется в зависимости от степени лавинной опасности. При втором и третьем уровне опасности (желтый и оранжевый) руководители объектов в лавиноопасных зонах сами принимают решение о необходимых мерах защиты. При ожидаемом четвертом (красном) уровне опасности разрешается работать курортам и туристическим базам, если у них есть своя противолавинная

служба. Государственные спасательные службы могут запрещать работу опасных объектов только при высшем пятом уровне опасности (красно-черном). Это чрезвычайная ситуация, которая отмечается только в экстремально многоснежные годы.

Таблица 1.

Международная шкала лавинной опасности на русском языке

Цвет	Уровень лавинной опасности	Устойчивость снежного покрова	Вероятность схода лавин
	1 уровень «Низкий»	Снежный покров горных склонах стабилен.	Самопроизвольные и спровоцированные лавины маловероятны.
	2 уровень «Умеренный»	Снежный покров на крутых склонах закреплен умеренно, на остальных склонах хорошо.	Самопроизвольные лавины маловероятны. Спровоцированные возможны при большой нагрузке.
	3 уровень «Значительный»	Снежный покров закреплен на крутых склонах либо умеренно, либо слабо.	Спровоцированные лавины возможны при небольшой нагрузке. Самопроизвольные лавины возможны на отдельных склонах.
	4 уровень «Высокий»	Снежный покров слабо закреплен на большинстве склонов.	Самопроизвольные и спровоцированные лавины весьма вероятны.
	5 уровень «Экстремальный»	Снежный покров нестабилен.	Многочисленные самопроизвольные и спровоцированные лавины неизбежны.

В Казахстане снеголавинная прогностическая служба является частью государственной системы предупреждения ЧС. На основе этих данных составляется «Штормовое предупреждение». Оно является юридическим основанием для объявления чрезвычайной ситуации и привлечения государственных спасательных служб. Все нормативные документы разрешают использовать только категорическую форму прогноза опасного явления.

Вероятностные формы прогнозов у нас в стране пока еще не востребованы. Должностные лица, ответственные за принятие решения, привыкли получать категорический прогноз. Для внедрения вероятностных форм прогноза необходимо вносить изменения в договора о взаимодействии прогностических

и спасательных служб. Так же необходима должностная инструкция по методам снижения природных рисков с учетом вероятностного прогноза.

Выводы: Ознакомление с современными научными знаниями в области изучения снежных лавин необходимо для повышения квалификации любого специалиста. Ниже перечислены несколько направлений, которые необходимы для совершенствования методов наблюдений и прогнозирования лавин:

1. Расширение сети снеголавинных наблюдений. Возможно за счет волонтеров, заинтересованных в обмене метеорологической информацией.
2. Применение БЛОК-ТЕСТОВ для определения стабильности снега. Особенно при полевых снегомерных съемках и обследованиях снежных лавин.
3. Применение математических моделей для расчета параметров снежного покрова и погоды.
4. Переход на вероятностные формы прогноза. Для этого, прежде всего, нужны изменения в системе прогноза и оповещения о природных рисках.
5. Для оценки качества прогнозов применение соцопросов и анализ популярности прогностического интернет сайта.

Благодарности: Обучающий семинар тренинг организован проектами развития национальных гидрометеорологических служб при поддержке всемирного банка. Полевые выезды организованы при поддержке ГУ «Казселезащита».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданов В.В. Возможность применения международной шкалы лавинной опасности в оперативной работе снеголавинной службы Казахстана // Вопросы географии и геоэкологии. – 2014. – № 2. – С.33-37.
2. Жданов В.В. О различных методах определения устойчивости снежного покрова // Вопросы географии и геоэкологии. – 2018. – № 2. – С. 86-91.
3. Международная шкала лавинной опасности [Электрон. ресурс]. URL:<https://www.slf.ch/de/lawinenbulletin-und-schneesituation/wissen-zum-lawinenbulletin/gefahrenstufen.html> (Дата обращения 01.02.2019 г.).
4. Рекомендации по предоставлению данных о неопределенности прогнозов / Бюллетень Всемирной метеорологической организации [Электрон. ресурс]. URL:https://meteoinfo.ru/PWS-18_WMO/TD_No.1422 (Дата обращения 01.02.2019 г.).
5. Сайт Швейцарского федерального института изучения снега и лавин [Электрон. ресурс]. URL:<https://www.slf.ch> (Дата обращения 01.02.2019 г.).

6. Фляйг В. Внимание, Лавины! – М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. –223 с.
7. Avalanche Bulletin Interpretation Guide WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF. 16th revised edition. WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF. 50 pages. [Электрон. ресурс]. URL:https://www.slf.ch/schneeinfo/zusatzinfos/interpretationshilfe/index_EN (Дата обращения 01.02.2019 г.).
8. European Avalanche Danger Scale (link) [Электрон. ресурс]. URL:https://www.avalanches.org/eaws/en/main_layer.php?layer=basics&id=2 (Дата обращения 01.02.2019 г.).
9. Observation Guidelines and Recording Standards for Weather, Snowpack and Avalanches. – Canadian Avalanche Association, 2014. –109 p.
10. Jamieson J.B. and Schweizer J. Using a checklist to assess manual snow profiles // Avalanche News, 72. – 2005. – P. 57-61.
11. Stucki T / SLF-Beobachterhandbuch. – 2016. – 60 p.
12. Schweizer J. The Rutschblock test - Procedure and application in Switzerland / The Avalanche Review, 2002. – V. 20, – P. 14-15.
13. Schweizer J., and Jamieson J. B. Snowpack tests for assessing snow-slope instability // Ann. Glaciol., 2010. – V. 51. – P. 187-194.
14. Schweizer J., Kronholm K., Wiesinger T. Verification of regional snowpack stability and avalanche danger // Cold Regions Science and Technology, 2003. – V. 37(3). – P. 277-288.
15. Winkler K., Kuhn T. Fully automatic multi-language translation with a catalogue of phrases – successful employment for the Swiss avalanche bulletin. Lang. Resour. Eval. Online first, 2015. – 23 p. [Электрон. ресурс]. URL:<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1509/1509.06937.pdf> (Дата обращения 01.02.2019 г.).
16. Winkler K., Techel F. Users' Rating of the Swiss Avalanche Forecast / In: Proceedings ISSW, Banff, Alberta, Canada, 2014. [Электрон. ресурс] URL:https://www.slf.ch/info/mitarbeitende/techel/download/winkler_techel_2014.pdf (Дата обращения 01.02.2019 г.).

Поступила 9.04.2019

Геогр. ғылымд. докторы
Техн. ғылымд. канд.

Благовещенский В.П.
Жданов В.В.

ТӘЖІРИБЕСІ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ КӨШКІН ҚАУП ШВЕЙЦАРИЯ

Түйін сөздер: бақылау, болжам, қар көшкіні, қар жамылғысы

Бабында келтірілген қысқаша шолу қазіргі заманғы әдістерін бақылау және болжау көшкін қаупі. Сол туралы мәселе талқыланып жатыр әртүрлілігі Қазақстандық және шетелдік ғылыми тәсілдер. Ақпарат үшін арналған қызметкерлері қар көшкіні қызметтерінің ТМД елдері. Көптеген перспективалық әзірлеу қолданылуы мүмкін практикалық жұмыс.

Blagovechshenskiy V.P., Zhdanov V.V.

EXPERIENCE OF EVALUATION AND FORECAST OF AVALANCHE DANGER IN SWITZERLAND

Keywords: observations, forecast, snow avalanches, snow cover

The article provides a brief overview of modern methods for assessing and predicting avalanche danger. The issue of the difference between Kazakhstan and foreign scientific approaches is also discussed. Information is intended for employees of the snow avalanche services of the CIS. Many promising developments can be applied in practical work.

**ПАМЯТИ
КАИПОВА ИЛЬДАНА ВАЛИЕВИЧА**

21 марта 2019 г. ушел из жизни, но остался в памяти коллег, директор департамента дистанционного зондирования Земли Национального центра космических исследований и технологий Каипов Ильдан Валиевич.

Каипов И.В. родился в 1956 г. В 1972 г. он окончил среднюю школу № 54 и поступил на специальное отделение физического факультета Казахского государственного университета им. С.М. Кирова. После окончания обучения, он получил диплом специалиста в области ядерной физики.

В 1979 г. Ильдан Валиевич устроился на работу в Казахский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (КазНИГМИ), в лабораторию исследований загрязнения атмосферы. На протяжении всей жизни его профессиональная деятельность, в основном, была связана с решением проблем окружающей среды на основе математического моделирования и мониторинга загрязнения атмосферы, стихийных бедствий, таких, как пыльные бури, природные и техногенные пожары, паводки и наводнения, нефтяные разливы на акватории Каспийского моря, а также с численным моделированием прогноза погоды и климата.

После научно-исследовательской работы в КазНИГМИ, Ильдан Валиевич продолжил свой академический путь, поступив в 1982 г. в очную

аспирантуру Главной геофизической обсерватории им. А. Воейкова в г. Ленинграде и по ее окончании продолжил работу по моделированию пыльных бурь в Казахстане.

До 1991 г. Ильдан Валиевич занимался проблемами загрязнения атмосферы города Алматы. Его работы по моделированию пыльных бурь и влиянию водоемов на климатические характеристики окружающих территорий отражены в коллективных монографиях, посвященных гидрометеорологическим проблемам Приаралья и оз. Балхаш, изданных сотрудниками КазНИГМИ.

В 1992...2004 гг. Ильдан Валиевич, в числе первых специалистов в Казахстане, занимался руководством масштабных IT-проектов в научной и бизнес-сфере на посту вице-директора частной компании «JSC Comran Computer Systems».

Позже, он стал инструктором по топологии сети в Казахстанской региональной Академии CISCO, где занимался курированием работ студентов и инструктировал научные группы по применению и теоретическому планированию решений для создания топологии крупных сетей (Regional Cisco Network Academy, Almaty, Kazakhstan).

В 2009 г., Ильдан Валиевич продолжил научные исследования, соединив потенциал активно развивающихся информационных технологий с математическим моделированием для исследования аномалий в геодинамически активных регионах с использованием спутниковых данных в Институте космических исследований.

Затем, в 2010 г., он курировал такие проекты как «Применение исследований и математических прогнозных моделей для мгновенного прогноза погоды в Казахстане» (Supervise project “Implementation of Weather Research and Forecasting Model for shot time weather forecasting over Kazakhstan”) в РГП «Казгидромет». Именно он впервые внедрил в оперативную практику РГП «Казгидромет» численную мезомасштабную гидродинамическую модель прогноза погоды и климата WRF. Знания, полученные в области IT-технологий, позволили Ильдану Валиевичу организовать и эффективно использовать вычислительные ресурсы высокопроизводительного кластера для задач прогноза погоды и моделирования проекций будущего климата.

Ильдан Валиевич принимал участие в подготовке Третьего-Шестого и Седьмого Национальных сообщений Республики Казахстан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата в качестве национального

эксперта по технологиям в области моделирования климата. Прошел обучение в Университете Рединга (Великобритания) и получил сертификат по использованию региональной климатической модели PRECIS для моделирования проекций будущего климата. Работая в качестве директора департамента дистанционного зондирования Земли (Национальный Центр Космических Исследований и Технологий) освоил методы и технологии по использованию данных космического мониторинга для задач окружающей среды, в частности, для оценок изменения параметров климата.

В 2012 г. Ильдан Валиевич продолжил научную деятельность в АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (НЦКИТ). Он являлся известным специалистом в области дистанционного зондирования Земли, геоинформационного моделирования, разработки технологий анализа и обработки спутниковой информации. Работая в АО «НЦКИТ» и пройдя путь от научного сотрудника до директора Департамента дистанционного зондирования Земли, Каипов И.В. внес большой вклад в успешную реализацию научных проектов Республиканских программ по прикладным исследованиям в области космической деятельности, грантов МОН РК, хоздоговорных работ. Результаты, полученные им в создании эффективных технологий и методов космического мониторинга пожаров, паводков, наводнений и нефтяных разливов в целях контроля и предупреждения чрезвычайных ситуаций, опубликованы в рейтинговых отечественных и зарубежных научных изданиях.

В коллективе Каипова И.В. уважали за его интеллигентность, внимательность, отзывчивость.

Выражаем искренние соболезнования семье, родным и близким Каипова Ильдана Валиевича в связи с его безвременной кончиной.

Коллеги по работе в РГП «Казгидромет» и
АО «Национальный центр космических
исследований и технологий», друзья.
Редколлегия журнала

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ СТАТЬИ

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: текст статьи, не превышающий 12...14 страниц, включая таблицы, рисунки и список литературы, аннотация на русском языке. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском и английском языках. **Аннотация должна быть:** информативной (не содержать общих слов); оригинальной (для английского варианта не быть калькой русскоязычной аннотации с дословным переводом, написана качественным английским языком); содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье); компактной (укладываться в объем от 100 до 250 слов). Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), а так же ключевые слова, в количестве 10...12 штук. Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется электронный. Для иногородних достаточно электронного варианта.

Оформление рукописи:

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал – множитель – 1,2. **Параметры поля страницы:** верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

См. примеры

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология

№ 3 2011

УДК 628.394(547.42+547.25)

Доктор геогр. наук
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев ¹
А.Т. Иванов ²

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК

Ключевые слова: 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).

¹ КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан;

² Институт географии, г. Алматы, Казахстан

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей...

Рисунки готовятся с соблюдением ГОСТа и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

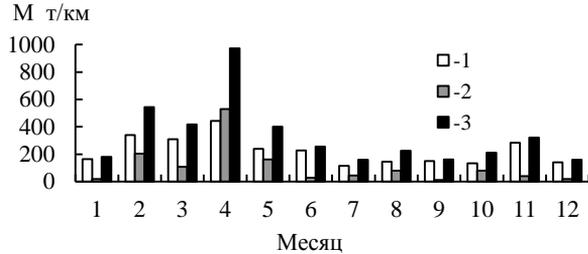


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

Таблицы оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	\bar{M} , т/(км·год)	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 леукомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – С. 35-37

Публикация из материалов конференций (семинара, симпозиума), сборников трудов:

Абимильдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. междунар. конф., Вена, Австрия, 2009. – Алматы, 2010. – С. 10-13

Электронный ресурс:

Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (дата обращения: 12.03.2009).

При оформлении приставной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [].

Список литературы формируется по алфавиту.

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.

С импакт-фактором журнала можно ознакомиться на сайте nauka.kz – Национальные ресурсы НТИ – Казахстанская база цитирования (АО НЦ НТИ).

РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫНА ӨТКІЗІЛЕТІН ҚОЛЖАЗБАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Автормен жіберілген қолжазба жинағына кіреді: кестелер, суреттер және әдебиет тізімін қоса есептегенде 12...14 беттен аспайтын мақаланың негізгі мәтіні, 10 қатардан аспайтын мақаланың нәтижесі мен мазмұны жөнінде толық түсініктеме. Осы түсініктеме, мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. қазақ тілінде де беріледі. Мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. ағылшын тілінде де беріледі.

(ГОСТ-қа 7.1-84 сәйкес) әдебиет тізімі алфавит тәртібімен авторлар алдымен орыс, ізінше шетел тілінде беріледі. Әдебиетке сілтеу квадрат жақшада көрсетіледі – []. Суреттер бір мақалада үштен аспау керек. Мақаланың атының алдында Толық ондық жіктеу (ТОЖ) бойынша кеңейтілген индексін келтіру керек. Мақаланың машинкаға басылған нұсқасынан басқа оның дискетада, CD немесе флэшкада жазылған көшірмесі өткізіледі.

Қолжазбаны көркемдеу:

Қолжазбаның бар мәтіні, таблицалармен қоса ПК-де ақ түсті қалың қағаздың бір бетінде, А4 форматта басылады. Аралық – көбейткіш – 1,2. Беттер алаңының параметрлері: жоғарғы 20 мм, төменгі 75 мм, сол 70 мм, оң 15 мм. Азат жол 12,5 мм басталады, теру шарты Microsoft Word, Times New Roman шрифті (қалыпты стилі), шрифт өлшемі 11. Мақала атауы бас әріптермен, бөлусіз, жартылай майлы шрифтпен жазылады. Түсініктеме мақаланың негізгі мәтінінен бұрын аталудан, авторлар тізімінен (бағанада ғылыми дәрежесімен көрсетіледі) кейін орналасады, курсивпен басылады, сол және оң жағынан 5 мм шегінеді.

Мысалды қараңыз

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология

№ 3 2011

ӘОЖ 577.4:66.046.44.59

Техн. ғылымд. канд.

А.Ж. Жуматаев

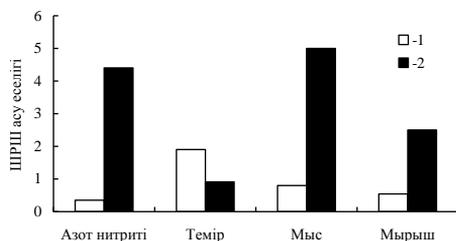
КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

Түйін сөздер: мұнай, мұнай өнімдерінің топырақтағы концентрациясы, ластанған грунттар, топырақ пен грунттың ластану дәрежесі, ШЖК-дан асуп түсуі

Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген....

Суреттер Paint (Painbrush) режимінде ГОСТ-қа сәйкес дайындалып, мәтінге сурет ретінде қойылады. Графиктер, диаграммалар, гистограммалар – Microsoft Excel режимінде және мәтінге Microsoft Excel объектісі ретінде қойылады. Суреттің жазбасы оның астына қойылып, курсивпен басылады (мысалды қараңыз). Толық сандар бөлшек бөлімнен нүктемен емес қайырмамен

бөлінеді. Белгілеулерге түсініктеме аталудан кейін сол қатарға жазылады. Сурет алаңына индекстер мен белгілеу сандарынан басқа жазулар рұқсат етілмейді. Суреттегі сандар мен әріптердің өлшемі мәтіндегімен бірдей, ал индекстер 1,5 мм кем болмау болу керек.



Сур. 2. Іле өзенінің ақаба сулардың төгіндісінен 500 м төмен тұсындағы ластану көрсеткіштері: 1 – 2004 жыл, 2 – 2006 жыл.

Кестелер қосымша бағаналарсыз безендіріледі, тек кестенің «басы» мен шеткі бағаналары ғана сызылады. Кестенің нөмірі және мағыналы атауы – кестенің үстіне, қосымшалары оның астына (ГОСТ-қа сәйкес) жазылады (мысалды қараңыз).

Кесте 1

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	28,9

Физикалық көрсеткіштердің өлшем бірліктері Халықаралық жүйеде СИ (ГОСТ 8.417-81) келтіріледі, немесе СИ жүйесіне келтірілген аудармасы қатар көрсетіледі.

Ұйымның, мекеменің, географиялық және т.б. аталуы соңғы ресми редакцияда беріледі. Тарихи аталуларына қоса жақшада кәзіргі аталуы көрсетіледі.

Математикалық, химиялық белгілеулер мен формулалар (Microsoft Equation) редактор режимінде басылуы керек. Формулаларда символдар ретінде ГОСТ-пен белгіленген белгілеулерді қолданады. Формулалардың нөмірі беттің оң шетінен домалақ жақшамен көрсетіледі. Мәтінде формуланың кезекті нөміріне сілтеу де жомалақ жақшада көрсетіледі. Мәтінде қатарға міндетті түрде барлық параметрлерді түсініктемесі беріледі (мысалды қараңыз).

$$K = D / 8V_1, \quad (2)$$

қайда D – байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінің диаметрі ($D = 500$ м); V_1 – қалдық сақталынған қойма көлемі.

Барлық қысқартулар ГОСТ-қа және қысқарту сөздігіне сәйкес жасалынады.

Бөлек парақта редакцияға автор туралы мәліметтер: аты-жөні, әкесінің аты (толығымен), үйі мен мекеменің мекен-жайы және телефондары, жұмыс орындалған мекеменің тура аталуы, автордың ғылыми дәрежесі жіберіледі.

Авторлар ұжымымен жазылған мақалар барлық авторлардың қолы қоюлы болу керек.

Редакция қолжазбаларды қабылдамауға немесе редакциялық жөндеулер және қабылданған қолжазбаларға қосулар мен қысқартулар жасауға құқықты. Мақала авторға толықтыру жасау үшін қайтарылуы мүмкін. Кей жағдайларда редакция сұрауымен мақалаға рецензия талап етіледі.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС БЕЗЕНДІРІЛМЕГЕН
ҚОЛЖАЗБАЛАР БАСЫЛЫМҒА ЖІБЕРІЛМЕЙДІ ЖӘНЕ АВТОРҒА
ҚАЙТАРЫЛМАЙДЫ.**

**Авторам, подаваемым статьи в наш журнал, необходимо заполнить
таблицу, приведенную ниже**

Сведения о статье

(заполняется на каждую статью журнала)

№	Сведения (статья)	
1	УДК	
2	Авторы (русск., каз., англ. яз.)	
4	Место работы авторов (русский, казахский, англ. яз.)	
5	Название статьи (русский, казахский, англ. яз.)	
6	Название журнала	Гидрометеорология и экология
7	Год издания	
8	Номер издания	
9	Страницы	
10	Ключевые слова (русский, казахский, англ. яз.)	
11	Резюме на русском языке	
12	Резюме на казахском языке	
13	Резюме на английском языке	
14	Список литературы	