

*Қазақстан Республикасының  
энергетика Министрлігі*

*Министерство энергетики  
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық  
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное  
предприятие «Казгидромет»

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

**№ 2**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2015

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

### *Ответственный секретарь*

О.С. Галаева

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Перевод на казахский язык:

**А.М. Бажиева**, канд. техн. наук

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 2 (77)

© Журнал издается с 1995 года.  
Регистрационное свидетельство  
№ 1538 от 14 марта 1995 г.

---

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

---

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

---

Отпечатано в типографии ИП «Everest».

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

<b>Г.Т. Сулейменова, С.Т. Ахметова</b> Засухи на территории Северного и Западного Казахстана . . . . .	7
<b>З.С. Аллахвердиев</b> Распределение осадков в прибрежной зоне Каспийского моря в Азербайджанской Республике . . . . .	16
<b>Н.И. Ивкина, Ж.К. Наурызбаева</b> Изменение характеристик ледового режима казахстанской части Каспийского моря в связи с изменением климата . . . . .	28
<b>М.М. Молдахметов, Л.К. Махмудова, Т.М. Казакбаева</b> Балқаш көліне құятын өзендердің жылдық ағындысының климаттық өзгерісі . . . . .	36
<b>Л.П. Мазур, А.Г. Чигринец, М.Н. Раченков</b> Оценка влияния озера Улькен Алматы на режим и характеристики стока реки Улькен Алматы . . . . .	48
<b>С.К. Давлетгалиев, М.С. Оспанова</b> Минимальный суточный сток бассейна реки Елек . . . . .	58
<b>А.Г. Чигринец</b> Поверхностные водные ресурсы территории города Алматы . . . . .	66
<b>С.К. Давлетгалиев, Ж.У. Бексултанова</b> Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша суы мол және суы тапшы мерзімдегі минималды ағынды мөлшерінің ұзақтығы мен кайталанғыштығын бағалау . . . . .	78
<b>Н.И. Ивкина, А.Г. Терехов, Ж.К. Наурызбаева</b> Колебания уровня Каспийского моря и диагностика современных изменений положения береговой линии по спутниковым данным Landsat периода 2005...2015 годов . . . . .	89
<b>М.А. Абдуев</b> Исследование химического состава речных вод и их солевого сто- ка (на примере горных рек Азербайджана) . . . . .	100
<b>С.М. Романова, О.И. Пономаренко</b> Особенности химического состава воды водохранилищ, сооруженных на реках . . . . .	109

**А.Н. Анурьева, Т.Я. Лопарева**

Корреляционная зависимость биомассы кормовых организмов от загрязнения биоты микроэлементами в озере Балхаш. Сообщение 1. Влияние загрязнения донных отложений микроэлементами на количественное развитие бентосных сообществ . . . . . 121

**К.Ж. Мустофаев, З.К. Маймеков**

Комплексная оценка экологической емкости водохозяйственных бассейнов Казахстана . . . . . 128

**Қ.Т. Сапаров, А.Е. Егинбаева, Д.М. Кунбасова**

Геоакпараттық картографиялау әдісінің топонимиялық зерттеулердегі рөлі . . . . . 140

**Алексей В. Чердниченко**

О возможности внедрения бенчмаркинга в энергетике . . . . . 149

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

**О.Т. Айдаров, Г.Б. Токтаганова**

Құрғаған теңіз табанындағы өсімдік қауымдастығының қайта қалпына келуі, экологиялық күйі . . . . . 161

**ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

**Т.Т. Мусабаев, А.Ш. Чиканаев, А.Ш. Кушенов,  
И.А. Эйхман**

Градостроительное регулирование регионов Республики Казахстан 166

**А.М. Нургизаринов, Е.А. Назаров, А.Ж. Шарипова**

Аральский экологический кризис и изменение природно-хозяйственных комплексов в низовье реки Сырдарья . . . . . 176

**ХРОНИКА**

С.К. Давлетгалиев (к 80-летию со дня рождения) . . . . . 183

В.С. Чердниченко (к 75-летию со дня рождения) . . . . . 186

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

<b>G.T. Suleimenova, S.T. Akhmetova</b> Drought in Northern and Western Kazakhstan .....	7
<b>Z.S. Allakhverdiyev</b> Distribution of precipitation in a coastal zone of the Caspian Sea in the Azerbaijan Republic .....	16
<b>N.I. Ivkina, Zh. K. Naurozbayeva</b> Variation of the ice regime characteristics at the Kazakhstan's part of the Caspian Sea by climate change .....	28
<b>M.M. Moldakhmetov, L.K. Makhmudova, T.M. Kazakbayeva</b> Climate change in the flow of the rivers running into Lake Balkhash ..	36
<b>L.P. Mazur, A.G. CHigrenets, M.N. Rachenkov</b> Estimate of influence of the Ulken Almaty Lake to the regime and characteristic of the Ulken Almaty River flow .....	48
<b>S.K. Davletgaliyev, M.S. Ospanova</b> The minimum daily runoff of the Elek River Basin .....	58
<b>A.G. CHigrenets</b> Superficial water resources of the Almaty City territory .....	66
<b>S.K. Davletgaliyev, ZH.U. Beksultanova</b> Estimate of duration and repeatability of the dry and high water of the Zhayiyk River minimum flow .....	78
<b>N.I. Ivkina, A.G. Terekhov, Zh. K. Naurozbayeva</b> Caspian Sea Level Fluctuations and diagnostics of coastal line position modern changes with LANDSAT satellite data of 2005...2015 period	89
<b>M.A. Abduev</b> The study of the chemical composition of river water and salt flow (for example, the mountain rivers of Azerbaijan) .....	100
<b>S.M. Romanova, O.I. Ponomarenko</b> Features of chemical composition of a river water reservoirs .....	109
<b>A.N. Anurieva, T.YA. Lopareva</b> Correlation dependence biomass feed body from pollution by microelements to biota of the Balkhash Lake. Message 1. Impact pollution of sediment by microelements to the quantitative development of benthic communities .....	121

<b>K.ZH. Mustafayev, Z.K. Maimekov</b>	
Complex estimation of ecological capacity of aquicultural basins of Kazakhstan .....	128
<b>K.T. Saparov, A.E. Eginbayeva, D.M. Kunbasova</b>	
Role of a geoinformational and cartographic method in toponymic researches .....	140
<b>Alexey V. Cherednichenko</b>	
About possibility of benchmarking introduction to Energy .....	149
<b>BRIEF REPORTS</b>	
<b>O.T. Aidarov, G.B. Toktaganova</b>	
Restoration of the vegetable cover on the dried-up sea bottom territory and ecological state .....	161
<b>REVIEWS AND CONSULTATIONS</b>	
<b>T.T. Musabayev, A.SH. CHikanayev, A.SH. Kushenov, I.A. JAykhman</b>	
Town-planning regulation of regions of the Republic of Kazakhstan ..	166
<b>A.M. Nurgizarinov, E.A. Nazarov, A.ZH. SHaripova</b>	
Aral-ecological crisis and change of natural and economic complexes at the Syr-Darya River lower reach .....	176
<b>CHRONICLE</b>	
<b>S.K. Davletgaliyev</b> (to 80-anniversary) .....	183
<b>V.S. Cherednichenko</b> (to 75-anniversary) .....	186

УДК 551.5

Г.Т. Сулейменова \*

С.Т. Ахметова \*

**ЗАСУХИ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО И ЗАПАДНОГО  
КАЗАХСТАНА***КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА,  
АТМОСФЕРНАЯ ЗАСУХА, ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАСУХИ, ИНДЕКС  
АТМОСФЕРНОЙ ЗАСУШЛИВОСТИ*

*Рассматриваются климатические условия атмосферных засух на территории Северного и Западного Казахстана на примере 10 станций, равномерно распределенных по рассматриваемой территории, за период с 1960 по 2014 годы. Для характеристики интенсивности засух был использован индекс Д.А. Педея ( $S_i$ ). Установлено, что на рассматриваемой территории случаи со слабыми засухами наблюдались 466, средние – 206, а сильные – 54 раза. Сильные засухи почти повсеместно характеризуются высокими температурными аномалиями и значительными дефицитами осадков. Засушливые годы в основном отмечались на западных станциях.*

Цикличность периодов похолодания и потепления уже давно известна ученым. Однако теперь речь идет не столько о предотвращении этого явления, сколько об адаптации человечества к грядущим изменениям и снижению негативных последствий.

Засуха 2010 г. и паводки минувшей весны – предвестники глобального изменения климата персонально для Казахстана.

Глобальное изменение климата и связанные с ним рост температуры и практически неизменное количество осадков для нашего засушливого климата – факт неблагоприятный. Особенно эта тенденция проявляется в летний период, что негативно сказывается на урожаях и на экономике Казахстана.

Как отмечает С. Долгих, национальный эксперт по адаптации к изменениям климата, повышение температуры на два градуса приведет к повышению водообеспеченности в одних регионах и её уменьшению в других. При этом засушливые регионы еще меньше будут обеспечены водой. Это повлияет на рост пожаров и засухи, что приведет к снижению

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

экономического роста [7]. Засуха наносит ущерб не только экономике, при засухе снижается выработка электроэнергии, усложняются речные перевозки и страдают производства, потребляющие большое количество воды. В современных условиях успешный прогноз засух может дать значительный экономический эффект. В сельском хозяйстве, маневрируя культурами, удобрениями, приемами обработки почвы и т.д. можно значительно уменьшить последствия засухи [3]. Засуха, как известно, представляет собой временное явление резкой засушливости в атмосфере и почве, проявляющееся на фоне длительного периода без дождя. Она нередко бывает настолько жесткой, что спорадически нарушает протекающие в природе процессы, как в органическом, так и неорганическом мире. Борьба с засухой остается актуальной и в настоящее время [1].

Засухи наблюдаются при антициклоническом режиме погоды вследствие устойчиво-интенсивного прогрева воздушных масс. Активность трансформационных процессов над территорией Казахстана обусловлена природно-климатическими условиями: направленностью воздушных потоков, его начальными метеорологическими характеристиками, продолжительностью и скоростью переноса, физическими свойствами подстилающей поверхности, радиационным балансом и т.д. Так как засушливый тип погоды определяется крупномасштабными процессами циркуляции в атмосфере, то засухой могут быть охвачены огромные территории. Однако засушливые явления по причине сложности взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферной циркуляции над Казахстаном обычно не охватывают большие пространства непрерывно. Чаше засухи чередуются с регионами дождливой погоды. Засуха даже может узко локализоваться и непосредственно примыкать к увлажненным районам. Засухи на более или менее длительное время могут прерываться циклоническими процессами, приносящими осадки, вследствие чего может ослабляться или прерываться их губительное действие. Интенсивные засухи вызываются большими нарушениями нормальной атмосферной циркуляции задолго до их возникновения, например, сильными морозами зимой, ранними и поздними заморозками и другими. Засушливые годы нередко следуют друг за другом или разделяются более или менее длительными периодами удовлетворительного увлажнения, но простой периодичности в проявлении засух не прослеживается [2, 5].

Для количественного определения и прогнозирования засух обычно используются специальные характеристики, на пример гидротермиче-

ский коэффициент Селянинова (ГТК), индекс Рочевой, индекс суровости засух Пальмера (Palmer Drought Severity Index, PDSI), стандартизованный индекс осадков (Standardized Precipitation Index, SPI) и т.д. [8, 9, 10]. В данной статье в качестве критерия используется индекс Д.А. Педя. Для описания степени засушливости Педя берет показатель  $S_i$ , отражающий атмосферную засуху:

$$S_i = \frac{\Delta T_i}{\sigma_T} - \frac{\Delta R_i}{\sigma_R}, \quad (1)$$

где,  $\Delta T_i$  и  $\Delta R_i$  – абсолютные отклонения от нормы температуры воздуха и суммы осадков в  $i$ -й год,  $\sigma_T$  и  $\sigma_R$  – средние квадратичные отклонения этих величин [8].

Параметр  $S_i$  определялся нами для 10 метеостанций Северного и Западного Казахстана для каждого месяца по данным температуры и осадков теплого полугодия (апрель – сентябрь) с 1960 по 2014 г.

По показателям  $S_i$  строятся карты, позволяющие проследить распространение засушливых явлений. Показатель засухи Педя устраняет недостатки ряда предложенных ранее критериев. Отличительной чертой критерия  $S_i$  является хорошая связь с урожайностью [6].

В табл. 1 приведены экстремальные значения параметра засушливости ( $S_{\max}$ ), которые наблюдались на исследуемой территории на примере 10 метеостанций.

Таблица 1  
Экстремальные значения параметра засушливости,  $S_{\max}$

Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Петропавловск					
3,22 (2012 г.)	3,17 (1991 г.)	2,76 (1994 г.)	2,87 (1989 г.)	4,46 (1981 г.)	3,54 (1971 г.)
Кокшетау					
3,07 (1995 г.)	3,39 (2004 г.)	3,29 (1991 г.)	3,17 (1989 г.)	3,78 (2003 г.)	3,02 (1971 г.)
Атбасар					
2,78 (2012 г.)	2,86 (1968 г.)	3,26 (2010 г.)	2,94 (1998 г.)	3,48 (1998 г.)	3,32 (1971 г.)
Астана					
2,74 (1995 г.)	2,89 (2001 г.)	3,61 (1991 г.)	3,33 (1965 г.)	2,99 (2014 г.)	3,30 (2011 г.)

Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Павлодар					
3,29 (1997 г.)	2,23 (1965 г.)	2,81 (1981 г.)	3,51 (1965 г.)	3,25 (1998 г.)	2,97 (1966 г.)
Костанай					
3,07 (1975 г.)	3,29 (1991 г.)	3,17 (1991 г.)	3,66 (1989 г.)	3,83 (1981 г.)	3,26 (1971 г.)
Актобе					
3,52 (1995 г.)	2,52 (2010 г.)	3,41 (2010 г.)	3,19 (1984 г.)	3,35 (2012 г.)	3,91 (1971 г.)
Уральск					
2,78 (1975 г.)	2,84 (1979 г.)	3,32 (1998 г.)	3,63 (2010 г.)	3,62 (2010 г.)	4,00 (1971 г.)
Атырау					
4,21 (2012 г.)	3,07 (2014 г.)	3,48 (2010 г.)	3,03 (2011 г.)	3,17 (2014 г.)	3,29 (1971 г.)
Уил					
3,33 (1995 г.)	2,79 (2013 г.)	3,50 (2006 г.)	2,78 (1984 г.)	2,92 (2006 г.)	3,55 (1971 г.)
<b>Среднее</b>					
<b>3,21</b>	<b>2,93</b>	<b>3,26</b>	<b>3,22</b>	<b>3,49</b>	<b>3,42</b>

По данным табл. 1 видно, что экстремальные значения параметра засух колеблются в пределах от 2,23 (Павлодар, 1965 г.) до 4,21 (Атырау, 2012 г.). В апреле в среднем для территории Северного и Западного Казахстана значение  $S_{\max}$  равно 3,21, в мае – 2,93, в июне – 3,26, в июле – 3,22, в августе – 3,49 и в сентябре – 3,42. Полученные результаты свидетельствуют о том, что очаги наиболее сильных засух не сконцентрированы в каком либо одном районе, а меняют свое положение в зависимости от месяца. Судя по экстремальным значениям, можно сказать, что за последнее десятилетие наиболее часто засухи отмечались на территории Западного Казахстана (М Атырау). На рис. 1 представлено общее число случаев с засухами за теплый период.

По степени интенсивности различают  $S_i = 1,0 \div 2,0$  – слабые,  $S_i = 2,0 \div 3,0$  – средние и  $S_i \geq 3,0$  – сильные засухи (рис. 2, 3).

Представленные рисунки показывают, что за рассматриваемый период на территории Северного и Западного Казахстана наблюдалось 1354 случая с засухами, из них 466 (65%) приходится на слабые, 206 (28 %) – на средние и 54 (7 %) – на засухи сильной интенсивности. Наиболее повторяющимися являются слабые засухи, гораздо реже – средние, и

еще меньше – сильные засухи. Причем наибольшая повторяемость слабых засух наблюдается в Петропавловске и Уиле, за весь период наблюдений с 1960 по 2014 г. они встречались 65 и 64 раза соответственно. Средние засухи чаще всего встречаются в Уральске и Астане, за исследуемый период времени они наблюдались 30 и 29 раз соответственно. Сильные засухи в основном наблюдаются в Кокшетау и Актобе (11 и 10 раз).

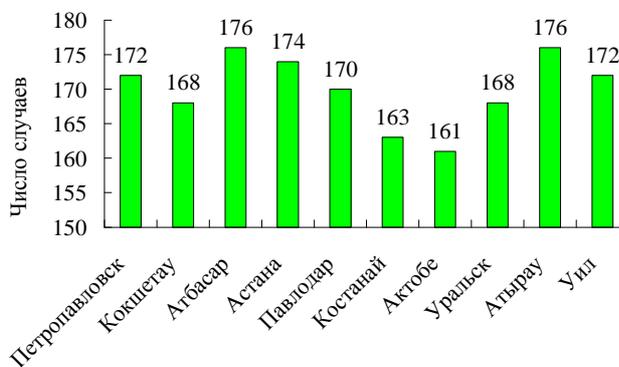


Рис. 1. Общее число случаев с засухами за теплый период.

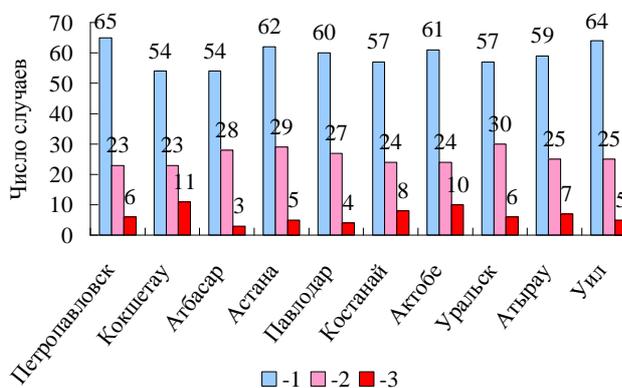


Рис. 2. Число случаев засух различной интенсивности за теплый период для рассматриваемой территории. 1 – слабая, 2 – средняя, 3 – сильная.

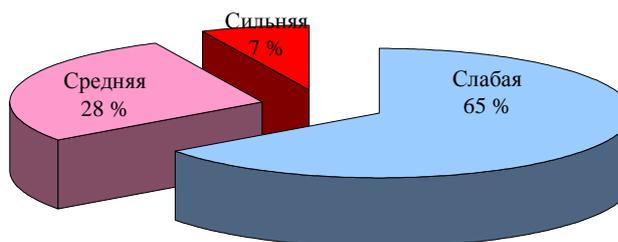


Рис. 3. Число случаев засух различной интенсивности за теплый период (%) на северо-западе Казахстана.

Для сельскохозяйственного производства опасны засухи при  $S_i > 1$ . Такие засухи наблюдались на исследуемой территории в следующие годы и месяцы (табл. 2).

Таблица 2

Повторяемость атмосферных засух ( $S_i > 1$ ) по месяцам летнего периода на севере и западе Казахстана

Месяц	Год
Апрель	1962, 1967, 1973, <b>1975</b> , 1977, 1982, 1983, 1986, 1988, 1991, 1995, 1997, 2000, 2008, <b>2012</b> , 2013
Май	1961, 1965, 1968, 1974, <b>1975</b> , 1977, 1980, 1987, 1991, 1996, 2001, 2004, 2005, <b>2010</b> , <b>2012</b> , 2014
Июнь	1963, 1965, <b>1975</b> , 1977, 1987, 1988, 1991, 1994, 1995, 1996, 1998, 2006, 2009, <b>2010</b> , <b>2012</b> , 2014
Июль	1962, 1965, 1966, 1971, <b>1975</b> , 1980, 1983, 1984, 1989, 1996, 1998, 2008, <b>2010</b> , <b>2012</b>
Август	1966, 1976, 1981, 1988, 1998, 1999, 2003, 2007, 2008, <b>2010</b> , <b>2012</b> , 2014
Сентябрь	1971, 1974, <b>1975</b> , 1978, 1994, 1997, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2009, <b>2010</b> , 2011, <b>2012</b>

Анализ полученных данных показал, что во все месяцы подряд с апреля по сентябрь засухи наблюдались в 2012 г. и с апреля по август 1975 г. и 2010 г., т.е. в течение пяти месяцев подряд.

Судя по табл. 3, можно сказать, что засушливые годы чаще отмечались на территории Западного Казахстана, нежели на севере.

Таблица 3

Атмосферные засухи с  $S_i > 2$  в летние месяцы

Месяц	Регион, год		
	Север и запад	Север	Запад
Апрель	1967, 1975, 1995, 1997, 2012	1995, 1997, 2012	1975, 1995, 2012
Май	1968, 1991, 2004, 2014	1991, 2004, 2014	1968, 2012, 2013, 2014
Июнь	1977, 1988, 1991, 2010	1963, 1977, 1988, 1991, 1994	1977, 1988, 1998, 2006, 2009, 2010
Июль	1965, 1989, 1998	1965, 1989, 1998	1984, 2010
Август	1976, 1981, 1998, 2010, 2014	1976, 1981, 1998, 2010, 2014	1976, 2006, 2010, 2014
Сентябрь	1971	1971	1971, 2005
<b>Всего</b>	<b>22 года</b>	<b>20 лет</b>	<b>21 год</b>

Представляет интерес рассмотреть значения основных метеорологических величин, соответствующих различным типам засух. В табл. 4 приведены отклонения от нормы средней месячной температуры воздуха ( $\Delta T$  °С) и месячной суммы осадков ( $\Delta R$  мм) при засухах различного типа по станциям Северного и Западного Казахстана. Здесь же приведено общее для  $\Delta T$  и  $\Delta R$  число случаев, за которое производилось их осреднение.

Таблица 4

Отклонения от нормы средней месячной температуры воздуха  $\Delta T$  и среднего месячного количества осадков  $\Delta R$  для месяцев с засухами

Станция	Интенсивность засухи								
	слабая			средняя			сильная		
	$\Delta T$ °С	$\Delta R$ мм	n	$\Delta T$ °С	$\Delta R$ мм	n	$\Delta T$ °С	$\Delta R$ мм	n
<b>Северный Казахстан</b>									
Петропавловск	1,5	-14,3	65	2,9	-24,2	23	4,0	-28,5	6
Кокшетау	1,3	-19,9	54	2,6	-19,5	23	3,9	-30,3	11
Атбасар	1,1	-9,7	54	2,8	-10,8	28	5,0	-10,5	3
Астана	2,0	-16,2	62	3,1	-19,7	29	4,6	-32,8	5
Павлодар	1,4	-11,9	60	2,4	-17,5	27	3,4	-24,1	4
Костанай	1,3	-18,7	57	3,0	-22,6	24	4,4	-27,9	8
<b>Среднее</b>	<b>1,4</b>	<b>-15,1</b>		<b>2,8</b>	<b>-19,1</b>		<b>4,2</b>	<b>-25,7</b>	
<b>Западный Казахстан</b>									
Актобе	1,5	-14,4	61	2,8	-27,1	24	3,5	-32,5	10
Уральск	0,0	-0,5	57	0,8	-8,6	30	0,8	-8,0	6
Атырау	1,2	-9,5	59	1,2	-10,8	25	4,3	-11,3	7
Уил	1,7	-11,0	64	3,3	-15,1	25	5,0	-18,5	5
<b>Среднее</b>	<b>1,1</b>	<b>-8,9</b>		<b>2,0</b>	<b>-15,4</b>		<b>3,4</b>	<b>-17,6</b>	

Как видно по данным табл. 4, засухи на территории Северного и Западного Казахстана характеризуются широким спектром отклонений температуры воздуха и осадков от их многолетних значений. На севере Казахстана для засух слабой интенсивности присущи аномалии температуры воздуха от 1,1 до 2,0 °С. Месячные суммы осадков изменяются в пределах -9,7 и -19,9 мм. Обычно для слабых засух характерны или высокие температуры воздуха и увлажнение, близкое к норме, или незначительные осадки и небольшие аномалии термического режима. А для засух средней интенсивности  $\Delta T$  колеблется в пределах от 2,4 до 3,1 °С, а осадки – от -10,8 до -24,2 мм. Сильные засухи характеризуются высокими температурными аномалиями и значительными дефицитами осадков (от 3,4 до 5,0 °С и от -10,5 до -32,8 мм соответственно).

На западе Казахстана для засух слабой интенсивности аномалии температуры воздуха колеблются от 0,0 до 1,7 °С. Месячные суммы осадков изменяются в пределах -0,5 и -14,4 мм. А для засух средней интенсивности  $\Delta T$  колеблется в пределах от 0,8 до 3,3 °С, а осадки – от -8,6 до -27,1 мм. Сильные засухи характеризуются высокими температурными аномалиями и значительным дефицитом осадков,  $\Delta T$  изменяется от 0,8 до 5,0 °С и  $\Delta R$  от -8,0 до -32,5 мм.

Таким образом, за рассматриваемый период на территории Северного и Западного Казахстана наблюдалось 6 засушливых лет (1975, 1991, 1998, 2005, 2010, 2012), в которые засухи отмечались почти весь весенне-летний период. Сильные засухи почти повсеместно характеризуются высокими температурными аномалиями и значительными дефицитами осадков. Засушливые годы в основном отмечались на западных станциях. Также, хотелось бы выделить 2012 год, так как за последнее десятилетие он повсеместно характеризуется большими значениями индекса засушливости на рассматриваемой территории.

Проблема исследований засух, их тенденций и прогноза в настоящее время актуальна, так как Казахстан является зерносеющим регионом, а засухи негативно отражаются на урожайности зерновых культур. Поэтому моделирование и прогнозирование засух в этом регионе, физических факторов, их определяющих, в условиях современного изменения климата имеет большое значение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Байдал М.Х., Неушкин А.И. Макроциркуляционные факторы и прогноз засух в основных сельскохозяйственных районах СССР //Тр. ВНИГМИ. – 1979. – Вып. 59. – С. 6-11.
2. Байдал М.Х., Утешев А.С. О сопряженности явлений засух юга европейской территории СССР и северной половины Казахской ССР // Тр. КазНИГМИ. – 1959. – Вып. 11.
3. Клещенко А.Д. Современные проблемы мониторинга засух // Тр. ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 3-13.
4. Педь Д.А. Климатические особенности атмосферных засух и избыточного увлажнения // Труды ГМЦ СССР. – 1975. – Вып. 156. – С. 39-76.
5. Скаков А.А., Туреханова М.А. Об изменчивости среднемесячной температуры воздуха и месячного количества осадков в Казахстане в летний период // Тр. КазНИГМИ. – Вып. 56. – С. 35-40.

6. Уланова Е.С., Страшная А.И. Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Тр. ВНИИСХМ. – 2000. – Вып. 33. – С. 64-83.
7. Чем грозит Казахстану глобальное потепление? [Электрон. ресурс]. – 2011. – URL: [http://www.climate.kz/rus/?m=news\\_one\\_link&id=444](http://www.climate.kz/rus/?m=news_one_link&id=444).
8. Черенкова Е.А. Динамика опасной атмосферной засухи в Европейской России // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 11. – С. 30-41.
9. McKee T.B., Doesken N. J., Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales, in: Preprints, 8<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology, January 17-22 Anaheim, California, – 1993. – С. 179-184.
10. Palmer W.C. Meteorological Droughts // U.S. Department of Commerce Weather Bureau Research Paper. – 1965. – С. 45-58.

Поступила 31.03.2015

Ғ.Т. Сулейменова  
С.Т. Ахметова

### **СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ**

*Бұл мақалада Солтүстік және Батыс Қазақстан территориясында орналасқан 10 метеостанциялардың мәліметтері бойынша 1960 және 2014 жылдар аралығында жылдың жылы мезгілдеріндегі атмосфералық құрғақшылықтың климаттық жағдайлары қарастырылады. Құрғақшылықтың қарқындылығын сипаттау үшін Д.А. Педь индексі ( $S_i$ ) қолданылды. Зерттелген аймақта ең көп байқалатыны – әлсіз құрғақшылықтар, ал орташа құрғақшылық сирек кездесе, күшті құрғақшылықтар өте сирек байқалатынын көруге болады. Барлық жерде күшті құрғақшылықтар өте жоғары ауа температурасымен және айтарлықтай жауын-шашын тапшылығымен сипатталады. Құрғақшылық жылдар негізінен еліміздің батыс аумағында байқалған.*

УДК 551.517.31.6

Канд. геогр. наук З.С. Аллахвердиев \*

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДКОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ  
КАСПИЙСКОГО МОРЯ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ***СРЕДНЕМЕСЯЧНАЯ НОРМА ОСАДКОВ, СРЕДНИЕ МНОГОЛЕТ-  
НИЕ ОСАДКИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ*

*В статье была использована информация о количестве осадков за многолетний период 1961...2009 гг. по метеорологическим станциям Хачмаз, Сумгаит, Пираллахи, остров Жилой, Баку, Нефтчала и Ленкорань, действующим на западном берегу Азербайджанской акватории Каспийского моря. Для каждой гидрометеорологической станции были вычислены среднемесячные, сезонные, годовые и многолетние суммы осадков за периоды 1961...1990 гг., 1991...2009 гг. и 1961...2009 гг. При проведении сравнительного анализа в обобщённом виде, вычислены показатели осадков, усреднённые по побережью Каспийского моря, включая Азербайджанскую акваторию.*

В настоящее время проблема изменения климата очень актуальна. Климат на планете Земля изменяется с большой скоростью и этот факт никто не отрицает. Основную роль в изменении климата играет хозяйственная деятельность людей. Изменение климата не означает просто возрастание температуры воздуха. Под термином «глобальное изменение климата» понимается переустройство всей геосистемы. Потепление является одним из этих изменений. Проведённые наблюдения показывают, что таяние ледников, увеличение осадков, изменение режима речных потоков, повышение уровня Мирового океана и другие глобальные изменения, связаны с нарушением равновесия климата.

Опасность изменения климата в яркой форме проявляет себя в повышении интенсивности опасных атмосферных явлений и широком распространении инфекционных заболеваний. Это приводит к большим эко-

---

\* Институт географии им. акад. Г. Алиева НАНА, Баку, Азербайджан

номическим потерям и, в то же время, оказывается в опасности стабильная деятельность экосистемы, здоровье и жизнь людей. Если общество не примет соответствующих упреждающих мер, то в будущем оно столкнется с ещё более опасными проявлениями.

С этой точки зрения возникла необходимость исследования распределения атмосферных осадков на Азербайджанском побережье Каспийского моря, включая акваторию в период глобального изменения климата, и это статья призвана внести ясность в данный вопрос.

Наблюдаемые осадки за 1961...1990 гг. приняты за норму осадков. Результаты для метеорологической станции (М) Хачмаз, расположенной на севере западного побережья Каспийского моря, приведены в табл. 1. Как видим, между наблюдаемыми на территории нормами месячных осадков нет существенной разницы, и диапазон их распределения варьирует между 15 мм и 37 мм. Для этой территории многолетняя норма годовых сумм осадков составляет 312 мм. В ряде источников даётся информация об изменении осадков в диапазоне 40...50 мм [2-6].

В 1961...1990 гг. нормы месячных осадков по сезонам составляли: зимой – 22, весной – 26, летом – 22 и осенью – 33 мм. Как видим, в осенний сезон, по сравнению с другими временами года, выпадает больше осадков. В этот период (1961...1990 гг.) максимум годового количества осадков (461 мм) приходится на 1966 год, а минимум (156 мм) наблюдался в 1990 году. За последние десятилетия, в течение которых наблюдалось повышение температуры воздуха, распределение осадков, выпадающих на данной территории, является одним из важных факторов. С этой целью были вычислены и отражены в табл. 1 наблюдаемые в 1991...2009 годах средние многолетние суммы осадков. Как видим, средние многолетние месячные осадки варьируют в пределах 14...41 мм. Среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 288 мм, а это ниже присущей для данной территории нормы (312 мм) осадков. В этот период максимум годовых осадков наблюдался в 1995 г. (424 мм), а минимум – в 2001 г. (114 мм).

В период 1991...2009 гг. сезонное распределение среднемесячных осадков выглядит следующим образом: зимой 24, весной 19, летом 23 и осенью 29 мм. Как и в предыдущем периоде (1961...1990 гг.), в этом периоде (1991...2009 гг.) наибольшее количество осадков выпало в осенний сезон.

В совокупности за период 1961...2009 гг. на исследуемой территории наблюдается тенденция к уменьшению осадков. В результате проведенных

исследований выяснилось, что за период 1991...2009 гг. средняя температура воздуха на территории повысилась [1], а количество осадков снизилось.

Таблица 1

Внутригодовое распределение количества осадков в прибрежной зоне Каспийского моря в Азербайджанской Республике, мм

Период	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Хачмаз</b>													
1991...1990	21	22	25	32	27	19	15	18	34	37	31	28	312
1991...2009	23	27	23	21	18	16	16	14	41	37	30	20	288
1961...2009	22	24	24	28	24	18	15	17	37	37	31	25	302
<b>Сумгаит</b>													
1991...1990	19	20	21	23	17	10	3	11	16	24	24	19	209
1991...2009	19	19	15	13	15	7	5	5	21	30	35	27	211
1961...2009	19	19	19	19	17	9	4	8	18	26	28	22	210
<b>Пираллахи</b>													
1991...1990	14	17	24	17	16	11	4	8	15	21	21	17	185

Период	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1991...2009	14	16	19	13	12	8	3	4	16	23	23	26	177
1961...2009	15	17	21	16	12	9	4	5	16	25	24	25	189
<b><i>Остров Жилой</i></b>													
1961...1990	12	16	20	17	12	6	3	4	11	19	21	16	154
1991...2009	16	10	11	15	10	3	2	1	11	17	23	23	143
1961...2009	13	14	17	15	11	5	2	3	11	19	22	19	150
<b><i>Баку</i></b>													
1961...1990	19	22	23	22	18	12	3	8	13	23	27	19	209
1991...2009	25	28	18	19	14	9	5	2	23	40	37	47	267
1961...2009	22	24	21	21	16	11	3	6	17	29	30	30	231

Период	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

<i>Нефтчала</i>													
1961...1990	19	31	28	34	26	12	3	9	17	44	37	23	282
1991...2009	24	27	28	25	17	8	4	3	35	40	42	26	276
1961...2009	21	29	28	31	22	10	3	6	24	42	39	24	280
<i>Ленкорань</i>													
1961...1990	74	92	89	50	44	42	18	64	133	232	157	73	1067
1991...2009	98	111	93	55	43	29	37	50	141	183	160	117	1115
1961...2009	84	100	91	52	43	37	26	58	136	212	159	90	1086

Нормы месячных осадков на М Сумгаит меняются в пределах от 3 до 24 мм, а норма годового количества составила 209 мм. По литературным источникам месячные суммы осадков на этой станции изменяются в пределах 3...24 мм, а средние многолетние годовые, составляют 160 мм [2-6]. Отметим также, что в некоторые годы годовые осадки резко отличаются от нормы, т.е. диапазон изменения годовых осадков (85 мм в 1971 г., 363 мм в 1963 г.) существенен. В эти годы максимум месячных осадков составляет 94 мм и приходится на март 1974 г.

Анализируя месячные осадки по сезонам за период 1961...1990 гг. видим, что в осенний сезон года выпадает больше осадков относительно других времен. Нормы месячных осадков по сезонам составляли соответственно: зимой 19, весной 20, летом 8 и осенью 21 мм.

В 1991...2009 гг. среднее многолетнее количество месячных и годовых осадков было близко к норме для этой территории (табл. 1). Это указывает на отсутствие значительного влияния изменения климата на режим осадков этой территории.

В период 1991...2009 гг. в осенний сезон выпадает больше осадков относительно других времен года, по сезонам количество осадков следующие: зимой 22, весной 14, летом 6 и осенью 29 мм.

При анализе средних многолетних значений за разные периоды 1961...2009 гг. видно, что тенденции отсутствуют.

Для М Пираллахи за период 1961...1990 гг. количество годовых осадков колебалось в пределах от 80 (1975 г.) до 316 мм (1967 г.). На этой территории нормы месячных осадков колебались в пределах 4...24 мм, среднее многолетнее годовое количество осадков составило 185 мм (табл. 1). Во многих источниках [2-6] средние многолетние годовые осадки приводятся в количестве 158 мм. В ряде лет годовые осадки в значительной степени отличаются от нормы. В марте, октябре и ноябре осадков наблюдалось относительно больше по сравнению с другими месяцами.

В период 1961...1990 гг. весной и осенью осадков выпадает больше, чем в другие сезоны: зимой 16, весной 19, летом 8 и осенью 19 мм.

В период 1991...2009 гг. многолетнее количество осадков (177 мм) было меньше нормы (табл. 1). В этот же период максимум осадков наблюдался в ноябре и декабре. Средние многолетние осадки за период 1961...2009 гг. составили 189 мм, что очень близко к норме. В этот период распределения среднемесячных осадков по сезонам следующее: зимой 23, весной 13, летом 3 и осенью 25 мм.

За последние 15 лет (1998...2012 гг.) на рассматриваемой территории среднегодовая температура воздуха в ощущаемой степени была выше нормы [1]. Средние многолетние осадки (177 мм), наоборот, оказались ниже нормы (185 мм).

Норма осадков за 1961...1990 гг. для М Остров Жилой равна 154 мм. В литературных источниках дается информация о выпадении годовых осадков в пределах 115...220 мм [2-6]. Нормы месячных осадков варьируют в пределах от 3 до 21 мм. Для М Остров Жилой наименьшее

месячное количество осадков (3 мм) наблюдается в июле, а наибольшее (21 мм) – в ноябре (табл. 1). В период 1961...1990 гг. годовые осадки изменяются в пределах от 56 мм (1981 г.) до 316 мм (1964 г.).

По сезонам среднемесячные нормы осадков составляют: зимой 15, весной 16, летом 4 и осенью 17 мм. Как видим, в осенние и весенние сезоны здесь наблюдается относительно больше осадков.

В период 1991...2009 гг. среднее многолетнее количество осадков на 14 мм ниже характерной для этой территории нормы осадков (табл. 1). В эти же годы среднее многолетнее количество осадков по сезонам составляет: зимой 16, весной 11, летом 2 и осенью 16 мм. То есть, за исключением летнего сезона, в другие времена года на М Остров Жилой наблюдается выпадение относительно большого количества осадков. Минимум годовых осадков составил 45 мм (1997 г.), максимум – 316 мм (1964 г.). В распределении многолетних осадков (1961...2009 гг.) наблюдается слабая тенденция к уменьшению.

Норма осадков для М Баку равна 209 мм. По литературным источникам дается информация о годовых суммах осадков в размере 222 мм [2-6]. Нормы месячных осадков изменяются в пределах от 3 до 27 мм (в литературных источниках дается информация о месячных суммах осадков в пределах 5...33 мм [2-5]). Наименьшая сумма осадков (3 мм) наблюдается в июле, а наибольшая (27 мм) – в ноябре (табл. 1). В период 1961...1990 гг. годовые осадки изменялись в пределах от 91 мм (1975 г.) до 388 мм (1963 г.).

За период 1961...1990 гг. количество осадков по сезонам было следующим: зимой 20, весной 22, летом 8 и осенью 21 мм. Как видим, за исключением летнего сезона, в остальные времена года осадки распределены равномерно.

В период 1961...2009 гг. годовые суммы осадков сильно различаются. Так, наименьшее количество годовых осадков (79 мм) наблюдалось в 1998 г., а наибольшее (503 мм) в 2006 г.

В период 1991...2009 гг. средние многолетние осадки (267 мм) были на 58 мм выше нормы (табл. 1). В этот период количество осадков по сезонам распределялось следующим образом: зимой 28, весной 17, летом 6 и осенью 33 мм. Отсюда видно, что здесь наблюдается относительно больше осадков в осенний и зимний сезоны.

В 1961...2009 гг. наблюдается увеличение годовых осадков, средние многолетние осадки за 49 лет составляют 231 мм (табл. 1).

Из проведённого анализа видно, что на станции Баку наблюдается рост годовых осадков.

В табл. 1 даются также нормы осадков за 1961...1990 гг., наблюдаемых на М Нефтчала. Как видно, средние многолетние месячные осадки имеют большой разброс и изменяются в пределах от 3 до 44 мм. Многолетняя норма годовых осадков составляет 282 мм. В литературных источниках даётся информация о годовых суммах осадков в размере 115...220 мм [2-6].

Нормы осадков по сезонам были: зимой 28, весной 29, летом 8 и осенью 35 мм. Осенью по отношению к другим временам года выпадает больше осадков. В этот период максимум годовых осадков наблюдался в 1971 г. (897 мм), а минимум – в 1980 г. (98 мм).

В последнее время по причине возрастания средней годовой температуры воздуха изучение изменчивости выпадающих на рассматриваемую территорию осадков крайне необходимо. С этой точки зрения собранная за период 1991...2009 гг. информация была проанализирована и представлена в табл. 1. Было выяснено, что месячные осадки изменялись в пределах от 3 до 42 мм, средние многолетние годовые осадки составили 276 мм, что ниже нормы. В этот период распределение количества осадков по сезонам выглядело следующим образом: зимой 26, весной 23, летом 5 и осенью 39 мм.

Если проанализировать данные за 1961...2009 гг., то можно заметить, что многолетние осадки (280 мм) не сильно отличаются от характерной для данной территории нормы (282 мм), и здесь есть тенденция к слабому уменьшению осадков.

Распределение осадков, зафиксированных на М Ленкорань, отличается от всех других станций, расположенных в западной прибрежной части Каспийского моря. Как видно из данных табл. 1, нормы месячных осадков за 1961...1990 гг. варьирует в пределах от 18 до 232 мм. В литературных источниках даётся информация о месячном количестве осадков в пределах 22...243 мм, а годовых осадков в количестве 1243 мм [2-6].

В сезонном распределении наибольшие значения нормы осадков (174 мм) наблюдаются в осенний сезон. Нормы осадков и в другие сезоны следующие: зимой 80, весной 61 и летом 40 мм. Норма годовых осадков составляет 1067 мм. В период 1961...2009 гг. наибольшие годовые осадки (2035 мм) наблюдались в 1982 г., а наименьшие (301 мм) – в 1974 г. Наибольший интерес представляет самый важный период, охватывающий

1991...2009 гг. (табл. 1). В этот период распределение месячных осадков меняется между 29 и 183 мм, а многолетние годовые осадки составили 1115 мм. Отметим также, что диапазон изменения годовых осадков очень широкий - от 739 мм (в 1995 г.) до 1573 мм (в 1993 г.). Распределение осадков по сезонам происходит следующим образом: зимой 111, весной 66, летом 38 и осенью 178 мм. Из проведенного анализа автор пришел к выводу, что количество осадков на М Ленкорани по сравнению с нормой повысилось в последние годы (табл. 1).

После статистического анализа осадков, наблюдаемых на каждой из действующих гидрометеорологических станциях на побережье и в акватории Каспийского моря, были получены показатели многолетних осадков в обобщенном виде (табл. 2). Как видно, нормы месячных сумм осадков меняются в пределах 6...57 мм, а норма осадков (1961...1990 гг.) составила 324 мм.

Таблица 2

Внутригодовое распределение осадков в различные периоды на Азербайджанском побережье и прилегающей к нему акватории Каспийского моря, мм

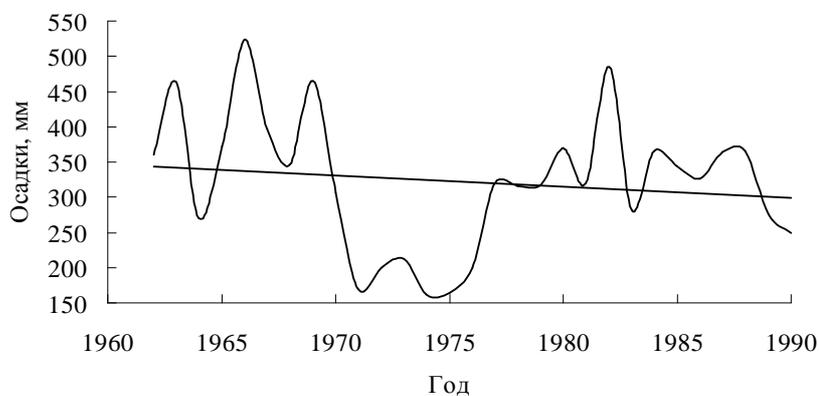
Период	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1961...1990	24	29	31	26	22	14	6	15	31	57	42	27	324
1991...2010	29	31	27	22	17	10	9	10	37	48	46	37	323

По сезонам нормы осадков следующие: зимой 27, весной 26, летом 12 и осенью 43 мм.

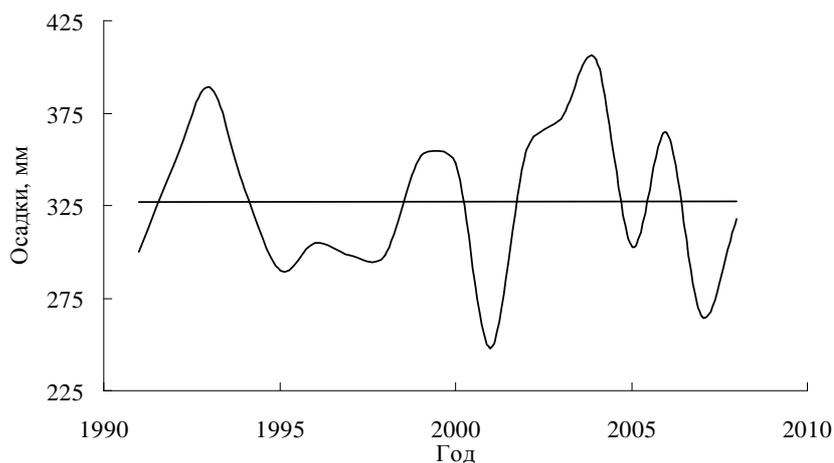
Для того чтобы ясно представить временной ход осадков в период 1961...1990 гг., была построена кривая (рис. 1). По построенной кривой ясно видна тенденция к уменьшению осадков.

Выпавшие в исследуемом регионе в период 1991...2009 гг. многолетние месячные осадки (табл. 2) менялись в пределах 9...48 мм, а сред-

ние многолетние годовые осадки составили 323 мм, что очень близко к норме. Значит, в годы изменения климата (1991...2009 гг.) повышение температуры существенно не повлияло на выпадение осадков, что отражено на рис. 2, где даётся временной ход годовых осадков за период 1991...2009 гг. При анализе сезонных осадков в период 1991...2009 гг. выяснилось, что зимой и осенью количество осадков было больше нормы, а летом и весной – ниже нормы [1].



*Рис. 1. Временной ход осадков, обобщенных по Азербайджанскому побережью и акватории Каспийского моря в 1961...1990 гг., мм/год.*



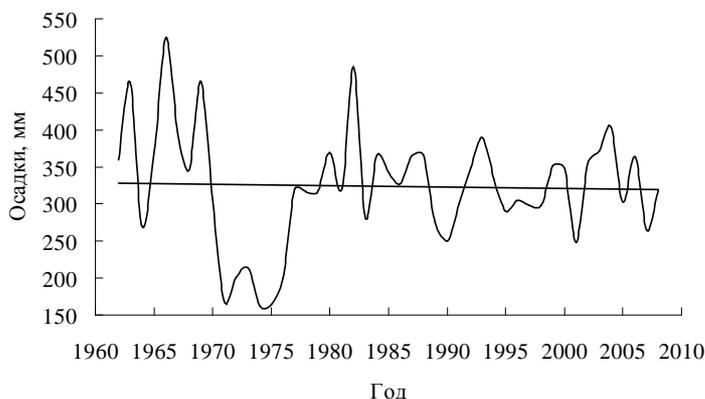
*Рис. 2. Временной ход осадков, обобщенных по Азербайджанскому побережью и акватории Каспийского моря в 1991...2009 гг., мм/год.*

На рис. 3 приведен временной ход годовых осадков в период 1961...2009 гг., усредненных по территории.

На рис. 3 видно небольшую тенденцию к уменьшению осадков в период 1961...2009 гг.

Таким образом, анализ материалов наблюдений за осадками показал, что:

1. Количество средних многолетних осадков (323 мм), наблюдаемых в период 1991...2009 гг. на Азербайджанском побережье и акватории Каспийского моря, было очень близко к характерной для территории норме осадков (324 мм).



*Рис. 3. Временной ход осадков, обобщенных по Азербайджанскому побережью и акватории Каспийского моря в 1961...2009 гг., мм/год.*

2. Количество осадков на Азербайджанском побережье и акватории Каспийского моря в осенне-зимний сезон (1991...2009 гг.) было относительно выше (228 мм) нормы (210 мм), а в весенне-летний сезон относительно ниже (95 мм) нормы (114 мм).

3. На Азербайджанском побережье и акватории Каспийского моря в 1962...1969 гг. и в 1982 г. наблюдалось количество осадков значительно выше нормы, в период 1970...1975 гг. и в 1990, 2001 и 2007 годы количеств было значительно ниже нормы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование влияния изменений климата на гидрометеорологические условия Каспийского моря: Отчёт о НИР/ Научный Инновационный центр НАНА. – № ГР 0110Аз2001; Инв. № 0311Аз142. – Баку, 2012. – 162 с. – Отв. исполн. З.С. Аллахвердиев.

2. Монографический справочник. Том VI. Каспийское море / Под ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 360 с.
3. Справочник по климату СССР. Ч. I-V. Вып. 13. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 84 с.
4. Справочник по климату СССР. Ч. I-V. Вып. 15. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 218 с.
5. Справочник по климату СССР. Ч. I-V. Вып. 18. – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 118 с.
6. Справочник по климату СССР. Ч. I-V. Вып. 30. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 64 с.

Поступила 11.03.2015

Геогр. ғылымд. канд. З.С. Аллахвердиев

### **ӘЗІРБАЙЖАН РЕСПУБЛИКАСЫ КАСПИЙ ТЕҢІЗІ ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ТАРАЛУЫ**

*Мақалада Каспий теңізінің Әзірбайжан суайдынының батыс жағалауында орналасқан Хачмаз, Сумгаит, Пираллахи, Жилой, Баку, Нефтчала және Ленкорань гидрометеорологиялық станцияларынан алынған көпжылдық (1961...2009 жж.) шауын-шашын мәліметтері қолданылған. Зерттеу барысында әр гидрометеорологиялық станцияның жағалау аймақтары үшін жауын-шашынның 1961...1990 жж., және 1991...2010 жж. кезеңдеріне орташа айлық, маусымдық, жылдық және көпжылдық шамалары есептелінген. Қорытынды түрдегі салыстырмалы талдау барысында Каспий теңізінің Әзірбайжан су айдыны аймағында түсетін жауын-шашынның көрсеткіштері есептелді.*

УДК 551.583

Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина \*  
Ж.К. Наурызбаева \*

**ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕДОВОГО РЕЖИМА  
КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ, В СВЯЗИ С  
ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА**

*ЗИМА, ТИПИЗАЦИЯ, УСТАНОВЛЕНИЕ ЛЬДА, РАЗРУШЕНИЕ ЛЬДА*

*В статье рассмотрен холодный период с 1980 по 2014 гг. на территории Северного Каспийского моря, использована классификация П.И. Бухарицина для выявления типов зим. Изучен временной ход изменения температуры воздуха, проведен анализ наблюдаемых ледовых явлений на примере станции М Пешной за зимние периоды 1993...1994 гг. и 2011...2012 гг. как наиболее показательные. Устойчивый лед устанавливается заметно позже, таяние и разрушение начинается раньше.*

Как известно Каспийское море относится к частично замерзающим морям. В его северо-восточной части, как и на всем Северном Каспии ежегодно устанавливается устойчивый ледяной покров, отличающийся большой динамичностью. Он препятствует нормальному судоходству, способствует разрушению береговых гидротехнических сооружений. Ледовые условия оказывают влияние не только на многие морские отрасли хозяйства, но и на экологическую ситуацию в регионе, например, смещение сроков ледовых явлений оказывает влияние на биологические циклы в экосистемах, что отражается, в свою очередь, на рыбопродуктивности. Поэтому, целью данного исследования было выявление изменений ледовых условий в связи с изменением климата. В качестве региона исследования выбрана северо-восточная часть, примыкающая к берегам Казахстана, так как здесь формируется своеобразная для каждого года ледовая обстановка, которая зависит от особенностей атмосферных процессов, развивающихся над морем, степени аномалий термических условий в предзимье и зимой. Поскольку этот район расположен в зоне наибольшей континентальности климата, то холодный период здесь бывает более длительным и большая его часть в это время покрыта неподвижным льдом [3-4].

---

\* Казгидромет, г. Алматы

Прежде чем анализировать ледовые условия, необходимо было выяснить, наблюдается ли в этом регионе изменение климатических характеристик. Как показали исследования С.А. Долгих и Е.Е Петровой в исследуемом регионе, так же как в целом по Казахстану, наблюдается потепление климата [Оценка ледовых условий в казахстанской части Каспийского моря / Отчет о НИР; отв. исп. Ивкина Н.И. – Алматы. – 2012. – 375 с.]. Для оценки меры интенсивности изменений метеорологических параметров ими использовался коэффициент линейного тренда, характеризующий среднюю скорость изменений климатической переменной. Анализ графиков временного хода, а также параметров линейного тренда и коэффициентов детерминации позволили им сделать вывод, что становится очевидным факт изменения температуры воздуха в исследуемом регионе, выраженный в росте среднегодовых и среднесезонных значений в среднем на 0,34 °С в десятилетие. Кроме того, сделан вывод, что увеличивается повторяемость экстремально высоких температур и продолжительность волн тепла. Такое изменение климата влияет на условия формирования и разрушения ледового покрова на море.

На следующем этапе исследования была проведена типизация зим. Как известно, для низовьев Волги и Северного Каспия разработано несколько вариантов классификации зим по степени их суровости. Для этого использовались различные характеристики: площадь ледяного покрова; толщина или объем льда; сумма градусо-дней мороза, как по всей акватории, так и по одному пункту, признанному характерным (показательным) для всей акватории. Наиболее объективной и доступной, в плане получения оперативной информации, является классификация П.И. Бухарицина, где в качестве суровости зим, используется сумма градусо-дней мороза (табл. 1) [1-2, 6].

Таблица 1

Классификация П.И. Бухарицина [6]

Очень суровая зима (ОС)	Суровая зима (С)	Умеренная зима (У)	Мягкая зима (М)	Очень мягкая зима (ОМ)
> 900	900...700	700...400	400...100	< 100

Именно эти критерии были взяты за основу при определении степени суровости зимы в исследуемом регионе. В качестве базовой станции использовалась морская гидрометеорологическая станция (М) – Пешной. Основной акцент был направлен на исследование данных по температуре воздуха в холодный период года. С 1980 по 2014 гг. было рассмотрено 34 холодных периода. Для того, чтобы выявить тип зимы были посчитаны

суммы отрицательных температур воздуха за этот период и на основе полученных расчетов построен график (рис. 1). Суммы отрицательных температур даны в абсолютных значениях.

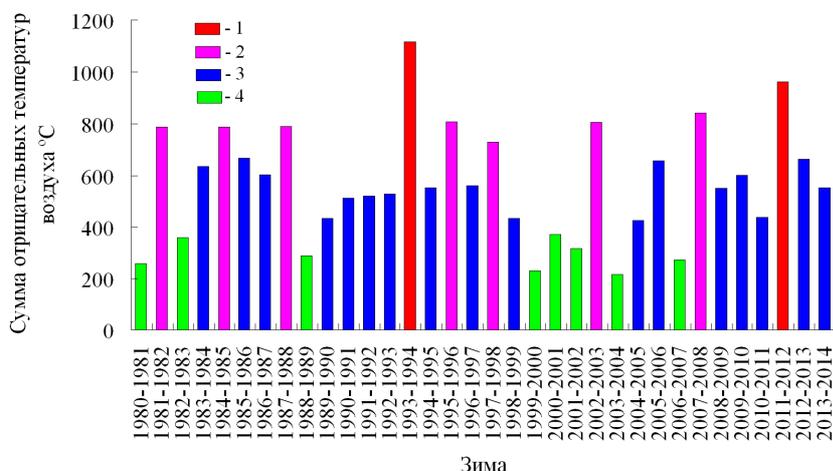


Рис. 1. Суммы отрицательных температур в холодный период. 1980...2014 гг., М Пешной. 1 – ОС, 2 – С, 3 – У, 4 – М.

Исследуемый промежуток времени был разделен на два периода: зимы с 1980 по 1999 и зимы с 2000 по 2014 гг. Как показывает рис. 1 в первый период времени частота повторяемости суровых и умеренных зим была значительно выше, чем во втором периоде. Также можно заметить, что повторяемость мягких зим увеличилась. Кроме того, сумма отрицательных температур ближе к нижнему пределу градации. Необходимо отметить, что в последнее время в низовье Волги и на Каспийском море происходит существенная перестройка климатических процессов, которая сказалась на зимах.

Анализ каталога ледовых условий позволил сделать вывод, что даты установления устойчивого ледового покрова сместились [5]. Так в период с 1981 по 2000 гг. дата появления устойчивого льда отмечалась с середины ноября до начала декабря, а дата полного очищения моря ото льда – в марте, апреле. В то время же в период с 2000 по 2014 гг. дата появления устойчивого льда фиксировалась в конце ноября – начале декабря, дата очищения – в марте. Устойчивый лед устанавливается заметно позже, таяние и разрушение начинается раньше, чем в прошлом веке. Наглядно также изменение во временном периоде климатических параметров.

Была подсчитана повторяемость различных типов зим по десятилетиям (рис. 2). Как видно на рис. 2 повторяемость суровых зим в первых

двух десятилетиях заметно выше, а в последних двух десятилетиях участились мягкие и умеренные зимы.

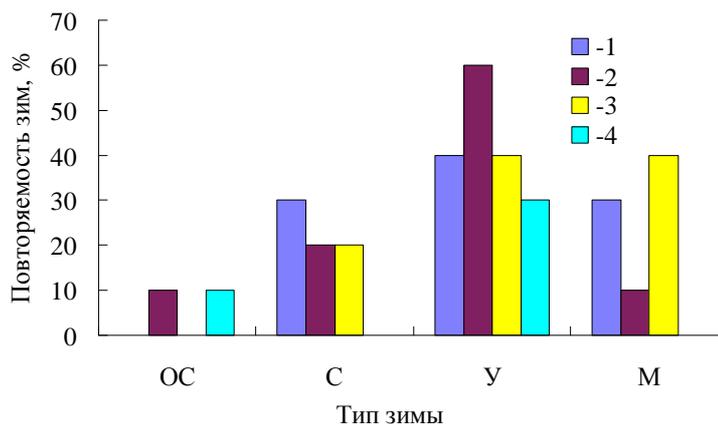


Рис. 2. Повторяемость зим различных типов по десятилетиям (в %) в период с 1980 по 2014 гг. по данным М Пешной. 1 – 1980...1989 гг., 2 – 1990...1999 гг., 3 – 2000...2009 гг., 4 – 2009...2014 гг.

И в том и другом периоде в ходе анализа были выделены случаи, относящиеся к типу «очень суровая зима»: 1993...1994 гг., когда сумма отрицательных температур составила 1116 °С и 2011...2012 гг. с суммой равной 962 °С. Поэтому, особый интерес представлял сравнительный анализ двух очень суровых зим, приведенный ниже. В качестве исходных данных были использованы данные по температуре воздуха и воды (временной ход аномалий показан на рис. 3 и 4), описание ледовой обстановки на основных казахстанских морских станциях и постах, а также сборно-кинематические карты и карты АТ500, космические снимки над акваторией моря.

Проведенный сравнительный анализ временного хода температуры воздуха и воды, а также отклонение их от среднего многолетнего значения (рис. 3, 4) показал, что в 1993...1994 гг. температура воздуха в ноябре доходила до 28 °С мороза, аномалия достигла 8 °С. Февраль также был значительно холодным, отмечены более низкие температуры по сравнению со средними многолетними данными. В холодный период 2011...2012 гг. в феврале температура воздуха на М Пешной опускалась до 30 °С мороза. В апреле температура воздуха поднималась до 30 °С тепла.

Временной ход аномалии температуры воды несколько отличен от хода температуры воздуха. Согласно графику температура воды в обоих случаях была схожа во временном ходе, за исключением апреля. Аномалии температуры в 1993...1994 гг. были ниже. В 2012 г. апрель был очень теплым,

температура достигала отметки 22 °С, среднемесячная температура воды составила 12 °С. В то время как в апреле 1994 г. максимальная температура была 18 °С, средняя 6 °С. Средняя многолетняя температура воды по данным М Пешной в апреле составляет 9,3 °С.

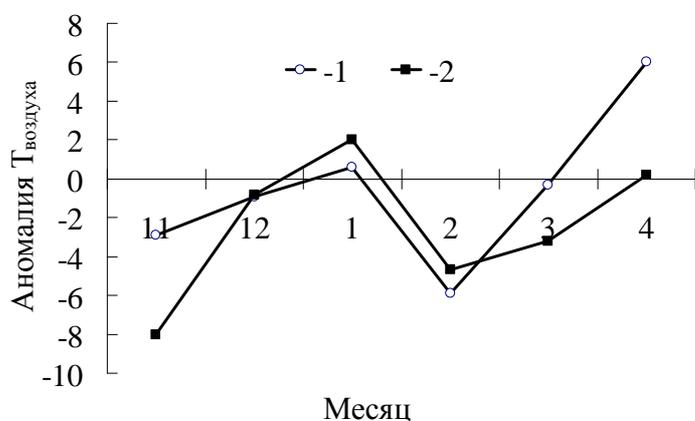


Рис. 3. Временной ход аномалии температуры воздуха. 1 – 2011...2012 гг., 2 – 1993...1994 гг.

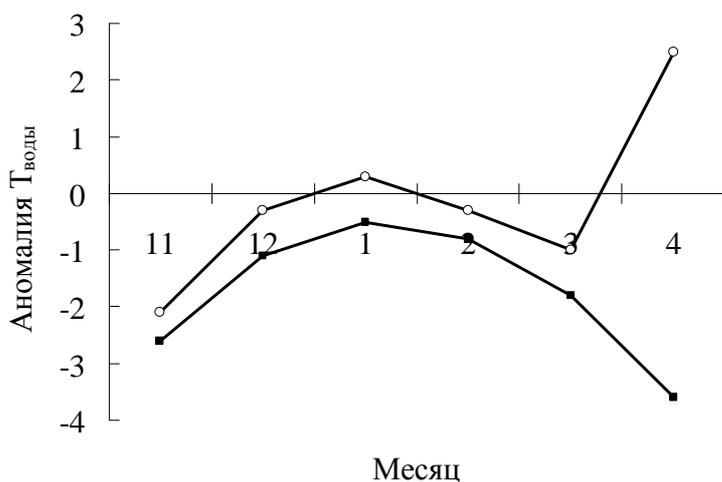


Рис. 4. Временной ход аномалии температуры воды. Усл. обозн. см. рис. 3.

Как показали исследования, первые ледовые явления и в том, и другом случае были зафиксированы в ноябре. Однако, холодный период 1993...1994 гг. на территории Каспийского моря характеризовался ранним образованием ледового покрова в результате резкого похолодания. Устойчивый ледовый покров сохранялся в течение всей зимы. Для сравнения в табл. 2 приведены характеристики ледовых явлений этих двух зим.

Таблица 2

Сравнительные характеристики ледовых явлений для периодов  
1993...1994 гг. и 2011...2012гг.

Период	Ледообразование			
	Дата первого ледообразования	Дата устойчивого ледообразования	Дата первого образования заберега или припая	Дата начала образования устойчивого припая
2011...2012	06.11.2011	06.11.2011	26.11.2011	26.11.2011
1993...1994	09.11.1993	14.11.1993	09.11.1993	14.11.1993

Период	Полное замерзание				
	Наибольшая ширина припая, км	Первая дата полного замерзания	Окончательная дата	Наибольшая измеренная толщина льда, см	Дата наблюдений наибольшей толщины льда
2011...2012	0,1...0,5	26.02.2012	26.02.2012	50	06.03.2012
1993...1994	12,2	21.11.1993	21.11.1993	45	28.02.1994

Период	Таяние и разрушение		
	Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С весной	Дата появления проталин, полыньи	Дата начала взлома или первой подвижки припая
2011...2012	20.03.2012	28.03.2012	02.04.2012
1993...1994	05.04.1994	нб	04.04.1994

Период	Очищение от единичных льдин			Продолжительность ледового периода
	Дата окончательного разрушения припая	Первая дата очищения ото льда	Окончательная дата	
2011...2012	02.04.2012	10.04.2012	10.04.2012	156
1993...1994	08.04.1994	09.04.1994	09.04.1994	151

Как видно из данных табл. 2, первые ледовые явления в 1993 г. были зарегистрированы 9 ноября, устойчивый лед образовался 14 ноября, а полное очищение моря ото льда произошло 9 апреля 1994 г. В 2011 г. первые ледовые образования появились 6 ноября, и сразу тогда же они перешли в устойчивый лед, а очищение произошло 10 апреля 2012 г.

Два зимних периода по календарной продолжительности были почти одинаковы, но отличие заключалось в изменении ледовых условий внутри периода. Согласно каталогу ледовых явлений полное замерзание в 2011...2012 гг. зарегистрировано гораздо позже, чем в 1993 г.: в 2012 г. – 26 февраля, а в 1993 г. – 21 ноября [5]. Ширина припая была значительна в первом случае и составила более 12 км. В то время как во втором случае менее 1 км. К тому же следует отметить, что во втором зимнем периоде наблюдались появления проталин и полыньи.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что изменение климата влияет на характер ледового режима казахстанской части Каспийского моря, в частности:

1. Усиливаются процессы торосообразования, что ведёт к увеличению количества и размеров гряд торосов, стамух, сидящих на грунте. Это в свою очередь сильно увеличивает общую мощность ледового покрова и сказывается на его объеме.

2. Изменяются характерные даты ледового режима. В частности даты появления первых ледовых явлений, установления устойчивого льда в последние десятилетия отмечаются позже, а очищения моря ото льда раньше.

3. Увеличение и уменьшение продолжительности волн холода способствует тому, что устойчивый ледостав наблюдается менее продолжительное время. Чаше в течение зим на льду фиксируются трещины, разводья, полыньи. Необходимо отметить, что отсутствие сплоченных льдов, может нарушить экологические условия существования каспийского тюленя и привести к его массовой гибели.

4. Увеличивается повторяемость умеренных и теплых зим, и сокращается повторяемость зим, относящихся к типу «очень суровые».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухарицин П.И. Расчет и прогноз толщины наслоенного льда в судоходных районах северо-западной части Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 1986. – №4. – С. 87-93.

2. Бухарицин П.И. Особенности процессов торошения ледяного покрова северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. – 1984. – № 6. – С. 115-123.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб: Гидрометеоиздат. – 1992. – 359 с.
4. Ивкина Н.И., Султанов Н.К. Особенности ледообразования в северо-восточной части Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2012. – N 4. – С. 42-51.
5. Каталог ледовых явлений по данным казахстанских наблюдательных пунктов / Под ред. Ивкиной Н.И. – Алматы: 2011. – 59 с.
6. Новиков В.И., Бухарицин П.И. Особенности работы портов и портовых комплексов Астраханской области в условиях зимней навигации // Сб. науч. тр. «Проблемы и перспективы современной науки» (Вып. 1) / Под ред. проф., д.м.н. Ильинских Н.Н. – 2009. – 13 с.

Поступила 12.02.2015

Ж.К. Наурызбаева

Геогр. ғылымд. канд. Н.И. Ивкина

### **КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ҚАЗАҚСТАН БӨЛІГІНДЕ МҰЗ РЕЖИМІ СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ**

*Солтүстік Каспий теңізінің аймағында 1980 жылдан бастап 2014 жылға дейін суық мерзім зерттелінген, қыстардың түрлерін анықтау үшін П.И. Бухарицинның классификациясы пайдаланылған. Ауа температурасының уақытша өзгерістері және Пешной стансасы бойынша 1993...1994 жж. және 2011...2012 жж. мұзды оқиғалар зерттілінген. Тұрақты мұз уақытынан кеш орнатылады, еру және бұзу ертерек басталады.*

УДК 556.16

Геогр. ғылымд. канд. М.М. Молдахметов \*  
Геогр. ғылымд. канд. Л.К. Махмудова \*  
Т.М. Казакбаева \*

### БАЛҚАШ КӨЛІНЕ ҚҰЯТЫН ӨЗЕНДЕРДІҢ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫСЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСІ

*КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕР, ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ  
СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ КӨПЖЫЛДЫҚ ТЕРБЕЛІСІ,  
ҚАТАРЛАРДЫҢ БІРТЕКТІЛІГІ*

*Балқаш көліне құятын өзендердің жылдық ағындысының және оны қалыптастырушы факторлардың сипаттамаларының көпжылдық тербелісіне талдау жүргізілді, олардың бағыттық өзгерістері айқындалды.*

#### КІРІСПЕ

Балқаш көлінің гидрологиялық режимі, жай-күйі, су деңгейінің режимі тікелей осы көлге құятын өзендердің ағындысына тәуелді. Өзендер ағындысы көптеген климаттық факторлардың (температура, ауа ылғалдылығы, атмосфералық жауын-шашын, күн радиациясы, булану және т.б.) және өзен алабының физикалық-географиялық сипаттамаларының (ландшафт, топырағы, геологиялық құрылымы, өсімдік жамылғысы және т.б.) өзара әрекеттесуінің нәтижесі болып табылады. Соңғы онжылдықтарда ауа температурасының көтерілуімен және атмосфералық жауын-шашын режимінің өзгеруімен айтарлықтай айқын білініп отырған климаттың ғаламдық және аймақтық өзгерісі Балқаш көліне құятын өзендердің су ресурстарына да және су объектілерінің гидрологиялық режиміне де айтарлықтай әсер етіп отыр.

Оның үстіне өзендердің су жинау алабында және арналарында жүргізілетін адамның шаруашылық іс-әрекеті Балқаш көліне құятын өзендер ағындысының тек сапасына ғана емес, сондай-ақ сандық сипаттамаларына да үлкен әсерін тигізуде. Жүріп жатқан өзендер ағындысының өзгерісі Балқаш-Алакөл су шаруашылығы алабында тіршілік ететін халықты, өнеркәсіпті,

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

гидроэнергетиканы, ауыл және балық шаруашылықтарын сумен сенімді камтамасыз етуі тиіс су ресурстары жүйелерінің тиімді жұмыс істеуіне теріс ықпалын тигізіп отыр.

Осыған байланысты Балқаш көліне құятын өзендердің жылдық ағындысын бағалау, көпжылдық ағынды тербелісінің бағытын өзгеріске ұшырап отырған табиғи-шаруашылық жағдайында айқындау, шешімін табуды күтіп отырған өзекті мәселе. Бұл өзгерістердің ауқымы мен бағыттары түрлі өзен алаптары мен аймақтарда әртүрлі байқалатын болғандықтан, осы Балқаш көліне құятын өзендердің ағынды сипаттамаларының тұрақсыздығы жағдайында бағалау әдістерін әзірлеу кезінде су ресурстарына антропогендік әсер ету сипаты және ауқымы бойынша ерекшеленетін, физикалық-географиялық жағдайы әртүрлі жерлерде орналасқан өзен алаптарын жеке-жеке қарастыру қажет.

### **ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ**

Ғаламшарда байқалып отырған климаттық өзгерістердің Қазақстан Республикасының аумағында да байқалып отырғаны ақиқат. Қазақстандық ғалымдар Чичасов Г.Н. және Долгих С.А. деректері бойынша ауа температурасының жылынуы 1990 жылдары 1...1,3 °С құрады. Ал түрлі су жанау алаптарында, түрлі аймақтарда ауа температурасының өзгерісі әрқилы [2, 5].

Ауа температурасының айтарлықтай өзгерісі басқа да метеорологиялық сипаттамалардың өзгерісіне де, соның ішінде жауын-шашын сипаттамалының өзгерісіне, ол өз кезегінде ағынды сипаттамаларының өзгерісіне себепші болатыны дау туғызбайды. Ал бұл өзгерістер қарастырылып отырған Балқаш көлі алабында 1970 жылдардан бастап көрініс тапқан. [6].

Зерттеу нысаны ретінде Балқаш көлі алабының аумағында орналасқан Казгидромет мекемесіне қарасты 7 метеорологиялық станцияда жүргізілген бақылау нәтижелері бойынша алынған орташа айлық ауа температурасы және айлық жауын-шашын жиынының мәндері, Балқаш көліне құятын 5 өзеннің орташа айлық ағынды сипаттамалары алынды.

Сонымен қарастырылып отырған Оңтүстік Шығыс Қазақстан аумағы бойынша инструменталды бақылау жүргізілген кезең бойынша орташа жылдық ауа температурасының, жылдың жылы кезеңімен суық кезеңдерінде байқалған маусымдық ауа температурасының көпжылдық өзгерістері, сонымен қатар, осы алапқа түскен жылдық жауын-шашын

жиыны мен, маусымдық жауын-шашын жиынының өзгерістері қарастырылды. Осы климаттық сипаттамалардың бағыттық өзгерістері, бағыттық өзгерістердің өзендердің жылдық ағындысы өзгерістеріндегі ролі айқындалды.

Ағынды өзгерістерін талдау кезінде де көптеген авторлар климаттық өзгерістердің басталуын сипаттайтын санақ басы ретінде 1970 жылдардың ортасын алады. Бұны ғалымдар өткен ғасырдың 70-ші жылдарының ортасынан бастап көршілес Ресей федерациясының аумағында ауа температурасының оң аномалиясының басым екендігімен түсіндіреді [1, 4]. Қазақ ұлттық университетінің гидролог зерттеушілері де жазықтық Қазақстан өзендерінің су ресурсатын бағалау кезінде есептік кезеңнің басы ретінде 1974 жылды қабылдаған [3].

Өзен ағындысының қалыптасу заңдылығының кеңістіктік-уақыттық ерекшеліктерін құрлықтың су теңдестігінің элементі ретінде зерттеу өзендердің жылдық және маусымдық ағындылары режимінің өзгерісін Қазақстанның түрлі табиғи-климаттық зоналарында ғаламдық климаттық өзгерістермен және адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсері ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Ағынды мен метеорологиялық сипаттамалардың уақыттық қатарларын талдауды түрлі үш уақыттық кезең үшін жүргізген орынды:

- 1) инструменталды бақылау басынан бақылаудың аяғына дейін;
- 2) 1933 жылдан 1970 жылға дейін;
- 3) 1971 жылдан 2012 жылға дейін немесе бақылаудың соңына дейін.

Айқындалған өзгерістерді неғұрлым объективті бағалау үшін соңғы екі уақыт кезеңдері бойынша жылдық орташа ағынды мәндері және метеорологиялық сипаттамалардың жылдық және маусымдық мәндері өзара салыстырылды.

Барлық кезеңдер үшін орташа мәндер, ең төменгі және ең жоғарғы мәндер, орташа квадраттық ауытқу есептелді. Зерттеліп отырған уақыттық қатарлардың монотонды (біртіндеп ұлғаюын немесе біртіндеп төмендеуін) трендтің бар-жоқтығын анықтау үшін сызықтық тренд айқындалды.

Зерттеліп отырған бақылау қатары сипаттамаларының орташа мәндеріне қатысты ауытқуының амплитудасын сипаттайтын дисперсиясы бойынша бақылау қатарларының біртектілігі Фишер критерийі бойынша тексерілді. Орташа мәндердің біртектілігі гипотезасын тексеру үшін Стьюдент критерийі қолданылды. Зерттелетін қатарлардың статистикалық біртектілігін тексеру үшін қатарлар екі қысқа қатарға бөлінді. Бірінші

қатар бақылау басталған жылдан 1970 жылдарға дейінгі қатар мүшелерін қамтыса, екінші қатар қатардың қалған мүшелерін, яғни 1971 жылдан 2012 жылдарға дейінгі мәндерді қамтиды. Бұлардан басқа, зерттеліп отырған айнымалының қарастырылып отырған уақыт аралығында ұлғаюының немесе төмендеуінің орташа жылдамдығын бағалау үшін сызықтық тренд коэффициенті есептелді.

### **ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ**

**Ауа температурасы мен жауын-шашын жиілігінің көпжылдық тербелісі.** Ағынды сипаттамаларының режимі, олардың кеңістіктік және уақыт бойынша таралу заңдылығы физикалық-географиялық факторлар кешенінің, ең алдымен атмосфералық циркуляция, жауын-шашын, ауа температурасы сияқты климаттық факторларға тәуелді. Ағынды қалыптастырушы факторлар бірқатар әртүрлі периодтық өзгерістерге ұшырайтындықтан, ағынды сипаттамаларының режимінде де табиғи себептермен айқындалатын ұзындықтары әртүрлі тербелістер байқалады. Белгілі бір ауа массалары циркуляцияларының басым болуы түрлі аудандарда жауын-шашынға, ауа температурасына аумақтың ылғалдылығына әртүрлі әсер етеді. Аумақта сулылық фазалары тербелісі бірдей немесе қарама қарсы аудандардың болуы осымен түсіндіріледі.

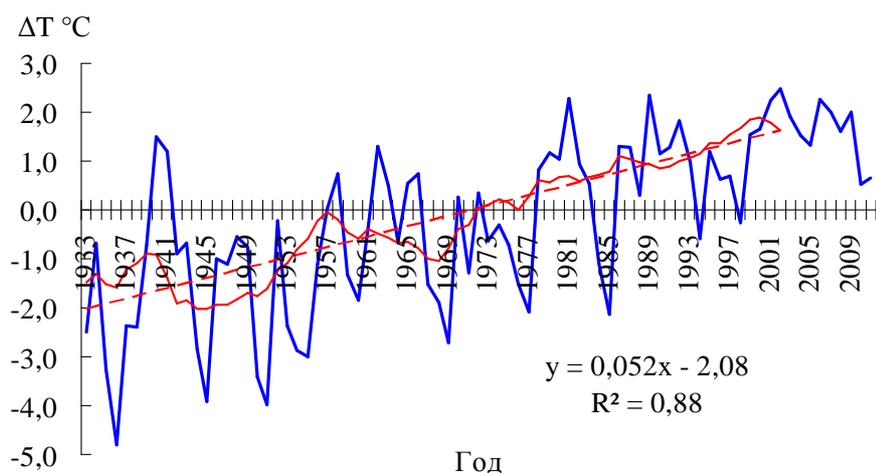
Ауа температурасы. Ауа температурасының жылдың суық (XI...III айлар) кезеңімен жылы (IV...X айлар) кезеңдеріндегі көпжылдық өзгерісін талдау үшін Балқаш көлі алабында біркелкі таралған РММ «Казгидромет» мекемесіне қарасты 7 метеостанция бойынша 1935...2011 жж. аралығында бақыланған деректер пайдаланылды.

Оңтүстік Шығыс Қазақстан аумағының қазіргі таңдағы ауа температурасы өзгерісінің сипатын Балқаш көлі алабы бойынша орташаланған ауа температурасының орташа жылдық аномалиясының уақыттық қатары береді (сурет 1).

Жылдың суық кезеңі бойынша (XI...III) ауа температурасының ұлғаюы Балқаш көлі алабында орналасқан барлық қарастырылып отырған барлық метеостанцияларда айқын байқалады. Аумақ бойынша орташаланған суық кезеңнің орташа ауа температурасы үшін статистикалық мәні бар ұлғаймалы тренд айқындалды.

Сызықтық тренд қарастырылып отырған кезеңде Оңтүстік Шығыс Қазақстанда ауа температурасының бірқалыпты ұлғайып отырғанын

көрсетті. Балқаш көлі алабы үшін ауа температурасының орташа жылыну жылдамдығы 0,52 °C/10 жыл құрайды.



Сурет 1. Балқаш көлі алабының аумағы бойынша орташаланған 1933...2011 жж. аралығы үшін ауа температурасының жылдың суық кезеңі бойынша аномалиясы.

**Атмосфералық жауын-шашын.** Балқаш көлі алабына түсетін жылдық атмосфералық жауын-шашын жалпы осы алапта белгілі бір заңдылық бойынша қалыптасады және алаптың жекелеген аудандарына тән айқын ерекшелігі де бар.

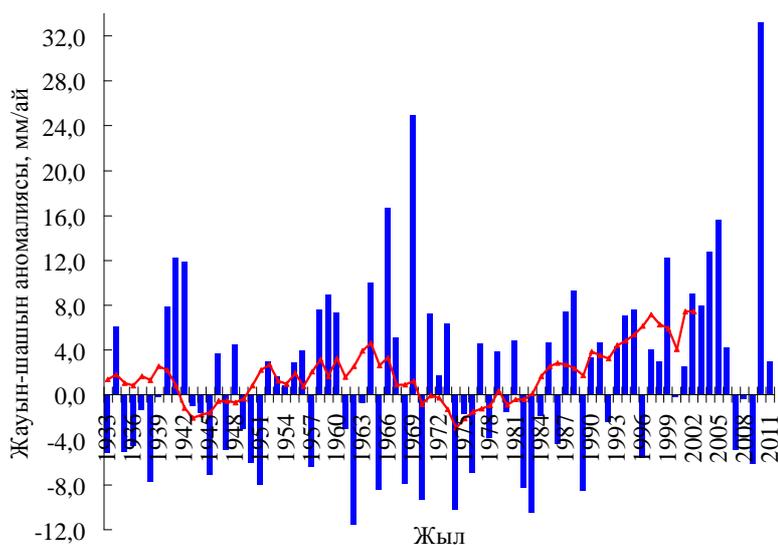
Жауын-шашынның жылдық үлестірімі жылдың жылы кезеңінде жауын-шашынның мол түсуімен ерекшеленеді. Жазғы маусымда жауын-шашын июль айында басқа айларға қарағанда мол түседі (%). Қысқы маусым жауын-шашынның ең аз түсетін кезеңі. Наурыз-маусым айлары аралығында алапқа жылдық жауын-шашын мөлшерінің 52 % түседі.

Қарастырылып отырған алап бойынша атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің көпжылдық өзгерісінің сипатын кеңістік бойынша орташаланған орташа айлық, маусымдық және жылдық атмосфералық жауын-шашын аномалиясы арқылы алуға болады (сурет 2).

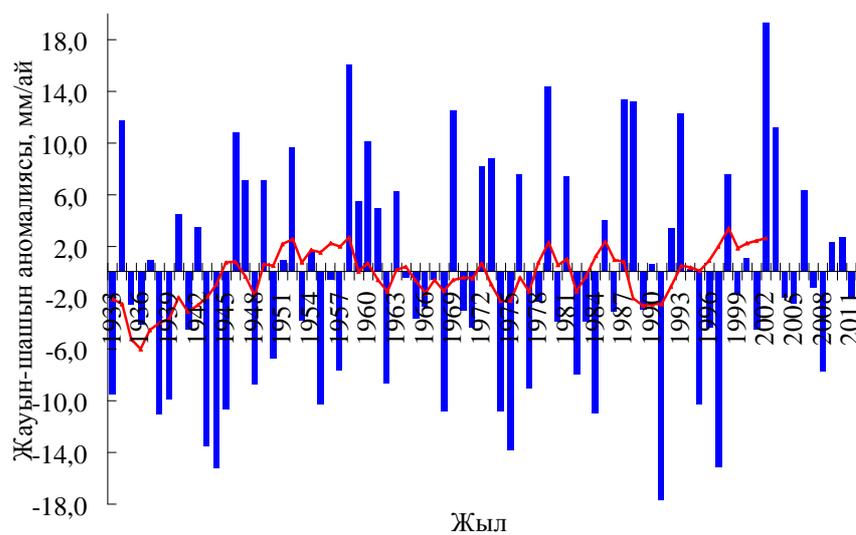
Аномалия 1961...1990 жж. бойынша орташаланған жауын-шашынның қалыпты шамасынан ауытқу ретінде есептелді. Ал 1974...2011 жж. бойынша аномалия тренді суретте түзу сызық арқылы көрсетілген. Жылдың суық маусымында да жылы маусымында да соңғы онжылдықтарды жауын-шашын мөлшерінің өсуі байқалған. Суық кезең бойынша орташа айлық жауын-шашын мөлшерінің өсу жылдамдығы

2 мм/ай/10 жыл, дисперсиядағы үлесі 60 %, ал жылы кезеңде – 0,7 мм/10 жыл, дисперсияға қосатын үлесі 23 %.

а



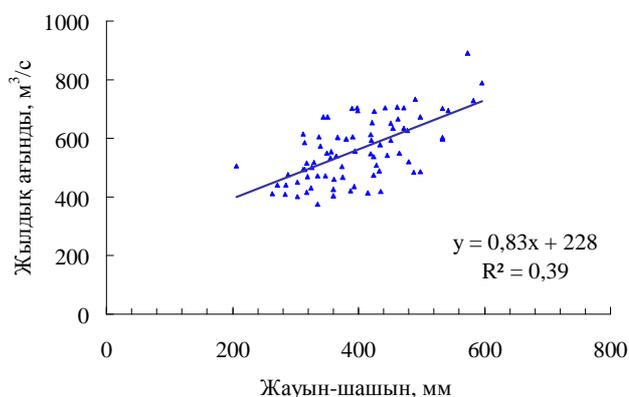
ә



Сурет 2. Балқаш көлі алабының кеңістігі үшін 1933...2011 жж. кезеңі бойынша орташаланған жылдың (а) суық кезеңінің (XI-III айлар) және (ә) жылы кезеңінің (IV-X айлар) орташа айлық жауын-шашын жиыны. Қисық сызық – 10 жылдықтар бойынша жылжымалы орташа жауын-шашын жиыны; Тренд сызығы – 1974...2011 жж.

**Жылдық ағынды.** Қазақстан Республикасының ғылыми баспаларында климаттық өзгерістерге және оның салдарларына қатысты соңғы жылдары жарияланған жұмыстарда өзен ағындысының көпжылдық тенденциялары талданып, болжам жасалған. Атап айтқанда, Қазақстанның басым бөлігінде Тобыл, Ертіс, Есіл өзені алаптарында ағындысы ұлғаяды деп болжанған. Бұл проблема барынша өзекті және олардың су шаруашылығы алапары үшін жүргізілгендігін ескере отырып, Балқаш көліне құятын өзендер ағындысының көпжылдық өзгерісін анағұрлым мұқият зерттеу үшін, ауқымы шектеулі аймақты қарастырдық.

Балқаш көліне құятын өзендердің жиынтық ағындысы мен жылдық жауын-шашын мөлшерінің арасындағы байланысты анықтау үшін байланыс графигі тұрғызылды. Байланысы айтарлықтай тығыз, түзу сызықты (сурет 3).

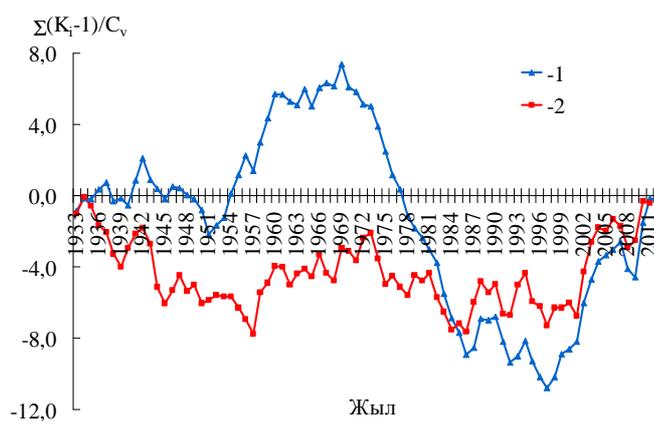


*Сурет 3. Балқаш көліне құятын өзендердің жиынтық жылдық ағындысы мен алап бойынша орташаланған жылдық жауын-шашын жиынының арасындағы корреляция коэффициенті*

Байланыс статикалық мәнді. Байланыстың тығыздығын сипаттайтын корреляция коэффициенті  $r = 0,62 \pm 0,05$ . Демек Балқаш көліне құятын өзендердің ағындысы негізінен алапқа түскен жылдық жауын-шашын мөлшерімен айқындалады.

Жылдық ағынды мен жылдық жауын-шашын жиынының көпжылдық өзгерісінің сипатын өзара салыстыру үшін біріккен айырымдық интеграл қисығы тұрғызылды (сурет 4).

Балқаш көлі алабының аймақтық климаттық жағдайының өзгерісі: қысқы маусымдық және жазғы маусымдық ауа температурасының жоғарылауы, жауын-шашын мөлшерінің ұлғаюы өзендердің жылдық ағындысының артуына алып келді.



Сурет 4. Балқаш көліне құятын өзендердің орташа жылдық жиынтық су өтімдері мен алап бойынша орташаланған жылдық жауын-шашын жиынының айырымдық интеграл қисығы. 1 – өзен ағындысы, 2 – жауын-шашын.

Балқаш көліне құятын өзендердің ағынды қатарлары параметрлік Фишер, Стьюдент критерилері және параметрлік емес Вилкоксон критерийі арқылы StoktStat 1.1 бағдарламасының көмегімен біртектілікке тексерілді. Тексеру нәтижелері Кесте енгізілді.

Кесте

Ағынды қатарларын біртектілікке тексеру нәтижелері

Өзен – бекет	Фишер	Стьюдент	Вилькоксон
Іле – Үшжарма	–	+	–
Қаратал – Наймансүйек	+	+	+
Лепсі – Лепсі қ-сы	+	+	+
Ақсу – Жансүгіров аулы	–	–	–
Аягөз – Аягөз қ-сы	+	+	+
Жиынтық ағынды	+	+	+

Өзендер ағындысының бақылау қатарларын біртектілікке тексеру нәтижесі Іле өзені Үшжарма бекетінің тұстамасында 1933...2012 жылдар аралығында тек орташа шамалары бойынша ғана біртекті, ал Фишер және Вилькоксон критерийлері бойынша әртекті. Ал Ақсу өзені Жансүгіров бекеті тұстамасы бойынша осы уақыт кезеңінде ағынды қатарының біртектілік гипотезасы барлық критерийлер бойынша жоққа шығарылды. Қаратал өзені – Наймансүйек бекеті, Аягөз өзені – Аягөз қаласы және Балқаш көліне құятын өзендердің жиынтық ағындысының біртектілігі жөніндегі гипотеза барлық критерийлер бойынша расталды.

Зерттеу барысында Балқаш көліне құятын өзендердің жылдық ағындысының көпжылдық орташа шамасының өзгерісіне талдау жасалды. Көпжылдық орташа жылдық ағындының түрлі уақыт кезеңдеріндегі шамалары өзара салыстырылды. Жалпы Балқаш көліне құятын өзендердің климаттық ағындысында соңғы жылдары ағындының ұлғаюы байқалған. Жалпы алап бойынша орташаланған жиынтық жылдық ағындының 1933...2012 жж. қалыпты шамасы 1933...1970 жж. орташа шамасымен салыстырғанда 3 % төмендеген. Ал соңғы онжылдықтар 1971...2012 жж. ағындысын ағынды режимі бұзылмаған 1933...1970 жж. жылдық ағындысының орташа шамасымен салыстырғанда 5,7 % төмендеген.

Жиынтық ағындының төмендеуі негізінен Іле өзені мен Қаратал өзенінің жылдық ағындысының антропогендік өзгерістерінің нәтижесінде орын алған. Іле өзенінің тұйықтаушы тұстамасында көпжылдық ағынды шамасы (1933...2012 жж.) бірінші кезеңнің (1933...1970 жж.) орташа жылдық ағындысымен салыстырғанда 4 % төмендесе, Қаратал өзенінің есептік тұстамасында осы кезеңде ағындының төмендеуі 0,6 % құраған. Осы кезеңде Аягөз, Лепсі және Ақсу өзендерінде жылдық ағындының ұлғаюы байқалған. Көпжылдық кезең ағындысын бірінші кезең ағындысымен салыстырғанда бұл өзендерде тиісінше ұлғаю 1,1 %, 2,1 % және 7,9 % құраған.

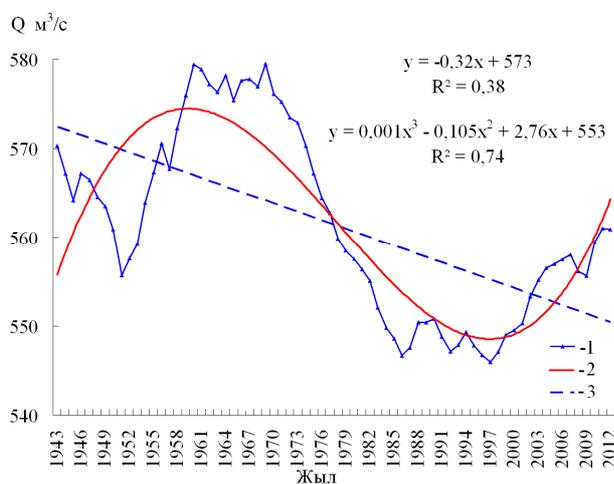
Ал соңғы онжылдықтар ағындысының орташа шамасын бірінші кезеңнің орташа ағындысымен салыстыру Іле өзенінде ағындының 7,5 %, ал Қаратал өзенінде 1,2 % төмендегенін көрсетті. Ал Аягөз, Лепсі және Ақсу өзендерінде керісінше екінші кезең ағындысын бірінші кезең ағындысымен салыстыру бұл өзендердің ағындысының тиісінше 2 %, 4 % және 15 % артқанын көрсетті. Жаңғырмалы су ресурстарының соңғы онжылдықтарда артуы Ақсу өзенінде басқа өзендерге қарағанда анағұрлым қарқынды.

Жүргізілген зерттеулер көпжылдық уақыт аралығында өзен ағынысында бағыттық өзгерістердің жоқ екендігін, тек оның уақыт бойынша өзгерістеріндегі айналымдылық құраушыларының басым болуы салдарынан өзінің таңбасы мен шамасын өзгертіп отыратын трендтің бар екендігін көрсетіп отыр. Сонымен қатар, айналымның сулылығы әр түрлі фазаларында ағындының әр бағыттық өзгерістері айқындалды. Сулылығы мол фазаларда ағынды ұлғайса, сулылығы аз фазаларда ағындының төмендеуі байқалған. Бұл кездерде олардың өзгергіштігі ұлғаяды.

Трендтің шамасы мен бағыты көп жағдайда талдау үшін алынған бақылау қатарының ұзақтығына тәуелді және басым жағдайда қатар соңының

сулылық фазасының сипатымен айқындалады. Бақылау қатары сулылығы мол фазамен аяқталса, тренд басым жағдайда оң таңбаға, ал сулылығы аз фазамен аяқталса теріс таңбаға ие болады. Ал бұл жағдайда Балқаш көлі алабы өзендерінің ағындысы орта есеппен тұрақты болып қалған.

Балқаш көлі алабы өзендерінің қалыпты ағындысының тұрақтылығын бағалау үшін ағындының жыл аралық өзгерісінің қатары тұрғызылды (сурет 5).



Сурет 5. Балқаш көлі алабына құятын өзендердің жиынтық ағынды қатарының жыларалық өзгерісі трендінің бағыты мен шамасы. 1 – бастапқы қатар; 2 – полиномдық тренд; 3 – сызықтық тренд.

Қалыпты ағынды қатарының бірінші мүшесі ретінде бастапқы қатардың орташа жылдық су өтімдерінің алғашқы 20 мәні алынды. Ағындының қалыпты шамасының кейінгі мәндері қатар санын бір жылға арттырып отыру арқылы есептелді.

Нәтижесінде айнымалылығы айқын көрініс тапқан, амплитудасы аса үлкен емес 70 жылдық қалыпты ағынды қатары алынды. Қалыпты шаманың амплитудасы орташа мәннің жуықтап 6 % құрайды.

Айналымдылықтың орташа жылдық су өтімдерінің көпжылдық тербелісінің құрылымына тигізетін әсерінің басымдылығы, оның өзен ағындысының жалпы дисперсиясындағы үлесінің үлкен болуымен түсіндіріледі. Балқаш көліне құйылатын өзендердің жиынтық ағынды қатарының әр түрлі уақыттық таңдамалары үшін тұрғызылған полиномдық трендтің детерминациялық коэффициенті сызықтық тренд детерминация коэффициентінен 2 есе үлкен. Сызықтық трендтің ағынды қатары дисперсиясындағы үлесі 38 % болса, полиномдық трендтің үлесі – 74 %.

Зерттеу нәтижелері соңғы онжылдықтарда Балқаш көліне құятын өзендердің жиынтық ағындысы климаттық өзгеруіне байланысты айтарлықтай ұлғайды. Ағындының климаттық өзгерісі (ұлғаюы) негізінен ауа температурасының жоғарылауы, тау беткейлері ылғалдығының артуы және таудағы мұздықтардың қарқынды еруінің нәтижесінде ағындының ұлғаюы есебінен орын алып отыр.

Оның үстіне, еліміз тәуелсіздік алған жылдардағы шаруашылық байланыстардың үзіліп, экономиканың құлдырауы, соңғы жылдар белең алып отырған әлемдік дағдарыс экономиканың қарыштап дамуына кедергі келтіріп отыр. Мұның табиғатқа пайдалы жағы, табиғи ресурстарды тұтыну төмендеп, жаңғырмалы су ресурстары өзінің табиғи қалпына ұмтылуда. Бірақ, бұл уақытша құбылыс, экономикалық дағдарыс өтіп, еліміз және көршілес елдер де экономикаларын түзеп, қарыштап даму жолына түскен кезде, Балқаш көлі алабында сулылығы аз жылдарда су ресурстарының тапшылығы байқалып, көлдің су деңгейі режиміне кері әсерін тигізеді анық. Көршілес Қытай елінің өзінің батыс өңірлерін дамыту жобасына сәйкес су тұтыну көлемін қазіргі  $3,5 \text{ км}^3$  -ден  $5,0 \text{ км}^3$  артыруы жағдайды одан әрі ушықтыра түсетіні сөзсіз. Судың ресурстарының сандық мөлшері азайып қана қоймайды, сапасы да нашарлайды.

Сондықтан осы өңірдің экономикасын қамтамасыздығы 75 % жоғары ылғал тапшылығы орын алатын жылдарға дайын болатындай шараларға бағыттау керек. Суды неғұрлым тиімді пайдалану жолдарына көшіп, озық технологияларды өндіріске кеңінен енгізген абзал.

### **ҚОРЫТЫНДЫ**

Өзен ағындысының, ауа температурасының және атмосфераның жауын-шашын өзгерісінің тренді ең аз квадраттар әдісі бойынша есептелді. Айналымдылық айырымдық интеграл қисықтарын тұрғызу арқылы айқындалды. Қатардың жалпы дисперсиясындағы тренд мәндерінің үлесін бағалау үшін детерминация коэффициенттері пайдаланылды. Ағындының көпжылдық өзгерісі уақыт бойынша тұрақсыз. Тренд шамасын ғана өзгертіп қоймайды, таңбасында өзгертеді. Мұның себебі айналымдылық.

Трендтің шамасы мен бағыты көп жағдайда талдау үшін алынған бақылау қатарының ұзақтығына тәуелді және басым жағдайда қатар соңының сулылық фазасының сипатымен айқындалады. Бақылау қатары сулылығы мол фазамен аяқталса, тренд басым жағдайда оң таңбаға, ал сулылығы аз

фазамен аяқталса теріс таңбаға ие болады. Ал бұл жағдайда Балқаш көлі алабы өзендерінің ағындысы жуықтап орта есеппен тұрақты болып қалған. Ал соңғы он жылдықтардағы Іле және Қаратал өзендерінде су ресурстарының төмендеуі антропогендік фактордың нәтижесінде орын алған. Ақсу өзенінде жаңғырмалы су ресурстарының қарқынды ұлғаюы байқалды.

Зерттеу нәтижелерін су шаруашылығы шараларын жобалау кезінде, сондай-ақ су ресурстарны кешенді пайдалану сұлбаларын әзірлеу кезінде пайдалануға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Водные ресурсы России и их использование. – СПб, 2008. – 600 с.
2. Долгих С.А. Мониторинг и сценарий изменения климата Республики Казахстан с учетом глобального потепления: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. / КазНИИМОСК – Алматы, 1999. – 23 с.
3. Молдахметов М.М., Махмудова Л.К. Солтүстік Қазақстан аумағының қар жамылғысы сипаттамаларының аймақтық климаттық өзгерістер шеңберіндегі динамикасы // Гидрометеорология и экология. – 2013. – №4. – С. 32-44.
4. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Т. 2: Последствия изменений климата. – М.: Росгидромет, 2008. – 289 с.
5. Чичасов Г.А. Технология долгосрочных прогнозов погоды. – СПб: Гидрометеиздат, 1989. – 304 с.
6. Salnikov V., Turulina G., Polyakova S., Moldakhmetov M., Makhmudova L. Climatic variations of general atmospheric circulation, precipitation and river flow of the territory of Kazakhstan Sciences in Cold and Arid Regions. – 5(1):0109-0113. 2013 Volume 5, Issue 1, 2013.

Поступила 16.03.2015

Канд. геогр. наук    М.М. Молдахметов  
Канд. геогр. наук    Л.К. Махмудова  
   Т.М. Казакбаева

#### **КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК, ВПАДАЮЩИХ В ОЗЕРО БАЛХАШ**

*Произведен анализ многолетних колебаний стока и стокоформирующих факторов рек, впадающих в озеро Балхаш, определены их направленные изменения.*

УДК 556.048+556.01

Канд. геогр. наук

Л.П. Мазур \*

Канд. геогр. наук

А.Г. Чигринец \*

М.Н. Раченков \*\*

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОЗЕРА УЛЬКЕН АЛМАТЫ НА РЕЖИМ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОКА РЕКИ УЛЬКЕН АЛМАТЫ**

*ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ОЗЕРО, РЕКА, ОСАДКИ, ТЕМПЕРАТУРА, ИСПАРЕНИЕ, ФИЛЬТРАЦИЯ, СКОЛЬЗЯЩИЕ ОСРЕДНЕНИЯ, СТОК ВОДЫ, РЕКА-АНАЛОГ, ВОДОЗАБОР, ВОДНЫЙ БАЛАНС*

*Произведен анализ климатических характеристик бассейна р. Улькен Алматы (Бол. Алматинка) и рядов наблюдений за стоком воды. Получены основные статистические характеристики стока в исследуемых створах рек бассейна Улькен Алматы. Оценено влияние озера Улькен Алматы (Бол. Алматинское) на режим и сток р. Улькен Алматы при естественном режиме и при его регулировании. Путем расчета и анализа водного баланса оз. Улькен Алматы выявлено, что оно оказывает влияние преимущественно на внутригодовое распределение стока и незначительно на его величину.*

Бассейн р. Улькен Алматы расположен на территории Илейского Алатау (Зайлийский Алатау), горного хребта в юго-восточной части Казахстана, и относится к бассейну оз. Балхаш. Рельеф в горах является главным фактором, определяющим высотную поясность гидрологических элементов.

Водосборы рек Улькен Алматы и Киши Алматы (Малая Алматинка) разделяются отрогом, вытянутым в северо-западном направлении с вершиной Кумбель (более 3000 м). Между верховьями р. Улькен Алматы и её притоком Проходной располагается Большой Алматинский отрог с главной вершиной – Большим Алматинским пиком (3684 м).

Климат Илейского Алатау континентальный, с чётко выраженной закономерностью понижения с высотой местности температуры и дефицита влажности воздуха, увеличения прозрачности атмосферы и солнечной радиации. Режим и величина осадков, температура и влажность воз-

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

\*\* Казгидромет, г. Алматы

духа, скорость и направление ветра – обуславливаются высотой местности и формами рельефа.

В предгорной зоне среднегодовая температура положительна (6...8 °С); с высотой она закономерно уменьшается: нулевое значение характерно для высоты 2500...2600 м, на высотах более 3000 м температура отрицательна. Так, например, для М Мынжилки, расположенной на высоте 3017 м, она равна -2,0 °С.

Общая направленность изменения температуры воздуха в многолетнем разрезе проанализирована с использованием скользящего десятилетнего осреднения и аналитического выражения линейного тренда. По М «Озеро Улькен Алматы» наблюдается значимый положительный тренд среднегодовых значений температуры воздуха (рис. 1).

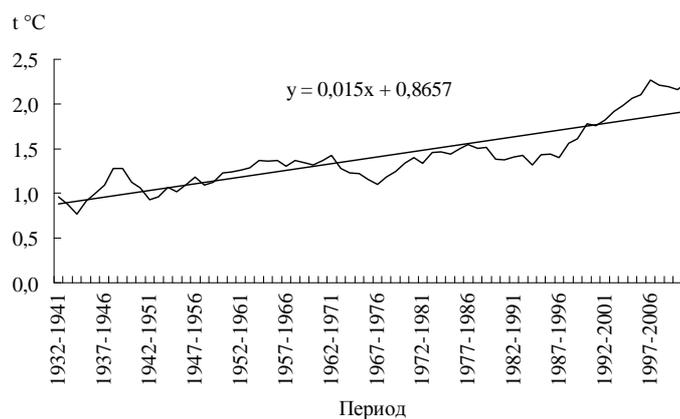


Рис. 1. Скользящие десятилетние средние температуры воздуха по М «Озеро Улькен Алматы».

Количество жидких осадков до высот 2200...2500 м обычно больше, чем твердых, выше – осадки в твердом виде преобладают, а на высотах 4000...4200 м все осадки выпадают только в твердом виде. Наибольшие месячные суммы атмосферных осадков в нижних поясах гор приходятся на весенний (апрель-май) и осенний (октябрь-ноябрь) периоды. На больших высотах наблюдается один максимум осадков в мае-июне, а иногда – в июле.

Направленность изменения годовых сумм атмосферных осадков в многолетнем разрезе с использованием их скользящего десятилетнего осреднения по данным М «Озеро Улькен Алматы» показана на рис. 2. Наблюдается положительный тренд.

Оз. Улькен Алматы в совокупности с р. Улькен Алматы представляет собой уникальный комплекс, который неоднократно интересовал ученых геологов, гидрологов, географов и других специальностей.

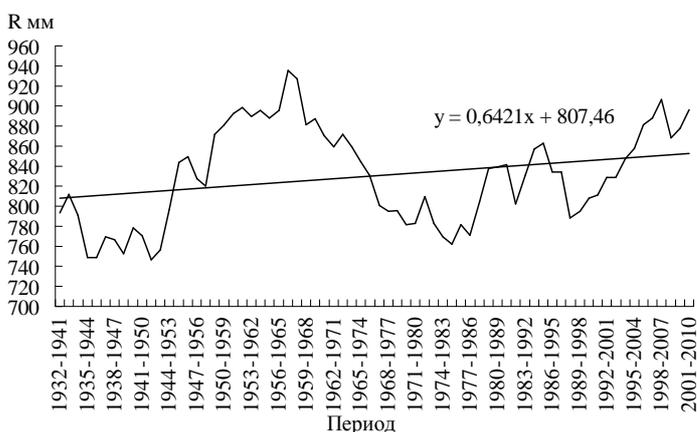


Рис. 2. Скользящие десятилетние средние годовых сумм осадков по М «Озеро Улькен Алматы».

Этот интерес, прежде всего, связан с тем, что р. Улькен Алматы, протекающая через озеро, является основным источником поверхностных вод, используемых для водоснабжения г. Алматы (92 %). Воды р. Улькен Алматы также используются для получения электроэнергии (каскад ГЭС) и других целей [2, 7].

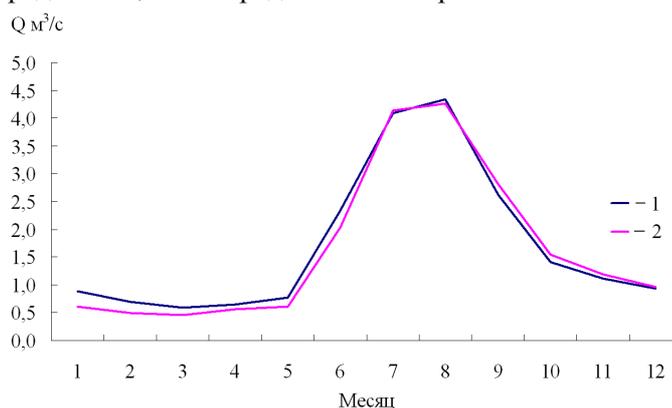
Озеро расположено в верховьях р Улькен Алматы на высоте 2500 м. По типу оз. Улькен Алматы относится к горно-долинным завальным озерам. Возраст озера составляет около 2000 лет и подтвержден независимыми методами. По исследованиям ученых, оно образовалось в результате прохождения оползня, который перекрыл долину реки. Озеро является гасителем многочисленных селевых потоков. Объем отложений выше завальной плотины озера за 2000 лет составил 28,8 млн. м<sup>3</sup>. За период своего существования озеро погасило около 300 селей, которые проходили по р. Улькен Алматы и притокам Кызылкунгей и Серкебулак, впадающих в озеро [4]. Площадь озера – 0,50 км<sup>2</sup> (на 2006 г.), полный объем – 13,5 млн. м<sup>3</sup>, максимальная глубина – 40 м, а длина – 1,6 км. Высота над уровнем моря – 2504,59 (НПУ) м БС.

Основной целью работы являлись исследования гидрологического режима, водного баланса озера, а также оценка его влияния на сток и режим р. Улькен Алматы. Работа выполнена преимущественно с привлечением данных гидрометеорологической сети РГП «Казгидромет» по 2012 г. включительно, научных отчетов различных организаций и литературных источников [1, 5, 6, 8].

Различными способами восстановлены пропуски в рядах наблюдений за стоком, ряды годового стока проверены на однородность 3 способами (по Критерию Фишера, Стьюдента и по интегральным кривым стока) и на репрезентативность. Определены статистические характеристики годового стока по всем исследуемым постам (норма,  $C_v$ ,  $C_s$ , расходы различной обеспеченности). Восстановление пропусков в рядах наблюдений за стоком воды в горных условиях – одна из очень сложных задач из-за трудного выбора рек-аналогов. Эта работа, а также проверка однородности рядов стока и определение статистических характеристик стока – одна из основных в данном исследовании.

Исследован гидрологический режим оз. Улькен Алматы. Впервые оценено влияние озера на режим и сток р. Улькен Алматы при естественном режиме озера и при его регулировании, что охарактеризовано расчетами и графиками.

Совместный анализ колебаний расходов воды по гидропостам р. Улькен Алматы – 2 км выше озера и р. Улькен Алматы – 1,3 км ниже озера свидетельствует о том, что в естественном состоянии озеро оказывало незначительное влияние на сток р. Улькен Алматы и на его внутригодовое распределение, что и представлено на рис. 3.



*Рис. 3. Совмещённый ход среднемесячных расходов воды за 1929 г. 1 – р. Улькен Алматы, 2 км выше оз. Улькен Алматы; 2 – р. Улькен Алматы, 1,3 км ниже оз. Улькен Алматы.*

В феврале 1952 г. сток из озера был зарегулирован. Водоудерживающей перемычкой является песчано-гравийная плотина, построенная в 1953 г. и наращённая в 1983 г. На рис. 4 показан совмещённый ход среднемесячных расходов воды по посту р. Улькен Алматы – в 1,3 км ниже оз. Улькен Алматы за 1950 г. и 1954 г. соответственно, т.е. взяты годы

одинаковой водности до и после регулирования, что определено по модульным коэффициентам.

На приведенном графике (рис. 4) отчетливо видно влияние регулирования озера на распределение стока р. Улькен Алматы. При регулировании сток повышается в месяцы с низким стоком при естественных условиях (январь – март, октябрь – декабрь), понижается в летние месяцы, что является очень удобным для водохозяйственного использования (хозяйственно-питьевое водопотребление и гидроэнергетика).

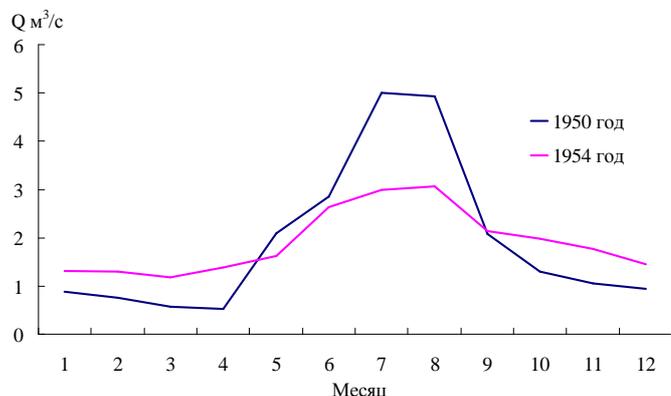


Рис. 4. Совмещённый ход среднемесячных расходов воды по посту р. Улькен Алматы, в 1,3 км ниже оз. Улькен Алматы за 1950 г. и 1954 г.

Для характеристики режима уровня воды оз. Улькен Алматы был построен график его внутригодовых колебаний по среднемесячным значениям, осреднённым за период эксплуатации (рис. 5).

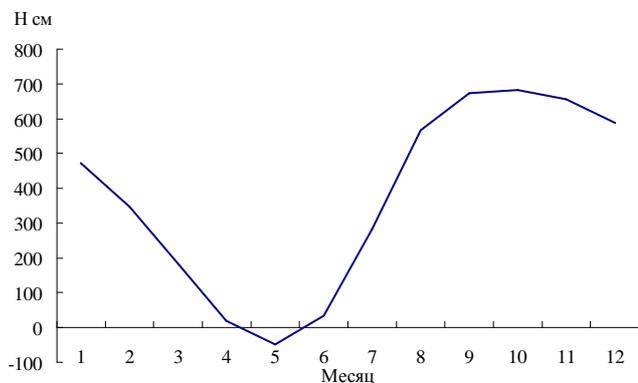


Рис. 5. Внутригодовые средние многолетние колебания уровня воды оз. Улькен Алматы.

Выявлено, что после зарегулирования оз. Улькен Алматы самый низкий уровень в озере наблюдается в мае (иногда в июне) перед началом

ледникового стока, потом в течение летних месяцев он повышается, а начиная с октября идёт сработка воды озера на различные нужды.

Часть работы посвящена исследованию некоторых элементов водного баланса озера.

Уравнение, принятое для расчёта водного баланса озера Улькен Алматы, имеет вид:

$$P + Q_n - E - Q_o \pm \eta_o = 0, \quad (1)$$

где  $P$  – осадки на зеркало водоёма;  $Q_n$  – поверхностный приток по главной реке и боковым притокам;  $E$  – испарение с водной поверхности;  $Q_o$  – поверхностный и подземный отток из водоёма;  $\eta_o$  – невязка водного баланса.

Для расчёта водного баланса озера количество осадков, как одного из составляющих водного баланса, было взято для М «Озеро Улькен Алматы», расположенной на высоте 2500,16 м. Слой осадков за расчётный период был переведён в объёмные единицы путём умножения значения слоя на среднюю за расчётный период площадь зеркала водохранилища.

Поверхностный приток к озеру оценён как суммарный приток по трём створам (р. Улькен Алматы – в 2 км выше оз. Улькен Алматы, ручей Кызыл-Кунгей, р. Серкебулак – устье). При этом приток, регистрируемый в створе р. Улькен Алматы – в 2 км выше оз. Улькен Алматы является притоком по основной реке, впадающей в озеро, а притоки по створам ручей Кызыл-Кунгей и р. Серкебулак – устье являются боковыми притоками. Поверхностный приток также переводился в объёмы за расчётные периоды.

Большой интерес представляет вопрос расчета испарения с водной поверхности в горных условиях. Испарение с поверхности озера в теплый и холодный периоды было рассчитано несколькими методами, а наиболее оптимальные результаты, были приняты для расчёта водного баланса озера.

Для выбора расчетной зависимости было проверено несколько формул, рекомендуемых для расчета испарения с водной поверхности. Это формулы В.А. Рымши и Р.В. Донченко (1958 г.), Браславского А.П., Нургалиева С.Н. (1966 г.), Мочалова В.П. и Лаптева В.И. (1971 г.), Иванова Н.Н., а также другие формулы, предложенные для расчета испарения и испаряемости в диапазоне высот от 300 до 3300 м над уровнем моря. В результате оценки применимости различных формул расчета испарения с водной поверхности и снега (в зимний период) выявлены наиболее приемлемые формулы для данного района. Согласно оценке оптимальным урав-

нением для расчета испарения с водной поверхности оз. Улькен Алматы является уравнение Иванова Н.Н., которое имеет вид:

$$E = 0,0018(25 + t)^2(100 - a), \quad (2)$$

где  $E$  – испарение за месяц, мм;  $t$  – среднемесячная температура воздуха, °С;  $a$  – средняя месячная относительная влажность, %.

Для расчета испарения в период с отрицательными температурами применялась формула Мазур – Маринович [3], которая имеет вид:

$$E = B \cdot H^{0,71} \cdot d^{1/3} \cdot 0,8', \quad (3)$$

где  $E$  – месячная величина испарения;  $B$  – коэффициент, зависящий от экспозиции;  $H$  – абсолютная высота водоема, м;  $d$  – дефицит влажности воздуха, мм;  $t$  – температура воздуха, °С.

В результате воднобалансовых расчетов и исследований выявлено, что оз. Улькен Алматы в основном оказывает влияние на внутригодовое распределение стока и почти не влияет на величину годового стока р. Улькен Алматы вследствие незначительной доли осадков в приходной части и испарения в расходной части водного баланса озера. Относительно малый объем осадков и испарения в сравнении с притоком и оттоком обусловлен небольшой площадью озера. Результаты воднобалансовых расчетов приведены в табл.

Использованные в работе сведения об оледенении бассейна р. Улькен Алматы, выявленные закономерности изменения климатических характеристик, сведения о гидрометеорологической изученности и хозяйственном использовании водных объектов позволили сделать более надёжный анализ полученных результатов. Методика исследований основана на анализе фактических данных гидрометрических наблюдений и измерений. Широко применены методы гидрологической аналогии, интерполяции, экстраполяции, математической статистики.

Работа характеризуется новизной. Полученные выводы о влиянии озера на сток р. Улькен Алматы, уточненные характеристики стока рек могут быть использованы в практике при разработке различных проектов на рассматриваемой территории и для научных исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р. И., Чигринцев А. Г. Приток поверхностных вод к району г. Алматы // Вестник КазНУ, серия географ. – 2006. – № 2(23). – С. 62-72.

Таблица

## Расчёт водного баланса озера Улькен Алматы за средний по водности год

Показатель	Единица измерения	Месяц												Итого за год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Объём озера на начало периода	млн. м <sup>3</sup>	5,96	5,18	3,76	2,10	0,72	0,34	1,00	3,60	6,20	6,49	7,16	6,75	49,26
Отметка уровня воды на начало периода	м	2506,3	2505,2	2503,0	2499,8	2496,6	2495,5	2496,8	2502,4	2506,2	2506,6	2507,4	2506,8	
Атмосферные осадки	мм	18,8	31,1	47,8	93,6	171,2	213,3	111,8	5,5	68,4	69,6	26,4	14,8	872,3
	млн. м <sup>3</sup>	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06	0,07	0,05	0,00	0,04	0,05	0,02	0,01	0,38
	млн. м <sup>3</sup>	0,01	0,03	0,05	0,08	0,14	0,21	0,26	0,26	0,31	0,35	0,37	0,38	0,38
Приток воды к озеру	м <sup>3</sup> /с	0,50	0,49	0,53	0,76	1,54	2,70	4,05	4,22	2,30	1,10	0,70	0,54	
	млн. м <sup>3</sup>	1,33	1,19	1,42	1,97	4,12	7,00	10,9	11,3	5,96	2,95	1,81	1,45	51,4
	млн. м <sup>3</sup>	1,33	2,52	3,94	5,91	10,0	17,0	27,9	39,2	45,1	48,1	49,9	51,4	51,4
Потери воды на испарение и фильтрацию	млн. м <sup>3</sup>	0,58	0,36	0,18	0,09	0,11	0,07	0,13	0,67	1,26	1,45	1,28	0,93	7,11
	млн. м <sup>3</sup>	0,58	0,94	1,12	1,21	1,33	1,39	1,52	2,19	3,45	4,90	6,18	7,11	7,11

Показатель	Единица измерения	Месяц												Итого за год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Потери воды на фильтрацию	млн. м <sup>3</sup>	0,58	0,35	0,17	0,07	0,09	0,05	0,10	0,60	1,21	1,41	1,27	0,92	6,82
Потери воды на испарение	мм	5,2	12,1	15,9	53,5	64,5	69,9	81,1	122,7	74,2	58,7	15,2	9,4	582,4
	млн. м <sup>3</sup>	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,05	0,04	0,01	0,01	0,29
Попуски в нижний бьеф	м <sup>3</sup> /с	0,57	0,94	1,09	1,27	1,66	2,45	3,05	3,00	1,72	0,33	1,35	0,49	
	млн. м <sup>3</sup>	1,54	2,27	2,92	3,29	4,45	6,34	8,17	8,03	4,46	0,87	0,96	1,31	44,61
Объём озера на конец периода	млн. м <sup>3</sup>	1,54	3,81	6,73	10,0	14,5	20,8	29,0	37,0	41,5	42,3	43,3	44,6	44,61
	млн. м <sup>3</sup>	5,18	3,76	2,10	0,72	0,34	1,10	3,60	6,20	6,49	7,16	6,75	5,96	49,36
Отметка уровня воды на конец периода	м	2505,2	2503,0	2499,8	2496,6	2495,5	2496,8	2502,4	2506,2	2506,6	2507,4	2507,8	2505,8	

2. Дускаев К.К., Чигринец А.Г. Роль малых рек в решении проблемы водообеспечения г. Алматы // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №1. – С. 76-88.
3. Мазур Л.П., Маринович Т.В. Оценка гидроклиматических показателей в горных районах Илейского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №1. – С. 75-88.
4. Оценить вероятностные значения расходов и объемов селей дождевого и гляциального генезисов в бассейне реки Б. Алматинки выше Большого Алматинского озера: Отчет о НИР / КазНИИМОСК – Алматы, 1995. – 32 с. – Отв. исполн. В.П. Мочалов
5. Оценка современного экологического состояния и разработка рекомендаций по обустройству водоохраных зон р. Большая Алматинка: Отчет о НИР / КазГУ. – № ГР 0197РК00124. – Инв. № 0297РК00321. – Алматы, 1996. – 165 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Бассейн оз. Балхаш. Т. 13, вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 304 с.
7. Чигринец А.Г. Гидролого-экологическая оценка малых рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау и разработка рекомендаций по их охране: Дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 2006. – 310 с.
8. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691 с.

Поступила 16.02.2015

Геогр. ғылымд. канд.  
Геогр. ғылымд. канд.

Л.П. Мазур  
А.Г. Чигринец  
М.Н. Раченков

### **ҮЛКЕН АЛМАТЫ КӨЛІНІҢ ҮЛКЕН АЛМАТЫ ӨЗЕНІНІҢ РЕЖИМІ МЕН АҒЫНДЫ СИПАТТАМАЛАРЫНА ТИГІЗЕТІН ЫҚПАЛЫН БАҒАЛАУ**

*Үлкен Алматы өзені алабының климаттық сипаттамаларына және ағындыға жүргізілген бақылау қатарына талдау жасалды. Үлкен Алматы алабы өзендерінің зерттелген тұстамалары бойынша ағындының негізгі статистикалық сипаттамалары алынды. Үлкен Алматы көлінің Үлкен Алматы өзенінің режимі мен ағындысына әсері табиғи жағдайда және ағынды реттелген жағдайда бағаланды. Үлкен Алматы көлінің су теңдестігін есептеу және талдау арқылы көлдің басым жағдайда оның жылдық үлестіріміне ықпал ететіне, ал ағынды шамасына әсері елеусіз екендігі айқындалды.*

УДК 536.54, 556.16

Доктор геогр. наук С.К. Давлетгалиев \*  
М.С. Оспанова \*

**МИНИМАЛЬНЫЙ СУТОЧНЫЙ СТОК БАСЕЙНА РЕКИ ЕЛЕК**

*ЛЕТНЕЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД, ЗИМНИЙ ПЕРИОД, ПАРАМЕТРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА, СТАТИСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ, НАБЛЮДЕННЫЕ И ВОССТАНОВЛЕННЫЕ ДАННЫЕ*

*Даны статистические характеристики минимального летнего и зимнего суточного стока основных рек бассейна р. Елек.*

Для отдельных отраслей хозяйства, в частности для водоснабжения, большой интерес представляет не только минимальный месячный сток, но и минимальный суточный. Наименьший суточный расход воды показывает возможную естественную степень истощения речного стока.

Минимальный суточный расход на разных реках наблюдается в разные сроки. На реках Елек, Каргала, Актасты летний суточный минимум чаще всего наблюдается в августе - сентябре, зимний – январе - марте.

Характеристики минимального летнего и зимнего суточного стока рек, рассматриваемого района слабо изучены, в монографиях «Ресурсы поверхностных вод СССР» [2] они не рассмотрены. Поэтому актуальность изучения данного вопроса не вызывает сомнения.

За расчетный период минимального суточного стока, выбран период 1940...2010 гг. Характеристики минимального суточного стока: норма, коэффициент вариации и асимметрии, а также расходы воды различной обеспеченности определены по рядам, приведенным к многолетнему периоду (табл. 1 и 2). Для пересыхающих и промерзающих рек соответствующие обеспеченные величины минимального стока в табл. 1 и 2 представлены в виде нулевых значений.

Нормы минимального летнего суточного стока почти во всех случаях превышают нормы зимнего суточного стока. На реках Елек, Б. Хобда, Терсаккан норма летнего стока больше в 1,5...2,0 раза нормы зимнего стока.

Коэффициент вариации летнего суточного стока изменяется от 0,30...0,40 (рр. Терсаккан, Сарыхобда) до 1,5 (р. Косистек), зимнего стока – от 0,25 до 1,5. Коэффициент асимметрии летнего суточного стока наблюдаемых и восстановленных рядов изменяется от 0,11...0,16 (рр. Терсбугак, Са-

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

рыхобда) до 4...6 (рр. Карабутак и Косистек при  $C_v = 1,50$ ). Коэффициент асимметрии зимнего стока также меняется в широких пределах (табл. 2). Для р. Терисбутак значение  $C_s$  получилось отрицательным ( $C_s = -0,92$ ).

При построении кривой обеспеченности значение  $C_s$  устанавливалось по степени соответствия эмпирическим данным теоретической кривой. При этом наиболее подходящим оказалось соотношение  $C_s = 2C_v$  (рис.). Поэтому в большинстве случаев расходы воды минимального суточного летнего и зимнего стока определены для  $C_s = 2C_v$ . При значительных расхождениях кривых аналитической и эмпирической (в нижней части кривой распределения) характеристики стока определены по эмпирической кривой.

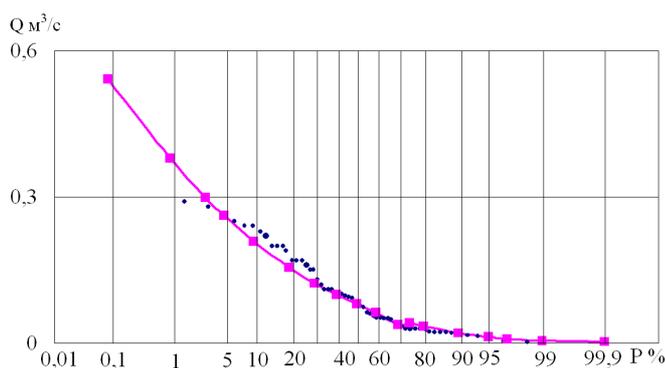


Рис. Кривая обеспеченности минимального зимнего суточного стока (р. Сарыхобда – пос. Бессарабский 1940...2010 гг.)

При наличии в составе наблюдаемых и восстановленных данных нулевых расходов кривые обеспеченности построены по методике, изложенной в [3].

В табл. 1 и 2 приведены наименьшие значения наблюдаемого минимального летнего и зимнего суточного расхода воды. На большинстве рек наименьшее значение суточного летнего стока близко к нулю, за исключением стока р. Елек и Б. Хобда – с. Кугала. Наименьшее значение зимнего стока во всех случаях равно нулю.

Суточный сток зарегулированных рек Елек и Каргала исследован на однородность. Для этой цели по данным наблюдений за 1940...1974 гг. и 1975...2010 гг. определены статистики Стьюдента и Фишера и сопоставлены с их критическими значениями при 5 % уровне значимости. Во всех случаях, вычисленные значения статистик Стьюдента и Фишера существенно превышают критические значения, что свидетельствует о неоднородности рядов наблюдений. Поэтому характеристики минимального суточного летнего и зимнего стока вычислены в двух вариантах: по данным за 1940...1974 гг. и 1975...2010 гг. (табл. 3).

Характеристики минимального летнего суточного стока бассейна р. Елек за 1940...2010 гг.

Река – пункт	F, км <sup>2</sup>	Период наблюдения	Наименьший за период, м <sup>3</sup> /с	$\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	Сток (м <sup>3</sup> /с)				Различной обеспеченности, %		
							75	80	90	95	97		
Елек (Илек) – г. Актобе	11000	1938...1997, 1999...2000, 2004...2007, 2009...2010	0,16	2,08 0,93	0,60 0,66	1,10 0,77	0,92 0,49	0,79 0,42	0,49 0,28	0,40 0,20	0,18 0,15		
		Елек – пос. Целинный		14575	2003...2010	3,52	4,16	0,54	0,59	2,25	1,66	1,29	1,04
		Елек – с. Чилик		37300	1949...1997, 1999...2004, 2008...2010	2,90	10,1 6,05	0,58 0,55	0,86 0,62	6,29 3,6	5,68 3,2	4,23 2,36	3,25 1,82
Карагала – с. Каргалинский	5000	1963...1997, 1999...2010	0,006	1,61 0,57	0,92 0,57	1,42 0,76	0,58 0,32	0,45 0,29	0,24 0,21	0,13 0,15	0,08 0,13		
Урга-Буртя – с. Дмитровка	375	2003...2010	0,015	0,023	1,60	1,66	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Карабугтак – с. Карабугтак	177	1981...1995	0,002	0,079	1,36	4,36	0,009	0,006	0,001	0,0	0,0		
Косистек – с. Косистек	281	1957...1997, 1999...2010	0,0	0,041	1,50	6,60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

Река – пункт	F, км <sup>2</sup>	Период наблюдения	Наименьший за период, м <sup>3</sup> /с	$\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	Сток (м <sup>3</sup> /с)				
							75	80	90	95	97
Актасты – пос. Белогорский	45,0	1946...1948, 1951...1997, 1999, 2008...2010	0,003	0,016	0,72	2,88	0,008	0,006	0,004	0,003	0,002
руч. Терисбугак – пос. Белогорский	19,8	1951...1989	0,011	0,022	0,30	0,11	0,017	0,016	0,014	0,013	0,011
Хобда (Б. Хобда) – с. Новоалексеевка	8110/8090	1961...1997, 1999...2010	0,028	0,96	0,46	0,65	0,62	0,56	0,44	0,32	0,30
Б. Хобда – с. Кугала	14200	1981...1991, 2003...2010	1,48	0,96	0,46	0,65	1,60	1,44	1,09	0,83	0,71
Карахобда – пос. Альгайсай	2240	1963...1997, 1999...2010	0,060	0,53	0,47	0,46	0,33	0,26	0,22	0,17	0,12
Сарыхобда – пос. Бессарабский	675	1957...1986	0,0	0,085	0,39	0,16	0,062	0,057	0,048	0,041	0,036
Терсаккан – пос. Астраханский	446	1958...1995	0,022	0,10	0,30	0,28	0,082	0,078	0,067	0,059	0,055

*Примечание:* В числителе приведены наблюдаемые данные, в знаменателе – восстановленные данные.

Характеристики минимального зимнего суточного стока бассейна р. Елек за 1940...2010 гг.

Река – пункт	F, км <sup>2</sup>	Период наблюдения	Наименьший за период, м <sup>3</sup> /с	$\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	Сток (м <sup>3</sup> /с)				Различной обеспеченности, %		
							75	80	90	95	75	97	
Елек (Илек) – ж.д. рзд №47	1090	1958...1980 1941...1942, 1944, 1946...1998, 2000, 2007...2008, 2010	0,0	0,046	0,68	0,49	0,027	0,023	0,015	0,0	0,0	0,0	0,0
Елек – г. Актобе	11000		0,0	$\frac{1,29}{0,48}$	$\frac{1,50}{0,96}$	$\frac{2,92}{1,24}$	$\frac{0,23}{0,16}$	$\frac{0,16}{0,13}$	$\frac{0,037}{0,03}$	0,0	0,0	0,0	0,0
Елек – пос. Целинный	14575	2003...2010	1,41	2,95	0,58	0,72	1,70	1,53	1,12	0,83	0,68		
Елек – с. Чилик	37300	1950...1997, 2000...2005, 2008...2010	0,0	$\frac{4,33}{2,73}$	$\frac{1,31}{0,90}$	$\frac{1,57}{1,23}$	$\frac{0,13}{1,70}$	$\frac{0,0}{0,30}$	$\frac{0,0}{0,70}$	0,0	0,0	0,0	0,0
Карагала – с. Каргалинский	5000	1963...2010	0,0	$\frac{0,72}{0,41}$	$\frac{1,01}{0,81}$	$\frac{1,22}{1,34}$	$\frac{0,21}{0,17}$	$\frac{0,16}{0,14}$	$\frac{0,072}{0,080}$	0,036	0,050	0,022	0,030
Карабутак – с. Карабутак	177	1981...1995	0,0	0,027	1,07	1,70	0,006	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Река – пункт	F, км <sup>2</sup>	Период наблюдения	Наименьший за период наблюдения, м <sup>3</sup> /с	$\bar{Q}$ , м <sup>3</sup> /с	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	Сток (м <sup>3</sup> /с)				
							Различной обеспеченности, %				
							75	80	90	95	97
Косистек – с. Косистек	281	1957...2010	0,0	0,035	1,50	2,22	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0
Актасты – пос. Белогорский	45,0	1952...1998	0,0	0,022	1,08	6,89	0,050	0,024	0,014	0,006	0,0
руч. Терисбугак – пос. Белогорский	19,8	1952...1990	0,0	0,020	0,25	-0,92	0,017	0,016	0,014	0,013	0,012
Хобда (Б. Хобда) – с. Новоалексеевка	8110/8090	1962...2010	0,0	0,49	1,05	1,32	0,13	0,07	0,0	0,0	0,0
Б. Хобда – с. Кугала	14200	1981...1991, 2003...2010	0,63	1,78	0,41	0,29	1,26	1,17	0,94	0,79	0,68
Карахобда – пос. Альпайсай	2240	1963...2010	0,0	0,16	1,0	1,54	0,009	0,0	0,0	0,0	0,0
Сарыхобда – пос. Бессарабский	675	1958...1986	0,0	0,086	0,63	0,89	0,022	0,012	0,0	0,0	0,0
Терсаакан – пос. Астраханский	446	1958...1995	0,0	0,039	1,17	1,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*Примечание:* В числителе приведены наблюдаемые данные, в знаменателе – восстановленные данные.

Характеристики минимального стока зарегулированных рек

Суточный сток	1940...1974 гг.										1975...2010 гг.									
	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$C_v$	$C_s$	75 %	80 %	90 %	95 %	97 %	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$C_v$	$C_s$	75 %	80 %	90 %	95 %	97 %				
<b>р. Елек – г. Актобе</b>																				
Летний	1,08	0,60	1,10	0,67	0,60	0,53	0,38	0,28	$\frac{4,17}{4,16}$	$\frac{0,68}{0,70}$	$\frac{1,26}{1,45}$	$\frac{2,09}{2,03}$	$\frac{1,81}{1,74}$	$\frac{1,20}{1,12}$	$\frac{0,82}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,58}$				
Зимний	0,34	0,97	2,07	0,093	0,020	0,001	0	0	$\frac{2,52}{2,51}$	$\frac{1,03}{1,11}$	$\frac{1,47}{1,11}$	$\frac{0,73}{0,60}$	$\frac{0,56}{0,45}$	$\frac{0,26}{0,19}$	$\frac{0,13}{0,076}$	$\frac{0,08}{0,046}$				
<b>р. Елек – с. Шелек</b>																				
Летний	6,95	0,41	0,31	4,80	4,44	3,58	2,99	2,62	$\frac{13,8}{13,3}$	$\frac{0,47}{0,45}$	$\frac{0,43}{0,28}$	$\frac{9,01}{8,92}$	$\frac{8,23}{8,18}$	$\frac{7,02}{6,44}$	$\frac{5,98}{5,25}$	$\frac{4,59}{4,52}$				
Зимний	1,50	0,79	-0,06	0,61	0	0	0	0	$\frac{6,29}{5,99}$	$\frac{1,04}{1,16}$	$\frac{0,71}{0,93}$	$\frac{1,66}{0,09}$	$\frac{1,20}{0,03}$	$\frac{0,57}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,14}{0}$				
<b>р. Каргала – с. Каргалинское</b>																				
Летний	0,56	0,60	0,46	0,32	0,29	0,21	0,15	0,12	$\frac{2,52}{2,58}$	$\frac{0,59}{0,59}$	$\frac{0,97}{0,98}$	$\frac{1,42}{1,56}$	$\frac{1,27}{1,30}$	$\frac{0,91}{0,85}$	$\frac{0,67}{0,11}$	$\frac{0,53}{0,10}$				
Зимний	0,28	0,55	0,62	0,16	0,15	0,11	0,08	0,07	$\frac{1,18}{1,27}$	$\frac{0,85}{0,55}$	$\frac{0,98}{0,38}$	$\frac{0,45}{0,34}$	$\frac{0,37}{0,33}$	$\frac{0,21}{0,24}$	$\frac{0,12}{0,11}$	$\frac{0,08}{0,07}$				

Примечание: В числителе приведены наблюдаемые данные, в знаменателе – восстановленные данные.

Норма минимального суточного стока периода 1975...2010 гг. (наблюденного и восстановленного) почти во всех случаях в 2...3 раза превышает сток периода 1940...1974 гг.

Таким образом, статистические характеристики минимального летнего и зимнего суточного стока зарегулированных рек Елек и Каргала вычислены для бытового стока (1940...1974 гг.) и зарегулированного стока (1975 2010 гг.). В последнем случае параметры минимального стока вычислены по наблюдаемым и восстановленным значениям. Характеристики остальных рек определены за многолетний период (1940...2010 гг.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 3. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 514 с.
2. СП 33-101. Определение основных расчетных характеристик. – М.: Стройиздат, 2003. – 72 с.

Поступила 22.01.2015

Геогр. ғылымд. докторы С.К. Давлетғалиев  
М.С. Оспанова

#### **ЕЛЕК АЛАБЫНЫҢ БАСТЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ТӘУЛІКТІК МИНИМАЛ АҒЫНДЫСЫ**

*Елек алабының басты өзендерінің жаздық, қыстық және тәуліктік минимал ағындыларының статистикалық сипаттамалары келтіріліген.*

УДК 556 (26+4/9)

Канд. геогр. наук А.Г. Чигринец \*

**ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ТЕРРИТОРИИ  
ГОРОДА АЛМАТЫ***РАСХОД ВОДЫ, РЕКА, ГОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ, РЕКИ-КАРАСУ,  
РЕЧНОЙ СТОК, ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, ОБЪЁМ СТОКА, РЕЖИМ  
СТОКА, ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ*

*Произведена количественная оценка поверхностных водных ресурсов в современных границах территории крупнейшего мегаполиса Республики Казахстан – г. Алматы. Используются данные стационарных наблюдений РГП Казгидромет по гидрометрическим створам по 2012 г. включительно. Приводятся результаты расчета объёмов водных ресурсов речного стока 50, 75 и 95 % обеспеченности по конкретным водным объектам и суммарно по территории города. Количественная оценка возобновляемых поверхностных водных ресурсов является одним из важнейших вопросов рационального и комплексного их использования для различных целей хозяйственного использования.*

Формирование водных ресурсов речного стока урбанизированных территорий является одной из наиболее важных, перспективных и сложных проблем современной гидрологии. В связи с увеличением численности городского населения обостряется проблема рационального и комплексного использования имеющихся водных ресурсов. Особенно актуальна эта проблема для предгорных территорий, со сложными условиями формирования речного стока, где и расположен самый большой по численности населения город страны – Алматы. Город расположен у подножья северного склона хребта Илейский Алатау. Это крупный научный, культурный, финансовый и производственный центр. В связи с переносом столицы в г. Астану с 1 июля 1998 г. городу присвоен статус города республиканского значения. Территория Алматы постоянно увеличивается, расширяются его границы. За последние шесть лет территория города уве-

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

личилась в два раза. В 2007 г. площадь г. Алматы составляла 292,1 км<sup>2</sup>, в 2012 г. она увеличилась до 350,8 км<sup>2</sup>. По данным 2014 г., площадь мегаполиса составляет уже 702,0 км<sup>2</sup>. Увеличивается городское население, что непосредственно влияет на объёмы водопотребления на городской территории и его территориальное перераспределение.

Для оценки водных ресурсов в водном хозяйстве чаще всего используют понятие возобновляемых водных ресурсов, т.е. поверхностного речного стока. Количественная оценка возобновляемых водных ресурсов для какой-либо территории определяется путем суммирования средних многолетних значений стока всех рек рассматриваемой территории и широко используется в гидрологии и водном хозяйстве при планировании их использования и оценке водообеспеченности.

Для определения поверхностных водных ресурсов территории г. Алматы были использованы данные стационарных наблюдений по гидрометрическим створам РГП Казгидромет по 2012 г. включительно [2-5, 8-10], а так же результаты предыдущих исследований [1, 6, 7, 11-13]. Также получены данные путем косвенной оценки стока с неучтенных наблюдениями территорий, с использованием методики определения стока при отсутствии данных наблюдений.

Суммарные водные ресурсы г. Алматы слагаются из стока рек, водосборные бассейны которых охватывает исследуемая территория. В качестве расчетного принимались створы с наибольшей водностью. Суммарные же водные ресурсы в годы различной водности (обеспеченные величины) получены путем суммирования стока равной обеспеченности для рек рассматриваемой территории.

При определении водных ресурсов территории г. Алматы были рассчитаны ресурсы основных рек (Жиши Алматы, Улькен Алматы, Карагалы и Аксай), пересекающих городскую территорию. Водные ресурсы горных источников (Абылгазы, Ботбайсай, Тиксай, Терисбулак, Керенкулак, Боролдай, Тастыбулак, Ойжайлау и др.) являющихся притоками основных рек, а также водные ресурсы рек-карасу (Ащыбулак, Зап. Теренкара, Султанка, Улькен Карасу, Карасу-Турксиб, Боролдай, Джигитовка и др.), формирующих свой сток в пределах исследуемой городской территории.

Следует отметить, что по результатам анализа интегральных кривых стока основных рек исследуемой территории, выявлено увеличение объёмов водозаборов по длине рек. Это отразилось на водности в створах учета. Так как в кадастровых материалах в последние годы не приводятся

точные сведения о водозаборах для нужд коммунально-бытового водоснабжения, то сток в створах учета можно назвать бытовым. Это иллюстрируют рис. 1а и 1б.

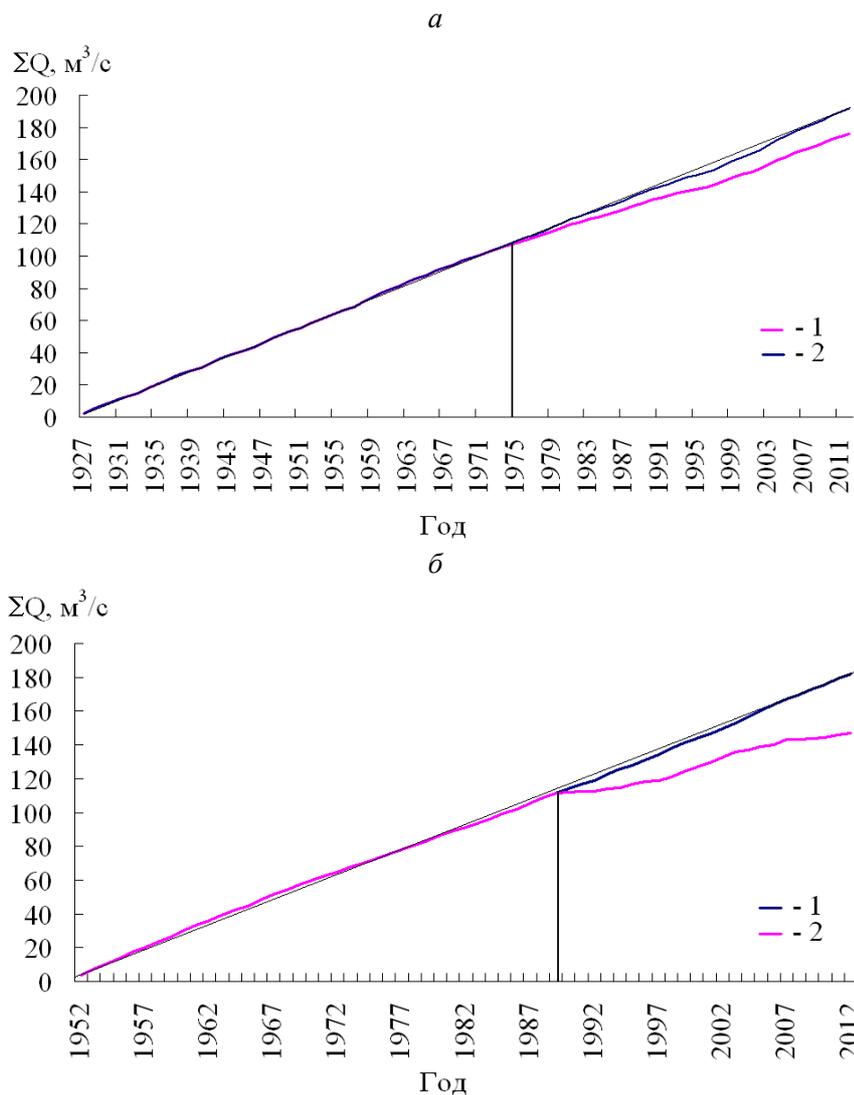
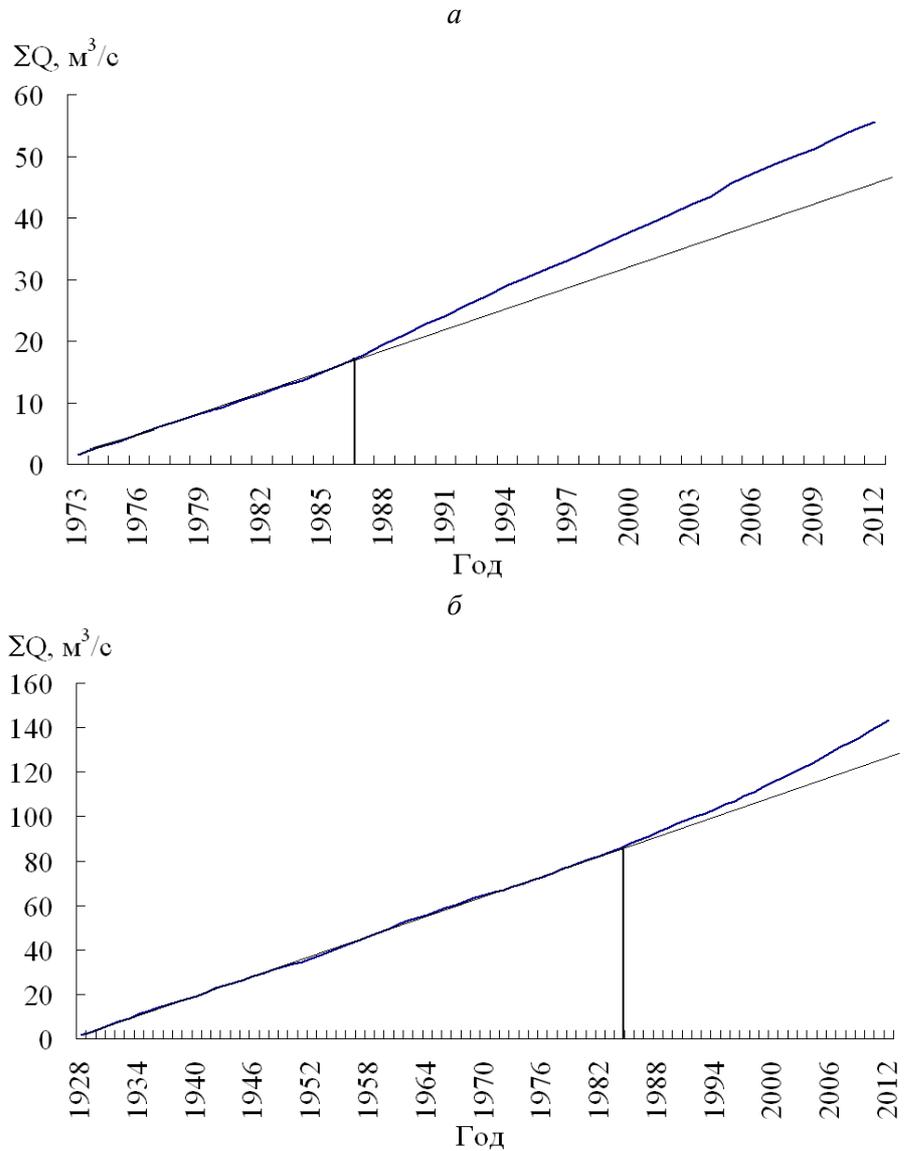


Рис. 1. Интегральные кривые основных рек г. Алматы. Р. Киши Алматы – г. Алматы (а); 1 – естественно-бытовой сток, 2 – естественно-восстановленный сток и р. Улькен Алматы – 2 км выше устья р. Проходная (б); 1 – с учетом канала на ГЭС-2, 2 – без полного учета канала за весь период стационарных наблюдений.

В работе, для определения водных ресурсов поверхностного стока основных рек, были использованы данные за условно естественный пери-

од стока: для р. Киши Алматы – до 1973 г., для р. Улькен Алматы – до 1989 г., для р. Аксай – до 2000 г. Также отмечена тенденция увеличения стока с середины 80-х годов за счет глобального потепления, деградации оледенения северного склона Илейского Алатау и соответственно увеличения ледниковой составляющей стока. Это хорошо видно на рис. 2а и 2б.



*Рис. 2. Интегральные кривые основных рек города в створах выше основных водозаборов: р. Киши Алматы – ниже устья р. Сарысай (а) и р. Улькен Алматы – в 1,1 км выше озера Улькен Алматы (б) за весь период стационарных наблюдений.*

Таблица 1  
 Поверхностные водные ресурсы бассейнов рек Киши Алматы, Улькен Алматы, Карагалы и Аксай в пределах территории г. Алматы, в тыс. м<sup>3</sup> 50 % обеспеченности

Река – пост	Месяц												Год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Киши Алматы – г. Алматы	3273,2	2594,9	3255,4	4760,0	8431,9	9786,8	10966,9	9125,7	5706,8	4616,2	3890,6	3557,8	69966,2	
<b>Бассейн р. Киши Алматы</b>														
<b>Водные ресурсы горных источников</b>														
Абылгазы – г. Алматы *	42,9	38,7	53,6	142,6	107,1	119,2	104,5	88,4	75,2	77,7	72,6	72,6	58,9	981,4
Ботбайсай – г. Алматы *	37,5	33,9	45,5	124,4	93,7	103,7	91,1	77,7	64,8	67,0	62,2	62,2	50,9	852,4
Тиксай – г. Алматы	155,3	140,3	200,9	518,4	401,8	440,6	401,8	321,4	285,1	294,6	259,2	222,3	3641,7	
Мокрый ключ – устье	24,1	21,8	32,1	44,1	50,9	38,9	34,8	29,5	25,9	26,8	25,9	24,1	378,9	
Терисбулак – сан. Кам. Плато	48,2	41,1	88,4	168,5	171,4	129,6	104,5	91,1	80,4	85,7	72,6	56,2	1137,7	
Керенкулак – устье *	112,5	91,9	158,0	370,7	487,5	386,2	265,2	203,6	165,9	163,4	132,2	117,8	2654,9	
<b>Водные ресурсы карасу-источников</b>														
Ащыбулак – с. Карасу	750,0	701,6	803,5	777,6	803,5	855,4	776,7	750,0	751,7	776,7	699,8	696,4	9142,9	
Зап. Теренкара – свх. Алма-Ата	857,1	870,9	1124,9	725,8	669,6	751,7	1098,1	803,5	907,2	1339,2	1270,1	910,7	11328,8	
Улькен Карасу – устье	348,2	338,7	455,3	466,6	482,1	414,7	482,1	482,1	414,7	428,5	388,8	348,2	5050,0	
Султанка – ждст. Алма-Ата I	2785,5	2104,7	2919,5	2825,3	2571,3	1555,2	1660,6	1205,3	1373,8	2169,5	2617,9	2410,6	26199,2	
Карасу-Гурксиб – устье *	200,9	193,5	251,8	256,6	265,2	233,3	265,2	265,2	233,3	241,1	220,3	200,9	2827,3	
<b>Бассейн р. Улькен Алматы</b>														
Улькен Алматы – суммарный	9013,2	7290,4	7614,3	8375,9	13149,0	21278,6	22502,5	19174,4	13769,5	12540,3	10867,5	10063,3	155638,9	
<b>Водные ресурсы карасу-источников</b>														
Боролдай – мкр. Боролдай	883,9	774,1	1419,6	985,0	1071,4	959,0	964,2	1071,4	907,2	857,1	777,6	776,7	11447,2	
Джититовка – мкр. Кр. Трудовик	257,1	232,2	321,4	259,2	294,6	285,1	267,8	267,8	222,9	246,4	246,2	233,0	3133,7	
<b>Бассейн р. Карагалы</b>														
Карагалы – клх. им. Чапаева	883,9	725,8	857,1	1347,8	1419,6	2721,6	3455,1	2383,8	1555,2	1205,3	1036,8	1044,6	18636,6	

Река – пост	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	<b>Водные ресурсы горных источников</b>												
Ойжайлау – с. Каменка	81,1	79,8	94,6	143,9	145,1	121,3	93,7	88,3	79,4	78,4	65,4	67,6	1138,6
	<b>Бассейн р. Аксай</b>												
Аксай – кордон Аксайский	2126,4	1705,5	2197,0	3091,0	5099,9	10468,6	15626,3	14920,4	6139,4	3970,5	3261,8	2735,3	71342,1
	<b>Водные ресурсы горных источников</b>												
Тастыбулак – с. Аксай	73,6	68,9	91,9	169,1	193,1	231,4	156,3	110,3	97,9	82,8	71,2	73,6	1420,1
<b>Итого: сток основных рек</b>	<b>15296,7</b>	<b>12316,6</b>	<b>13923,8</b>	<b>17574,7</b>	<b>28100,4</b>	<b>44255,6</b>	<b>52550,8</b>	<b>45043</b>	<b>27170,9</b>	<b>22332,3</b>	<b>19056,7</b>	<b>17401</b>	<b>315583,8</b>
Сток горных источников	575,2	516,4	765	1681,7	1650,6	1570,9	1251,9	1010,3	874,6	876,4	761,3	671,4	12205,7
Сток рек карасу	6082,7	5215,7	7296	6296,1	6157,7	5054,4	5514,7	4845,3	4810,8	6058,5	6220,7	5576,5	69129,1
<b>Суммарный сток по городу</b>	<b>21954,6</b>	<b>18048,7</b>	<b>21984,8</b>	<b>25525</b>	<b>35987</b>	<b>50809</b>	<b>59317,4</b>	<b>51459,9</b>	<b>32856,3</b>	<b>29267,2</b>	<b>26038,7</b>	<b>23648,9</b>	<b>396918,6</b>

*Примечание:* \* – данные приближённые, полученные расчётным путём, остальные – на основе кадастровых материалов.

Таблица 2

Поверхностные водные ресурсы бассейнов рек Киши Алматы, Улькен Алматы, Карагалы и Аксай в пределах территории г. Алматы, в тыс. м<sup>3</sup> 75 % обеспеченности

Река – пост	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	<b>Бассейн р. Киши Алматы</b>												
Киши Алматы – г. Алматы	3638,5	3140,8	2994,0	3781,0	7156,1	8263,5	8257,0	9331,1	5106,2	3987,5	3352,2	3276,0	62283,9
	<b>Водные ресурсы горных источников</b>												
Абылгазы – г. Алматы *	37,5	48,4	77,7	64,8	85,7	82,9	85,7	67,0	67,4	56,2	49,2	37,5	760,0
Ботбайсай – г. Алматы *	34,8	41,1	67,0	57,0	75,0	72,6	75,0	58,9	59,6	48,2	44,1	34,8	668,1
Тиксай – г. Алматы	144,6	176,6	294,6	243,6	321,4	311,0	321,4	249,1	251,4	211,6	186,6	144,6	2856,5
Мокрый ключ – устье	21,4	16,9	26,8	36,3	40,2	33,7	29,5	24,1	20,7	21,4	20,7	21,4	313,1
Терисбулак – сан. Кам. Плато	50,9	38,7	42,9	116,6	123,2	119,2	85,7	77,7	64,8	83,0	59,6	53,6	915,9
Керенкулак – устье *	125,9	121,0	241,1	383,6	267,8	178,8	133,9	133,9	129,6	133,9	134,8	133,9	2118,2

Река – пост	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	<b>Водные ресурсы карасу-источников</b>												
Ащыбулак – с. Карасу	562,5	532,2	616,0	596,2	616,0	648,0	589,2	562,5	570,2	589,2	518,4	535,7	6936,1
Зап. Теренкара – свх. Алма-Ата	428,5	435,5	562,5	362,9	321,4	362,9	562,5	401,8	466,6	669,6	622,1	455,3	5651,6
Улькен Карасу – устье	225,0	215,3	294,6	285,1	294,6	259,2	294,6	294,6	259,2	267,8	246,2	225,0	3161,2
Султанка – ждст. Алма-Ата I	2544,5	1935,4	2678,4	2566,1	2357,0	1425,6	1499,9	1098,1	1244,2	1982,0	2384,6	2196,3	23912,1
Карасу-Турксіб – устье*	125,9	121,0	158,0	160,7	166,1	145,2	166,1	166,1	145,2	150,0	137,4	125,9	1767,6
	<b>Бассейн р. Улькен Алматы</b>												
Улькен Алматы – суммарный	7913,9	6499,1	6559,4	7637,9	13818,2	17883,3	20552,9	19807,3	12604,1	9913,5	8488,6	7941,8	139620,0
	<b>Водные ресурсы карасу-источников</b>												
Боролдай – мкр. Боролдай	750,0	653,2	1205,3	829,4	910,7	803,5	803,5	883,9	777,6	723,2	648,0	669,6	9657,9
Джипитовка – мкр. Кр. Трудовик	219,6	198,4	267,8	220,3	257,1	241,1	238,4	230,3	189,2	208,9	210,0	198,2	2679,3
	<b>Бассейн р. Карагалы</b>												
Карагалы – клх. им. Чапаева	910,7	774,1	937,4	985,0	1312,4	1633,0	2464,1	2196,3	1347,8	1151,7	933,1	910,7	15556,3
	<b>Водные ресурсы горных источников</b>												
Ойжайлау – с. Каменка	53,1	47,9	53,1	77,0	132,6	102,7	79,6	66,3	51,3	53,1	51,3	53,1	821,1
	<b>Бассейн р. Аксай</b>												
Аксай – кордон Аксайский	2574,4	2239,2	2390,6	2662,8	4781,1	7757,6	11305,7	11673,5	5852,8	3759,5	3163,7	2915,0	61075,9
	<b>Водные ресурсы горных источников</b>												
Тастыбулак – с. Аксай	83,3	75,2	89,9	99,9	133,9	124,4	95,2	86,6	81,9	83,3	74,1	76,6	1104,3
<b>Итого: сток основных рек</b>	<b>15037,5</b>	<b>12633,2</b>	<b>12881,4</b>	<b>15066,7</b>	<b>27067,8</b>	<b>35374</b>	<b>42579,7</b>	<b>43008,2</b>	<b>24910,9</b>	<b>18812,2</b>	<b>15937,6</b>	<b>15043,5</b>	<b>278536,1</b>
Сток горных источников	551,5	565,8	893,1	1078,8	1179,8	1025,3	906	763,6	726,7	690,7	620,4	555,5	9557,2
Сток рек карасу	4856,0	4091,0	5782,6	5020,7	4922,9	3885,5	4154,2	3637,3	3652,2	4590,7	4766,7	4406,0	53765,8
<b>Суммарный сток по городу</b>	<b>20445,0</b>	<b>17310,0</b>	<b>19557,1</b>	<b>21166,2</b>	<b>33170,5</b>	<b>40448,2</b>	<b>47639,9</b>	<b>47409,1</b>	<b>29289,8</b>	<b>24093,6</b>	<b>21324,7</b>	<b>20005,0</b>	<b>341859,1</b>

*Примечание:* \* – данные приближённые, полученные расчётным путём, остальные – на основе кадастровых материалов.

Таблица 3  
Поверхностные водные ресурсы бассейнов рек Киши Алматы, Улькен Алматы, Карагалы и Аксай в пределах территории г. Алматы, в тыс. м<sup>3</sup> 95 % обеспеченности

Река – пост	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Киши Алматы – г. Алматы	2369,3	1983,7	2675,5	4083,4	5670,4	5655,0	7613,8	7720,3	4856,3	3753,7	3104,4	2422,6	51908,4
<b>Бассейн р. Киши Алматы</b>													
<b>Водные ресурсы горных источников</b>													
Абылгазы – г. Алматы *	32,1	29,0	42,9	46,7	48,2	51,8	56,2	56,2	51,8	50,9	36,3	32,1	534,2
Ботбайсай – г. Алматы *	26,8	24,2	34,8	38,9	40,2	41,5	45,5	45,5	44,1	42,9	28,5	26,8	439,7
Тиксай – г. Алматы	120,5	108,9	160,7	171,1	176,8	184,0	200,9	200,9	191,8	184,8	132,2	120,5	1953,1
Мокрый ключ – устье	18,7	16,9	24,1	33,7	37,5	28,5	24,1	21,4	18,1	21,4	20,7	18,7	283,8
Терисбулак – сан. Кам. Плато	29,5	26,6	77,7	103,7	72,3	57,0	42,9	42,9	41,5	53,6	41,5	42,9	632,1
Керенкулак – устье *	101,8	67,7	128,6	225,5	222,3	171,1	112,5	83,0	72,6	133,9	88,1	75,0	1482,1
<b>Водные ресурсы карасу-источников</b>													
Апыбулак – с. Карасу	401,8	387,1	428,5	414,7	428,5	440,6	401,8	401,8	388,8	428,5	362,9	375,0	4860,0
Зап. Теренкара – свх. Алма-Ала	96,4	96,8	125,9	80,4	72,3	82,9	123,2	88,4	101,1	150,0	140,0	101,8	1259,2
Улькен Карасу – устье	123,2	118,5	155,3	158,1	163,4	142,6	163,4	163,4	142,6	147,3	134,8	123,2	1735,8
Султанка – ждст. Алма-Ата I	2142,7	1620,9	2249,9	2177,3	1982,0	1218,2	1258,8	910,7	1062,7	1687,4	2021,8	1848,1	20180,5
Карасу-Турксіб – устье *	69,6	67,7	85,7	88,1	91,1	80,4	91,1	91,1	80,4	83,0	75,2	69,6	973,0
<b>Бассейн р. Улькен Алматы</b>													
Улькен Алматы – суммарный	7358,4	6001,0	6535,2	7005,2	11163,8	13008,9	16096,7	15762,8	10743,7	8386,3	8052,2	7593,9	117708,1
<b>Водные ресурсы карасу-источников</b>													
Боролдай – мкр. Боролдай	535,7	483,8	883,9	596,2	669,6	596,2	589,2	642,8	570,2	508,9	466,6	482,1	7025,2
Джитповка – мкр. Кр. Трудовик	155,3	140,3	190,2	155,5	182,1	171,1	168,7	163,4	134,8	147,3	147,7	139,3	1895,7
<b>Бассейн р. Карагалы</b>													
Карагалы – клх. им. Чапаева	455,3	435,5	562,5	803,5	1312,4	1633,0	2169,5	1821,3	933,1	696,4	673,9	482,1	11978,5

Река – пост	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	<b>Водные ресурсы горных источников</b>												
Ойжайлау – с. Каменка	51,9	46,9	51,9	50,3	74,0	51,5	49,3	45,4	44,0	45,4	44,0	45,4	600,0
	<b>Бассейн р. Аксай</b>												
Аксай – кордон Аксайский	2361,3	2087,4	2311,1	2285,1	5551,6	7122,8	10877,1	6732,3	3354,8	2009,6	1701,7	1507,2	47902,0
	<b>Водные ресурсы горных источников</b>												
Тастыбулак – с. Аксай	50,2	35,8	34,4	110,0	111,1	120,3	68,8	55,5	66,5	58,2	56,3	52,9	820,0
<b>Итого: сток основных рек</b>	<b>12544,3</b>	<b>10507,6</b>	<b>12084,3</b>	<b>14177,2</b>	<b>23698,2</b>	<b>27419,7</b>	<b>36757,1</b>	<b>32036,7</b>	<b>19887,9</b>	<b>14846,0</b>	<b>13532,3</b>	<b>12005,8</b>	<b>229497,0</b>
Сток горных источников	431,5	356,0	555,1	779,9	782,4	705,7	600,2	550,8	530,4	591,1	447,6	414,3	6745,0
Сток рек карасу	3524,7	2915,1	4119,4	3670,3	3589,0	2732,0	2796,2	2461,6	2480,6	3152,4	3349,0	3139,1	37929,4
<b>Суммарный сток по городу</b>	<b>16500,5</b>	<b>13778,7</b>	<b>16758,8</b>	<b>18627,4</b>	<b>28009,6</b>	<b>30857,4</b>	<b>40153,5</b>	<b>35049,1</b>	<b>22898,9</b>	<b>18589,5</b>	<b>17328,9</b>	<b>15559,2</b>	<b>274171,4</b>

*Примечание:* \* – данные приближённые, полученные расчётным путём, остальные – на основе кадастровых материалов.

Проанализировано внутригодовое распределение стока рассматриваемых рек, так как его исследование является одним из важнейших вопросов, решение которого необходимо для рационального и комплексного использования водных ресурсов для различных целей экономики.

Внутригодовой режим стока, прежде всего, определяет основные параметры водохозяйственных сооружений: гарантированную отдачу воды, ёмкость регулирования и т.д., а следовательно экономическую эффективность водохозяйственных мероприятий и объектов.

На внутригодовое распределение стока рек оказывают влияние различные факторы. В первую очередь это климатические условия (количество и режим выпадения осадков, температура воздуха в период таяния ледников и сезонных снегов, испарение с поверхности бассейнов и т.п.), а также рельеф местности, тип питания рек и гидрогеологические условия. В горных районах особенно большое влияние оказывает рельеф, который определяет общие условия увлажнения, доступность речных бассейнов влажным воздушным массам, величину и распределение атмосферных осадков.

Для расчета внутригодового распределения имеется много методов. В данной работе характеристики внутригодового распределения стока были получены по нескольким реальным годам различной водности, которые дают наглядное представление об особенностях внутригодового распределения стока исследуемых рек, хотя и содержат случайные, нетипичные подробности, которые свойственны только данному году.

Результаты расчета поверхностных водных ресурсов территории г. Алматы в виде объёмов речного стока 50, 75 и 95 % обеспеченности приведены в табл. 1...3. Водные ресурсы основных рек определялись: для р. Киши Алматы в створе г. Алматы, учитывающего практически все его горные притоки (рр. Куйгенсай, Кимасар, Бедельбай, Батарейку и Бутак) и подрусловой сток в пределах городской территории. Для р. Улькен Алматы – суммарным стоком равных обеспеченностей по створам р. Улькен Алматы – в 2 км выше устья р. Проходная, р. Проходная – устье и р. Терисбутак – устье. Для реки Карагалы – в створе клх. им. Чапаева, а для р. Аксай – в створе кордон Аксайский.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальперин Р.И., Чигринец А.Г. Приток поверхностных вод к району г. Алматы // Вестник КазНУ. Сер. географ. – 2006. – №2. – С. 62-72.
2. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек

- оз. Балхаш и оз. Алаколь. 2001...2012 гг. Вып. 7, ч. 1. – Алматы: РГП «Казгидромет».
3. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. Т. V, вып. 4. – Л.: Гидрометеиздат, 1998. – 576 с.
  4. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. Кн. 1, вып. 4, ч. 1. (1981...1990 гг.) – Алматы: Гидрометеиздат, 2001. – 247 с.
  5. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. Т. 1, вып. 4, (1991...2000 гг.) – Алматы: РГП «Казгидромет», 2006. – 175 с.
  6. Дускаев К.К., Чигринец А.Г. Роль малых рек в решении проблемы водообеспечения г. Алматы // Гидрометеорология и экология – 2005. – №1. – С.76-88.
  7. Дускаев К.К., Чигринец А.Г., Мазур Л.П. Основные гидрологические характеристики, современное экологическое состояние и охрана малых рек г. Алматы // VI Всероссийский Гидрологический Съезд. Доклады. Секция 4. – М: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – С. 180-184.
  8. Ресурсы поверхности вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Т. 13, вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 645 с.
  9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. Основные гидрологические характеристики. Центральный и Южный Казахстан. Т. 13, вып. 2. (за 1965...1970 гг. и весь период наблюдений). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 316 с.
  10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. Основные гидрологические характеристики. Центральный и Южный Казахстан. Т. 13, вып. 2. (за 1971...1975 гг. и весь период наблюдений). – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 288 с.
  11. Чигринец А.Г. Максимальные расходы воды рек Илейского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №3. – С. 93-103.
  12. Чигринец А.Г., Мазур Л.П. Русловой водный баланс рек карасу бассейна р. Улькен Алматы в пределах городской территории // Материалы международной научно-практической конференции «География: наука и образование» – Алматы, 2008. – С. 259-265.

13. Чигринец А.Г., Мазур Л.П., Раченков М.Н, Исмаилов Ш.М. Сток и русловой водный баланс малых рек города Алматы в пределах городской территории // Вестник КазНУ. Сер. географ. – 2013. – №2. – С. 56-70.

Поступила 16.02.2015

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Чигринец

#### **АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУМАҒЫНЫҢ ЖЕР БЕТІ СУ РЕСУРСЫ**

*Қазақстан Республикасының ең ірі мегаполисі Алматы қаласы аумағының қазіргі шегінде қалыптасатын беттік сулардың ресурсын сандық бағалау жүзеге асырылды. Зерттеу барысында 2012 жылға дейінгі «Казгидромет» РМК қарасты гидрометриялық тұстамаларда жүргізілген стационарлық бақылау деректері пайдаланылды. Нақыт су нысандары бойынша және аумақ бойынша жиынтық су ресурстарының қамтамасыздығы 50, 75 және 95 % ағынды көлемдерін есептеу нәтижелері келтірілді. Жаңғырмалы жер беті су ресурстарын сандық бағалау оларды түрлі шаруашылық мақсатында тиімді және кешенді пайдаланудың ең маңызды мәселелерінің бірі.*

УДК 519.16:556.072

Геогр. ғылымд. докторы С.К. Давлетғалиев \*  
Ж.У. Бексултанова \*

**ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ – КӨШІМ БЕКЕТІ БОЙЫНША СУЫ МОЛ ЖӘНЕ  
СУЫ ТАПШЫ МЕРЗІМДЕГІ МИНИМАЛДЫ АҒЫНДЫ  
МӨЛШЕРІНІҢ ҰЗАҚТЫҒЫ МЕН ҚАЙТАЛАНҒЫШТЫҒЫН  
БАҒАЛАУ**

*МИНИМАЛДЫ АҒЫНДЫ, МОДЕЛЬДЕНГЕН ҚАТАР, КАНОНДЫҚ  
ЖІКТЕУ, СУЫ МОЛ ЖӘНЕ СУЫ ТАПШЫ МЕРЗІМДЕР,  
ҚАЙТАЛАНҒЫШТЫҚ, ТОПТАР, ЭМПИРИКАЛЫҚ  
ҚАМТАМАСЫЗДЫҚ ҚИСЫҒЫ*

*Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша модельденген қатарлары негізінде суы мол және тапшылық кезеңдердің ұзақтығы мен қайталанғыштығы бағаланған. Суы мол және тапшылық жылдар топтамаларының сулылығы әр түрлі мәндері үшін эмпирикалық қамтамасыздықтар келтірілген.*

Айлық минималды ағындының көп жылдық тербелуі суы мол және суы аз мерзімдер топтарының алмасуымен сипатталады. Шаруашылықтың әр түрлі салаларының дамуы, су тұтынуға деген сұраныстардың артуы суы мол және суы аз жылдардың алмасып келу заңдылығын білуді талап етеді. Байқалған қатарлардың ұзақ болмау себебінен мұндай заңдылықты толық білу мүмкін емес. Суы тапшы және суы мол топтардың әр түрлі түрде алмасуын тек моделденген жасанды ұзақ қатарлар арқылы білуге болады.

Модельдеу әдісіне қойылатын талап – модельденген қатардың статистикалық параметрлері: ағынның орташа мәні, вариация және асимметрия коэффициенттері, корреляциялық байланыстары бастапқы мәліметтердің осындай параметрлеріне сәйкес болуы қажет. Статистикалық модельдеу байқалған гидрологиялық қатарлармен немесе зерттелмеген өзендердің мәндері бойынша есептеледі. Осы параметрлердің көмегімен және соларға сай айлық ағынның үлестірім қисықтарының көмегімен (көбінде Крицкий-Менкель үлестірім қисығы қолданылады) минималды айлық ағынның қатарларын модельдеу жүргізіледі.

Модельденген қатар негізінен ағынның циклдық ауыспалылығын көрсетеді, бірақ соңғыларға қарағанда кез-келген қайталанғыштық үшін

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

есептеліне алады. Есептелген қатар ұзынырақ болса, соғұрлым ол болатын циклдар санын қамтиды. Модельденген қатар өзінің үлкен қайталанғыштығымен көбінде сирек кездесетін ағынды мәндерін зерттеуге көмектеседі. Бұл үлкен дәлдікпен әр түрлі дәлділік үшін мерзімдердің ұзақтығы мен қайталанғыштығын көрсетеді. Осындай модельденген қатарды тұрғызу мақсатында бұл жұмыста канондық модельдеу жүйесі алынған [1]. Бұл жағдайда ағынды көрсеткіштері корреляцияланбаған кездейсоқ шамалардың сызықтық қиыстыруы түрінде беріледі:

$$Q(t_k) = m_Q(t_k) + \sum \varphi_v(t_k) V_v, \quad (1)$$

мұндағы  $m_Q(t_k)$  –  $Q(t)$  функциясының математикалық күтімі;  $\varphi_v(t_k)$  – координаттық функциялар;  $V_v$  – математикалық күтімі нөлге тең, корреляцияланбаған кездейсоқ шамалар.

Кездейсоқ шаманы  $V_v$  канондық жіктеу коэффициенті деп атайды, математикалық күтім  $m_Q(t_k)$  мен координаттық функциялары  $\varphi_v(t_k)$  бақылау мәліметтері бойынша анықталады [1].

Байқалған табиғи қатар (1922...1956 жж.) және байқалған реттелген қатар (1957...2010 жж.) біртектілікке тексерілді. Зерттеу жұмысы Стьюдент және Фишер критерийлері бойынша жасалды. Зерттеу нәтижесінде салыстырылған қатардың біртекті еместілігі анықталды. ( $t = 5,23 > t_{5\%} = 3,35$ ;  $F = 3,67 > F_{5\%} = 2,08$ ).

Осы жұмыста Жайық өз. – Көшім бекетінің минималды айлық ағынның әр түрлі сулылығының ұзақтылығы және қайталанғыштығы модельденген байқалған және шартты-табиғи мәндермен зерттелген. Каноникалық әдіспен модельденген қатарлардың ұзақтылығы – 1000 жыл. Жайық өз. – Көшім бекетінің ағынды мөлшерлерін модельдеу мақсатында 1940...2010 жылдар мәліметтері алынып, модельденді. Модельденген қатардың сенімділігі мен сапасын байқалған және модельденген жылдардың статистикалық мәліметтері кестесінен көре аламыз (кесте 1).

Ескерту. Кестеде көрсетілген бөлшектің алымындағы сандар байқалған қатар ( $n = 71$ ) бойынша ағынды мәндері, ал бөлшектің бөліміндегі мәндер модельденген қатарлар ( $n = 1000$ ) бойынша алынған ағынды мәндері.

Жоғарыдағы кесте мәліметтерінен орта мәннің, вариация және ассиметрия коэффициенттерінің байқалған деректер мен жасанды қатар мәндерінің сәйкес екенін көруге болады.

Модельденген 1000 жылдық қатар мәліметтері көмегімен Жайық өзені Көшім бекеті үшін суы мол және суы тапшы жылдардың топтары есептелді (кесте 2-3).

Кесте 1

Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша байқалған және модельденген қатарлар үшін ағынды мәндерінің статистикалық параметрлері

	Байқалған модельденген қатар		Қалпына келірілген табиғи модельденген қатар	
	жазғы	қысқы	жазғы	қысқы
$Q_{opt}$	$\frac{119}{126}$	$\frac{73,3}{77,7}$	$\frac{127}{125}$	$\frac{57,5}{58,0}$
	$\frac{0,40}{0,42}$	$\frac{0,50}{0,52}$	$\frac{0,64}{0,66}$	$\frac{0,47}{0,49}$
$C_s$	$\frac{0,80}{0,90}$	$\frac{1,33}{1,10}$	$\frac{3,76}{1,24}$	$\frac{1,22}{1,03}$

Бұл кестелердегі сандық мәндерге келесі сипаттамалар берілген:

- 1) оқиға саны,
- 2) жыл саны,
- 3) жалпы жылдар санының пайыздық мәні және,
- 4)  $P(n)$  – пайызбен, яғни жалпы жыл санынан, ол дегеніміз суы мол және суы тапшы топтар (группалар).

Бірінші сипаттамада – іріктеу арқылы 1000 жылдық моделденген қатардан алынып, негізінен қанша оқиға саны суы мол және суы тапшы топтардан болғандығы және қамтамасыздықтың ұзақтығын 1, 2, 3 және т.б. жылдық тәртіппен болғандығын көрсетеді. Екінші сипаттамада – оқиғалар санын сәйкес су топтарының ұзақтығына көбейтеміз, яғни олар жылдар санын көрсетеді. Үшінші сипаттамада – кездейсоқ сандар мәні жылдар санын, пайыздық түрде 1000 жылдық қатар үшін көрсетеді. Төртінші сипаттамада – сандық мәндер суы мол және суы тапшы қатар үшін жылдық қамтамасыздықты көрсетеді және жалпы жылдардың сандық мәнінің пайыздық түрін береді, яғни ол дегеніміз суы мол және суы тапшы кезеңнің қайталанғыштығы. Нәтижесінде әр түрлі сулылық үшін жылдардың сандық мәні бірқалыпсыз кемуімен, ал  $n$  сандарының өсуімен, қамтамасыздықтың өзгермегендігі көрінеді. Осының нәтижесі арқылы 2, 3 кесте мәліметтері бойынша эмпирикалық қисықтар тұрғызамыз  $n = f[P(n)]$ . Бұл эмпирикалық қисықтар өзеннің суы тапшы кезеңдерінің мәліметтері бойынша келтіріліп тұрғызылады  $n = f[P(n)]$  [2, 3].

Кесте 2  
Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша қалпына келтірілген табиғи модельденген жылдар ( $n = 1000$ ) қатарына қатысты суы аз жылдар қатарының әртүрлі сулылық мәндері үшін таралуы

Мінездеме	Минималды жылдық қатардағы мәндер, $n = 1000$										Барлығы	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
<b><math>P \geq 40\%</math>, <math>K \leq 1,02</math></b>												
Оқиға саны	73	49	33	23	14	8	5	5	2	1	1	1
Жыл саны	73	98	99	92	70	48	35	40	18	10	11	25
% жалпы жылдар санынан	7,30	9,80	9,90	9,20	7,00	4,80	3,50	4,00	1,80	1,00	1,10	2,50
P(n)	61,9	54,6	44,8	34,9	25,7	18,7	13,9	10,4	6,4	4,6	3,6	2,5
<b><math>P \geq 50\%</math>, <math>K \leq 0,86</math></b>												
Оқиға саны	87,0	56,0	32,0	14,0	17,0	10,0	2,0		1,0	1,0		
Жыл саны	87,0	112,0	96,0	56,0	85,0	60,0	14,0		9,0	10,0		529,0
% жалпы жылдар санынан	8,7	11,2	9,6	5,6	8,5	6,0	1,4		0,9	1,0		52,9
P(n)	52,9	44,2	33,0	23,4	17,8	9,3	3,3		1,9	1,0		
<b><math>P \geq 75\%</math>, <math>K \leq 0,51</math></b>												
Оқиға саны	116,0	46,0	14,0	2,0								
Жыл саны	116,0	92,0	42,0	8,0								258,0
% жалпы жылдар санынан	11,6	9,2	4,2	0,8								25,8
P(n)	25,8	14,2	5,0	0,8								
<b><math>P \geq 90\%</math>, <math>K \leq 0,31</math></b>												
Оқиға саны	73,0	14,0	2,0									
Жыл саны	73,0	28,0	6,0									107,0
% жалпы жылдар санынан	7,3	2,8	0,6									10,7
P(n)	10,7	3,4	0,6									



Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша байқалған модельденген жылдар ( $n = 1000$ ) қатарына қатысты суы аз жылдар қатарының әртүрлі сулылық мәндері үшін таралуы

Кесте 3

Мінездеме	Минималды жылдық қатардағы мөндер, $n = 1000$										Барлығы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	16	19	22	23	26	28	31
<b><math>P \geq 40\%</math>, <math>K \leq 1,05</math></b>																						
Оқиға саны	32	22	9	7	9	4	5	6	2	3	5	2		1	1	2		1	1		1	
Жыл саны	32	44	27	28	45	24	35	48	18	30	55	24		14	16	38		23	26		31	558
% жалпы жылдар санынан	3,20	4,40	2,70	2,80	4,50	2,40	3,50	4,80	1,80	3,00	5,50	2,40		1,40	1,60	3,80		2,30	2,60		3,10	55,8
P(n)	55,8	52,6	48,2	45,5	42,7	38,2	35,8	32,3	27,5	25,7	22,7	17,2		14,8	13,4	11,8		8,0	5,7		3,1	
<b><math>P \geq 50\%</math>, <math>K \leq 0,94</math></b>																						
Оқиға саны	38	22	8	18	7	2	5	3		1	5			2							1	
Жыл саны	38	44	24	72	35	12	35	24		10	55			26		19		22			28	460
% жалпы жылдар санынан	3,80	4,40	2,40	7,20	3,50	1,20	3,50	2,40		1,00	5,50			2,60		1,90		2,20			2,80	46
P(n)	46,0	42,2	37,8	35,4	28,2	24,7	23,5	20,0		17,6	16,6			11,1		8,5		6,9			2,8	
<b><math>P \geq 75\%</math>, <math>K \leq 0,70</math></b>																						
Оқиға саны	40	16	10	6	1	2	5	1		1	1											
Жыл саны	40	32	30	24	5	12	35	8		10	11											207
% жалпы жылдар санынан	4,00	3,20	3,00	2,40	0,50	1,20	3,50	0,80		1,00	1,10											20,7
P(n)	20,7	16,7	13,5	10,5	8,1	7,6	6,4	2,9		2,1	1,1											



Әр түрлі қатар үшін төмендегі кестелер көмегімен  $n$  жыл үшін қамтамасыздық қисықтары тұрғызылады. Мысалы, Жайық өзені – Көшім бекеті жазғы айлық қалпына келтірілген ағынды мәндері бойынша суы тапшы кезең үшін сулылығы  $P \geq 40\%$ ,  $K \leq 1,01$ ;  $P \geq 50\%$ ,  $K \leq 0,86$  топтардың көп кездесетін ұзақтығы 1...3 жыл, он жылдан артық ұзақтығы 1 рет болады. Қатарлар сулылығы  $P \geq 75\%$ ,  $K \leq 0,51$ ;  $P \geq 90\%$ ,  $K \leq 0,31$ , жиі кездесетін қатарлар 1...2 жыл, ұзақтылығы 4-тен артық жылдар кездеспейді (2 кесте).

Байқалған қатарлар (жазғы айлық) сулылығы  $P \geq 40\%$ ,  $K \leq 1,05$ ,  $P \geq 50\%$ ,  $K \leq 0,94$  топтардың жиі кездесетін қатар ұзақтылығы 1...5 жыл, ұзақтылығы 10 артық жылдар 1...2 рет кездесті. Бір ретті ұзақтылығы 28...30 жыл болғандар да бар. Сулылығы  $P \geq 75\%$ ,  $K \leq 0,70$ ;  $P \geq 90\%$ ,  $K \leq 0,53$  минималды ағынның топтарының ұзақтылығы және қамтамасыздығы төмендейді, 20,7% – кіші болады (3 кесте).

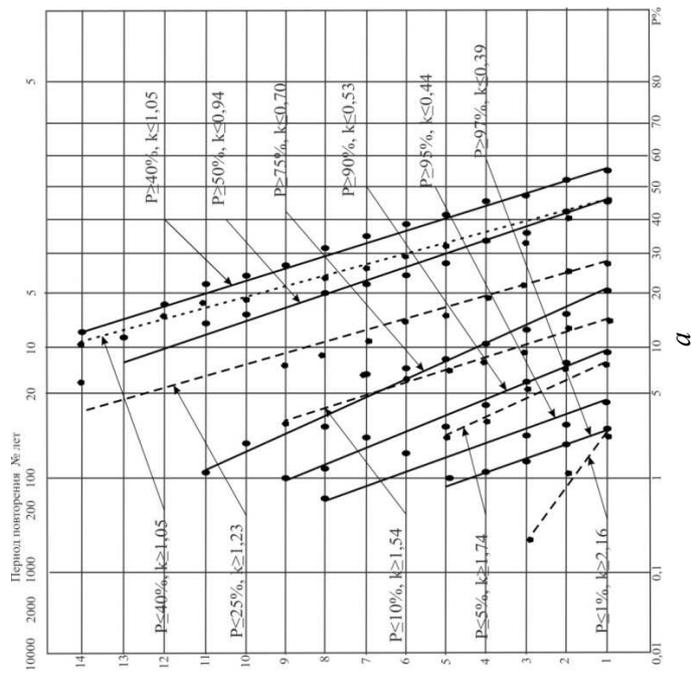
Екі кестені салыстырған жағдайда Жайық өзені – Көшім бекетінің ағынын реттеу нәтижесінде минималды айлық ағынды топтарының ұзақтылығы көбейген.

Сулылығы  $P \geq 40\%$ ,  $K \leq 1,04$ ;  $P \geq 50\%$ ,  $K \leq 0,91$  байқалған және қалпына келтірілген қысқы айлық қатарлардың жиі кездесетін топтар 1...4 жылдар, топтардың ұзақтылығы он жылдан артық болатын жағдайлар кездеседі. Қалпына келтірілген қатардың қамтамасыздығы байқалған қатардан аз болады. Сулылығы  $P \geq 75\%$ ,  $K \leq 0,63$  қатар ұзындығы он жылдан артық болмайды. Сулылығы  $P \geq 90\%$ ,  $K \leq 0,43$  қатар ұзақтылығы 5 жылдан аспайды.

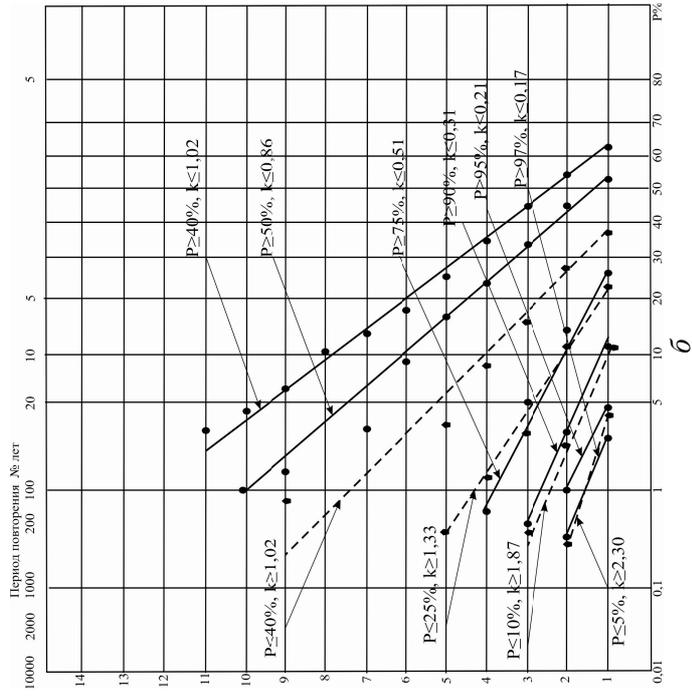
Минималды ағындыны реттеу нәтижесінде топтардың ұзақтылығы жаздық ағынды сияқты аздап жоғарылаған.

Осы алынған қамтамасыздық қисықтарының көмегімен белгілі жылдар үшін суы мол кезеңді көрсетуге болады. Осы әдістің көмегімен суы мол және суы тапшы жылдардың 1000 жылдық кезең ішінде топтасуын, олардың ұзақтығы мен қайталанғыштығын эмпирикалық қамтамасыздық түрінде көрсетуге болады (сурет 1, 2).

Қорыта келгенде, модельденген байқалған және табиғи қалпына келтірілген қатарлар бойынша сулылығы  $P \geq 40\%$ ,  $P \geq 50\%$  артық болғанда жиі кездесетін қатарлар 1...3 жылдар, қамтамасыздығы 33...60%, он жыл болатын топтардың қамтамасыздығы 5...25%. Сулылығы  $P \geq 75\%$  қалпына келтірілген қатар бойынша ұзақтылығы 4 жылдан артық топтар кездеспейді, байқалған қатар бойынша 4 жылдан артық қатар қамтамасыздығы 4...2%. Реттелудің нәтижесінде минималды ағындының ұзақтылығы өскен.

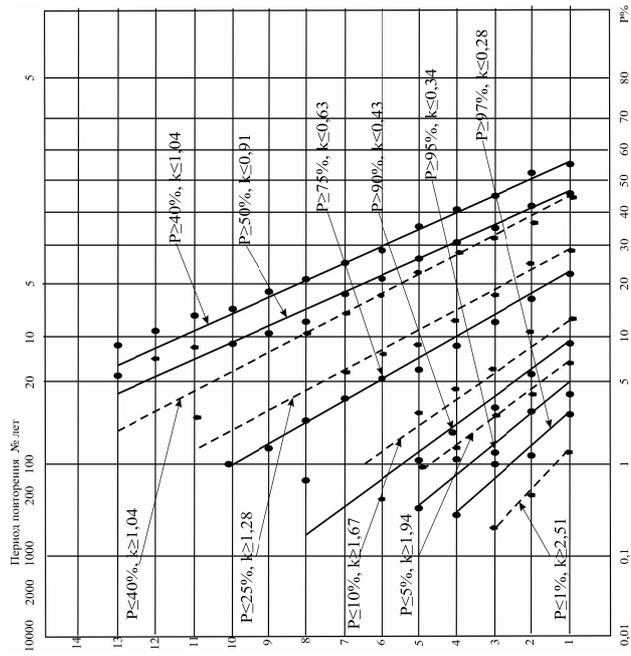


а



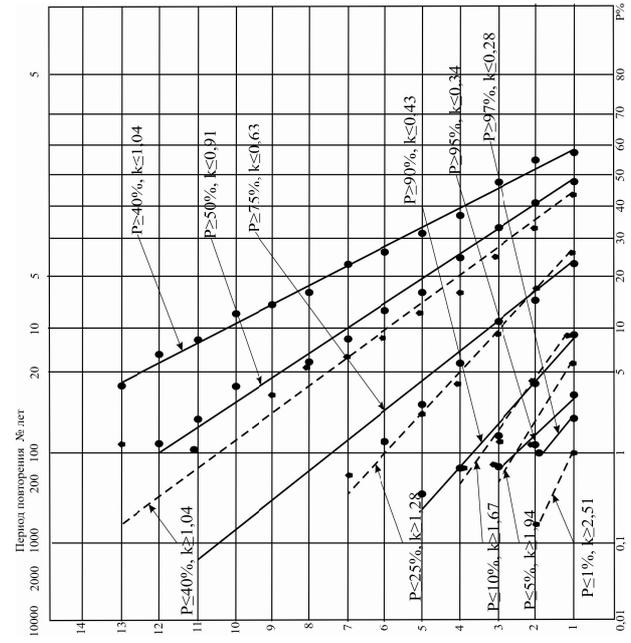
б

Сур. 1. Жайық өз. – Көшім бекеті модельденген жылдар қатары бойынша ( $n = 1000$ ) суы мол (---) және суы тапшы (—) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары: а – жазғы қалтына келтірілген қатар; б – жазғы қалтына келтірілген қатар.



2

Сур. 2. Жайық өз. – Көшім бекеті модельденген жылдар қатары бойынша ( $n = 1000$ ) суы мол (---) және суы ташшы (—) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары:  $v$  – қысқы байқалған қатар;  $z$  – қысқы қалпына келтірілген қатар.



6

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бусалаев И.В., Давлетғалиев С.К., Куперман И.Г. Моделирование гидрографа стока методом канонического разложения // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. – 1973. – Вып. 10. – С. 143-152.
2. Давлетғалиев С.К., Садуақасова С.Р., Оспанова М.С. Минимальный сток реки Жайык // Вопросы географии и геоэкологии. – 2013. – №2. – С. 16-22.
3. Давлетғалиев С.К., Саркытбаева А.Ж. Оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов рек Жайык-Жемского района // Вопросы географии и геоэкологии. – 2010. – №1. – С. 20-25.
4. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Вып. 1. Акмолинская область, Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 445 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Карагандинская область. Т. 13, вып. 1 – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 420 с.

Поступила 16.02.2015

Доктор геогр. наук

С.К. Давлетғалиев

Ж.У. Бексултанова

### **ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ПОВТОРЯЕМОСТИ МАЛОВОДНЫХ И МНОГОВОДНЫХ ПЕРИОДОВ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕКИ ЖАЙЫК**

*На основе смоделированных рядов минимального месячного стока р. Жайык – с. Кушум дана оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов. Приведены эмпирические обеспеченности группировок маловодных и многоводных лет для различных значений водности.*

УДК 551.506:504.064.37

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина \*

Канд. техн. наук

А.Г. Терехов \*

Ж.К. Наурызбаева \*

**КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ДИАГНОСТИКА  
СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЛОЖЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ  
ЛИНИИ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ LANDSAT ПЕРИОДА  
2005...2015 ГОДОВ**

*ПОНИЖЕНИЕ УРОВНЯ МОРЯ, КАРТИРОВАНИЕ,  
КАЗАХСТАНСКИЙ СЕКТОР, КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ,  
ВОДООХРАННАЯ ЗОНА, ПЛОЩАДЬ ОСУШЕНИЯ*

*Рассмотрены вопросы, связанные с проблемой колебаний уровня Каспийского моря и их влияний на прибрежную зону казахстанского сектора. По данным картирования спутниковых снимков площадь осушения в северо-восточной части Каспийского моря в период между 2005 и 2015 гг. составила 5055 км<sup>2</sup>. В некоторых районах море отступило на 25 км.*

**Введение.** Уровень Каспийского моря, как замкнутого водоема, в отличие от колебаний уровня в морях, подвержен значительным многолетним, межгодовым и сезонным колебаниям. Данные колебания уровня относятся к типу объемных колебаний. Они отражают изменение объема водных масс в котловине моря, имеют относительно одинаковую величину для любого пункта моря и обычно они носят медленный, относительно плавный характер. Эти колебания создают фон, на котором развиваются кратковременные, резкие деформационные колебания уровня моря, вызванные ветровым давлением на мелководную часть Северного Каспия (сгонно-нагонные явления). Спутниковые данные системы LANDSAT с разрешением 30 м, доступные в свободном доступе на интернет ресурсе агентства геологии США <http://glovis.usgs.gov>, позволяют проводить диагностику современных изменений положения береговой линии, как в аспекте многолетних тенденций, так и сезонных сгонно-нагонных явлений.

**Многолетние и межгодовые колебания уровня моря.** Систематические наблюдения за уровнем Каспийского моря начаты с 1830 г. Первая

---

\* Казгидромет, г. Алматы

попытка уточненных наблюдений над колебанием уровня Каспия была сделана Э. Ленцем, которым были установлены в районе Баку две постоянные отметки уровня. С 1 февраля 1837 г. наблюдения над колебаниями уровня в Бакинской бухте производились по футштоку против Таможенной Биржи. В 1856 г. Н.М. Филипповым был установлен новый футшток. Этим было положено начало систематическим наблюдениям над уровнем моря. С 1866 г. водомерный пост располагался в Бакинском военном порту. После открытия Бакинского водомерного поста начали работать также посты в Боасте (дельта Волги) – с 1876 г., в Астрахани – с 1881 г., на Бирючьей косе (дельта Волги) – с 1892 г., с 1900 г. находится в действии водомерный пост в порту Махачкала [1, 7].

Наиболее достоверные сведения об уровне Каспийского моря имеются с 1900 г. (рис. 1). С начала проведения инструментальных наблюдений и до 20 века уровень Каспийского моря колебался в среднем около отметки минус 25,8 м. В прошлом столетии уровень Каспийского моря почти до конца 70-х годов, в основном, понижался.



Рис. 1. Многолетние колебания уровня Каспийского моря.

Общее непрерывное понижение уровня, наблюдавшееся в 1930...1977 гг., составило 3,2 м со средней интенсивностью падения около 4 см в год. В 1977 г. уровень моря достиг самой низкой отметки за период наблюдений – минус 29,01 м. Падение уровня было связано с тем, что с середины 30-х годов на реках Каспийского бассейна началось интенсивное водохозяйственное строительство, влияние которого стало наиболее ощутимо в 50-е годы. К началу 70-х годов практически все крупные реки бассейна были зарегулированы. В результате этого уменьшился объем речного стока, и изменилось его внутригодовое распределение. В результате этого площадь водной поверхности моря

сократилась. По данным Р.Е. Никоновой (2008 г.) величина сокращения площади составила около 50 тыс. км<sup>2</sup>. Высохли и превратились в соры мелководные заливы Кайдак и Комсомолец. В северо-восточной части Северного Каспия береговая линия отступила на 120...140 км [3, 5]. Понижение уровня вызвало большие осложнения в работе портов Каспийского побережья и резко ухудшило условия судоходства, особенно в Северном Каспии. Произошло перестроение берегов и опустынивание части территории, что вызвало снижение уровня грунтовых вод. Увеличилась соленость вод Северного Каспия, которая повлияла на состояние кормовой базы полупроходных и осетровых рыб, что привело к снижению биомассы большинства донных организмов. В связи с этим проблема уровня Каспийского моря в 20 веке привлекла к себе большое внимание. Основными факторами, обуславливающими это понижение, явились изменения климата и хозяйственная деятельность человека в бассейне р. Волги.

С 1978 г. началось современное интенсивное повышение уровня Каспийского моря, которое продолжалось в течение 18 лет (1978...1995 гг.). За это время уровень моря повысился на 2,5 м, и к 1995 г. достиг отметки минус 26,62 м. Средняя интенсивность подъема уровня за этот период составила около 14 см в год, а в отдельные годы – до 36 см. Наиболее интенсивное повышение уровня моря наблюдалось в 1979 г. (0,31 м), в 1990 г. (0,36 м), в 1991 г. (0,29 м) и в 1994 г. (0,28 м).

Повышение уровня моря привело к возникновению новых проблем, связанных с подтоплением и затоплением прибрежных территорий. По исследованиям Р.Е. Никоновой (2008 г.) в результате подъема уровня площадь затопленных территорий составила 35...40 тыс. км<sup>2</sup>. В некоторых районах береговая черта выдвинулась на 25...50 км. Из зон затопления и подтопления было переселено около 100 тыс. человек и перемещены промышленные объекты [4, 6].

В результате подъема фонового уровня воды и затопления большой территории побережья изменились гидрологические условия и в прибрежной зоне казахстанской части Северного Каспия. Подверглась значительному затоплению территория от с. Курмангазы (на западе) до пос. Жанбай (на востоке). В своих трудах Сыдыков Ж.С. и Голубцов В.В. отмечают, что это привело к подпору подземного стока, направленного к морю. В результате образовались небольшие водоемы, затопленные соленой водой, а также солончаки и заболоченные площади, разбросанные и не имеющие открытой связи с морем. Замедлился водообмен в грунтовых

водах, что вызвало повышение их минерализации. В результате затопления больших площадей (до 10...50 км) между пос. Жанбай и окрестностью г. Атырау произошел отток морской воды в прилегающие депрессии [8, 10]. Образование таких депрессий привело к сокращению путей миграции грунтовых вод до моря и повышению их уровня. Происходил процесс поднятия грунтовых вод и в окрестностях г. Атырау. Во многих районах города уровни грунтовых вод достигли критической отметки, когда амплитуда их колебания, вследствие неглубокого залегания, регулируется процессами испарения. Это приводило к появлению воды в подвальных помещениях и подтоплению фундаментов зданий. Кроме того, получили развитие негативные процессы подтопления территории города на фоне уменьшения дренарующего действия воды в русле р. Урал. В результате подъема уровня моря наблюдалось разрушение инфраструктуры прибрежной части г. Актау. Был причинен ущерб сотням километров шоссейных и грунтовых дорог. Из-за повышения уровня моря пострадали нефтедобывающие и рыбохозяйственные предприятия. Повышение уровня моря до отметки минус 26,5 м БС (уровень 1995 г.) способствовало созданию условий свободного проникновения нагонов в дельты рек, а также образование подпора речного стока и увеличение площадей затопления в половодье.

В 1995 г. повышение уровня моря замедлилось, а в 1996 г. наблюдалось его понижение в основном за счет маловодья в бассейне Волги. Во втором квартале 1996 г. сброс в нижний бьеф Волгоградской ГЭС составил всего 62 км<sup>3</sup>. В годы повышения уровня моря объем сброса составлял 110...140 км<sup>3</sup> [9]. В 1997 г. сброс воды в нижний бьеф Волгоградской ГЭС составил около 80 км<sup>3</sup>. Средний уровень моря в 1997 г. на 15...20 см ниже уровня, наблюдавшегося в 1996 г. Начиная с 1997 по 2001 г. среднегодовой уровень моря понизился на 19 см. В 2001 г. он достиг отметки минус 27,17 м. Затем наметилась тенденция к повышению уровня моря. Средний уровень моря в 2005 г. составил минус 26,91 м БС.

Начиная с 2006 г. уровень Каспийского моря имеет тенденцию к снижению. В 2010 г. он достиг отметки минус 27,25 м. В 2011 г. интенсивность падения уровня составила 0,25 м и его величина достигла отметки минус 27,50 м. С 2012 до 2014 гг. уровень моря продолжает снижаться с интенсивностью 4...9 см в год. К концу 2014 г. он достиг отметки минус 27,82 м, а в среднем за год составил минус 27,7 м. Величина современного падения уровня относительно 1995 г. составила 1,08 м. Среднемноголетний фоновый уровень моря за период наблюдений с 1900

по 2014 гг. составил минус 27,28 м БС., т.е. современный уровень моря ниже среднемноголетнего на 42 см.

Снижение уровня моря более чем на 1 м способствовало изменению положения береговой линии Каспийского моря, особенно в казахстанском секторе. Это объясняется тем, что данный район моря имеет малые уклоны дна и прилегающей к нему суши и даже небольшие изменения уровня моря приводят к значительным затоплениям или осушениям побережья. На рис. 2-3 представлен фрагмент казахстанского побережья Каспийского моря в районе морского поста Западная Прорва в современный период отступления моря.



*Рис. 2. Осушение берега в результате падения уровня моря. Фото из архива Казгидромета.*



*Рис. 3. Бывшее дно Каспийского моря. Водомерные рейки на берегу (район Западной Прорвы). Фото из архива Казгидромета.*

Данные рисунки отчетливо демонстрируют, что вода отошла на многие километры, водомерные рейки оказались на берегу и в этом районе уже начала развиваться устойчивая к хлоридам растительность.

**Обработка спутниковых данных.** Последствия колебаний уровня Каспийского моря наиболее сильно выражены в северо-восточной, мелководной части, которая относится к территории Казахстана. Чтобы иметь более полное представление о современных изменениях в положении береговой зоны, был проанализирован ряд снимков спутников LANDSAT-5, 7, 8 по четырем сеновым позициям WRS-2: 165/28, 165/29, 166/28, 166/27. Для 2005 г. имелось незначительное число покрытий, поэтому критерием отбора съемки, в основном, являлись погодные условия. Съемка 2014 и 2015 гг., значительно более детальная по времени, что позволяло выбирать даты залета, оптимальные для решения поставленных задач.

Основная проблема картирования береговой линии северо-восточного побережья Каспия – это критерии ее распознавания. Фактически, побережье Каспийского моря в Казахстанском секторе представляет собой плоскую равнину с крайне незначительным уклоном, от 1 м перепада высот на 10...20 км. Исключительно плоская равнина продуцирует сложную береговую зону, которая во многих местах с трудом может быть сведена к береговой линии. Часто присутствующие заросли тростника маскируют линию среза воды. Сгонно-нагонные явления формируют развитую и нестабильную во времени систему островов (задний фронт) и озер (передний фронт) при наступлении и отступлении воды.

Основной задачей данной работы явилось картирование многолетних изменений в положении береговой линии, с оценкой площади осушения за период 2005...2015 гг. Предполагалось, что 10-летние изменения в положении береговой линии, границы которой аппроксимируются либо по переднему фронту прибрежной, увлажненной зоны (граница влажного грунта), либо по её заднему фронту (выраженный, устойчивый слой воды), будут давать близкие площадные оценки.

Для проверки этой гипотезы на четырех спутниковых снимках за 31.08.2005 и 01.09.2014 по двум сеновым позициям WRS-2166/27 и 166/28 была проанализирована часть северо-восточного побережья Каспия. Проведено экспертное дешифрирование псевдоцветного изображения (естественные цвета) с построением двух вариантов береговой линии. Первый вариант, это передний фронт береговой зоны, картируемый на основе спектрального градиента мокрый/сухой грунт. Второй вариант, зад-

ний фронт береговой зоны, картируемый на основе спектрального градиента [слой воды]/[переувлажненный грунт].

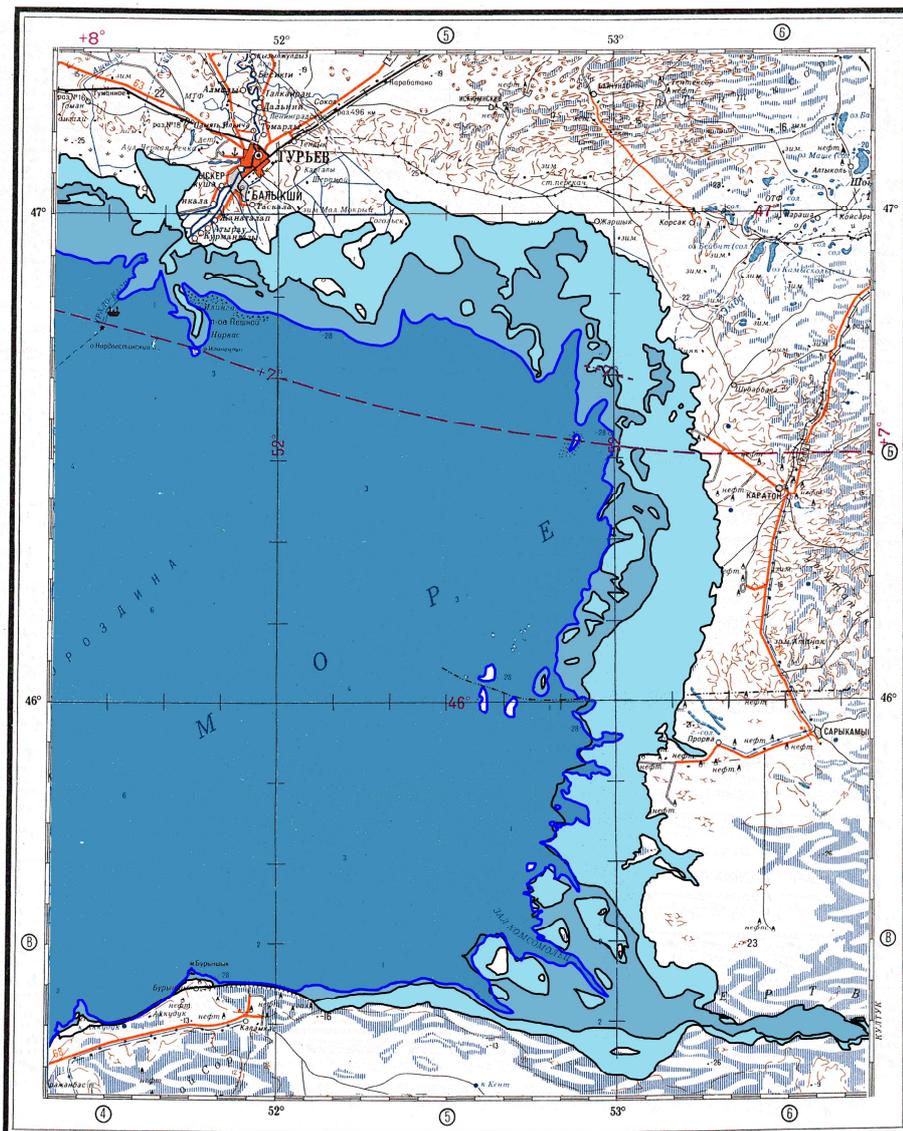
Оба варианта, фактически, дали близкие площадные оценки изменений в расположение прибрежной зоны между 2005 и 2014 годами. Обе методики картирования дают результаты не так сильно привязанные к текущей активности сгонно-нагонных явлений, поскольку опираются на границы относительно устойчивых объектов, таких как водная поверхность или сухой грунт. Хотя конечно и они не являются полностью свободными от влияния активного сгона или нагона.

Результирующее картирование изменений в расположении прибрежной зоны северо-восточного побережья осуществлялось между состояниями прибрежной зоны на 31 августа 2005 г. и 1 июня 2015 г. (южный фрагмент побережья также покрывался пролетом на 30 мая 2015 г.). В качестве пространственного ориентира использовался уровень (-28 м), взятый с топографической карты масштаба 1:1 000 000. На рис. 4 показаны результаты картирования.

**Результаты.** По данным картирования спутниковых снимков площадь осушения в северо-восточной части Каспийского моря в период между 2005 и 2015 гг. составила 5055 км<sup>2</sup>. Изменились морфометрические характеристики: образовались новые островки, заливы (рис. 5). В некоторых районах море отступило на 25 км.

Было проанализировано соотношение положения береговой линии на июнь 2015 г., с отметкой минус 28 м. Как видно на рис. 4, современная береговая линия в южной части уже вплотную приблизилась к линии минус 28 м. В тоже время в северной части побережья (рис. 4) различия в позициях между текущей береговой линией и изогипсой -28 м все еще существенны. Следует отметить, что для исключительно плоской равнины позиция береговой линии становится весьма чувствительной к процессам, формирующим рельеф, таким как водная эрозия или заиливание. Возможно, мы наблюдаем результат процесса переноса взвешенного материала от, размываемой нагонами, южной части побережья на север, где происходит отложение материала в зарослях тростника (заиливание).

На рис. 6 показаны данные Росгидромета по уменьшению площади водного зеркала для всего Каспийского моря за период с 2005 по 2014 гг. Как видно, площадь водной поверхности моря уменьшилась более чем на 11 тыс. км<sup>2</sup>, причем половина приходится на казахстанскую часть Северного Каспия.



### Позиция береговой линии

- согласно отметке -28 метров;
- по спутниковым данным LANDSAT-8 на 1 июня 2015 года;
- по спутниковым данным LANDSAT-7 на 31 августа 2005 года;

Рис. 4. Изменения положения береговой линии в период современного падения уровня моря.

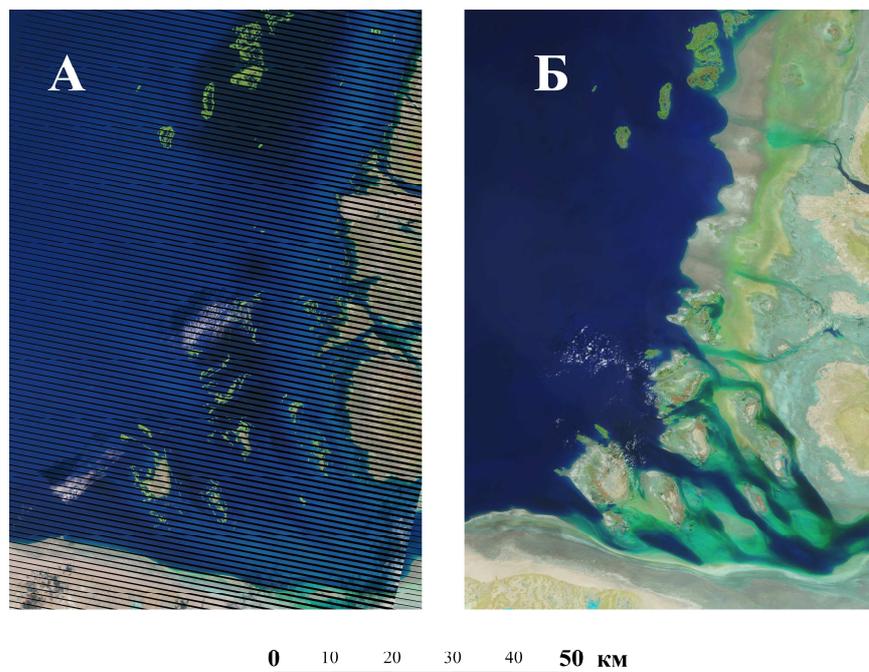


Рис. 5. Изменение морфологических характеристик в районе исследования. А – 2005 г., Б – 2015г.

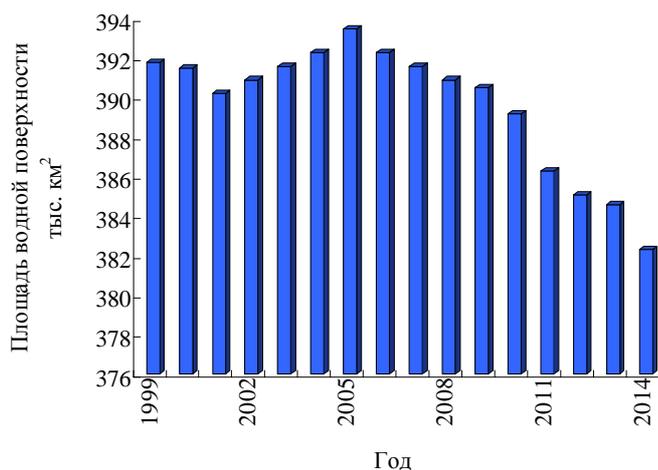


Рис. 6. Площадь водной поверхности Каспийского моря за период с 1999 по 2014 гг.

**Выводы.** В соответствии с прогнозом Росгидромета в 2015 г. ожидается понижение уровня на 20...30 см. Как отмечают исследователи, вероятность того, что в ближайшие годы падения уровня моря продолжится весьма высока [2]. При этом нельзя не отметить, что снижение уровня ни-

же отметки минус 28,0 м будет иметь последствия для его экосистемы. Обмеление протоков, сокращение нерестилищ, увеличение засоления приведет к сокращению площадей кормовых угодий для рыбного стада, что приведет к снижению уловов, и как следствие, создаст проблему рыбодобывающим предприятиям. Также снижение уровня существенно осложнит хозяйственную деятельность в прибрежной и мелководной зонах. Особенно уязвимыми будут хозяйствующие субъекты, связанные с работой портовых сооружений и морскими перевозками.

Отдельным вопросом стоит проблема водоохранной зоны береговой линии в Казахском секторе Каспийского моря. В связи с ее значительным смещением, без соответствующей коррекции ее позиции в нормативных документах, она, фактически, остается без защиты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берг Л.С. Уровень Каспийского моря за историческое время. / В кн.: Проблемы физической географии. – М.: 1934. – т. I, вып. 1. – С. 11-64.
2. Информационный бюллетень о состоянии уровня Каспийского моря N 9 от 16 марта 2015 г. [http://www.caspc.com/files/CASPCOM\\_bulletin9\\_1.pdf](http://www.caspc.com/files/CASPCOM_bulletin9_1.pdf) (дата обращения 3.06.2015 г.)
3. Косарев А.Н., Дружинин С.Н. Изменяющееся Каспийское море // Человек и стихия. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 110-113.
4. Косарев А.Н., Никонова Р.Е. О причинах и последствиях колебаний уровня Каспийского моря в XX-XXI столетиях. // Труды ГОИН. – 2008. – Вып. 211. – С. 127-151.
5. Косарев А.Н., Никонова Р.Е. Современные колебания уровня Каспийского моря: причины, последствия, тенденции // Вестник Каспия. – 2006. – № 4 (60). – С. 40-59.
6. Никонова Р.Е. Уровень моря. Водный баланс. / В кн. Гидрология и гидрохимия морей. Т.6. Каспийское море, вып. 1 – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – С. 188-199, 211-221.
7. Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. – Т. IV. Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 359 с.
8. Садыков Ж.С., Голубцов В.В., Дуйсебаев Ж.Д. и др. Колебания уровня Каспийского моря и его прогноз // Доклады Национальной Академии наук РК. – 1995. – № 6. – С. 9-19.



УДК 551.48(479.24)

Доктор геогр. наук М.А. Абдуев \*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕЧНЫХ ВОД И  
ИХ СОЛЕВОГО СТОКА (НА ПРИМЕРЕ ГОРНЫХ РЕК  
АЗЕРБАЙДЖАНА)***РАСТВОРЕННЫЕ СОЛИ, КАТИОНЫ, АНИОНЫ*

*В статье проанализирован химический состав речных вод Азербайджана и определен состав и количество растворенных солей. Выявлено, что в водах рек преобладают семь различных солей: гидрокарбонаты кальция и магния, сульфаты кальция, натрия и магния, хлористые натрия и магния. Произведена оценка выноса реками Азербайджана растворенных солей.*

**Введение**

Рациональное использование вод рек возможно при постоянном учете не только их количественных показателей, но и качественного состава, который весьма динамичен в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Качество воды, используемой в хозяйстве, имеет особое значение в условиях Азербайджана, где испаряемость в большинстве районов превышает норму осадков в 2 раза и более, что приводит к соле-накоплению и осолонению почв. Поэтому оценка качества вод по химическому составу является важнейшей задачей.

Химический состав речных вод Азербайджана неодинаков, что связано с разнообразными условиями их формирования. Здесь важное значение имеют физико-географическое положение, морфометрия и морфология, состав растворенных веществ в притоках, общая антропогенная нагрузка на водные объекты и др.

О.А. Алекиным [4] все природные воды по преобладанию анионов делятся на три класса: гидрокарбонатный, сульфатный и хлоридный. Каждый класс по эквивалентному преобладанию катионов делится на три группы: кальциевую, натриевую и магниевую.

Исследование С.Г. Рустамова и Р.М. Кашкай [6] показывает, что в речных водах Азербайджана распространены все три класса вод.

---

\* Институт географии им. акад. Г. Алиева НАНА, Баку, Азербайджан

Гидрокарбонатные воды преимущественно кальциевой группы характерны для рек почти всего бассейна Куры и Араза, а также для бассейнов рек северо-восточного Азербайджана.

Сульфатные воды преимущественно натриевой группы характерны для рек южного склона Большого Кавказа (междуречье рр. Белоканчай – Катехчай) и юго-восточной части Большого Кавказа (междуречье рр. Гирдыманчай – Атачай).

Хлоридные воды, относящиеся также к натриевой группе, характерны для незначительной площади республики, главным образом, для северо-восточной части Ленкоранской природной области (р. Виляшчай и плавни) и среднего течения р. Астарачай.

Проведенное нами исследование [1] показывает, что воды 87 % рек Азербайджана относятся к гидрокарбонатному, около 10 % к сульфатному, а более 3% к хлоридному классам.

Речные воды предгорно-горной зоны характеризуются невысокой минерализацией с преобладанием в ионном составе кальция и гидрокарбонатов. Среднегодовалая минерализация их вод колеблется в пределах 160...400 мг/дм<sup>3</sup>. Внутригодовые величины минерализации здесь антибатны величине стока. В соответствии с этим минимальная минерализация воды (160...390 мг/дм<sup>3</sup>) наблюдается в весеннее половодье (апрель – июнь). К лету минерализация воды достигает максимальных значений и составляет 265...500 мг/дм<sup>3</sup>.

В формировании химического состава речных вод предгорно-горной зоны преобладающую роль играют природные факторы, а для речных вод равнинной зоны существенную роль приобретают антропогенные факторы за счет интенсивного развития орошаемого земледелия. При этом минерализация возвратных коллекторно-дренажных вод в 2...3 раза выше, чем в речных водах. Вследствие этого воды рек равнинной зоны обогащаются сульфатными ионами, ионами хлора, магния и натрия. Соответственно повышается общая сумма содержания солей в водах этих рек.

Среднегодовалая минерализация речных вод равнинной зоны изменяется от 360 до 1740 мг/дм<sup>3</sup>, а внутригодовое изменение минерализации подчинено сезонной динамике. В летний период (июнь – август) минерализация воды поднимается до 500 – 1740 мг/дм<sup>3</sup>, а в половодье понижается, составляя 360...490 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация главных ионов так же, как и величина минерализации воды, подвержена влиянию природных и антропогенных факторов и

зависит от зоны расположения водосбора. В воде рек предгорной и горной зоны содержание ионов кальция колеблется от 43 до 69 %, а равнинной – от 31 до 46. Содержание гидрокарбонатных ионов изменяется в пределах 11...77, ионов магния – 22...38, суммы ионов натрия и калия 7...44, сульфатных ионов – 16...66 и, хлоридных ионов – 7...35 %.

#### **Материалы и методы**

В данном исследовании для расчетов гидрохимических показателей использованы данные мониторинга, проводимого Департаментом по мониторингу окружающей среды Министерства Экологии и природных ресурсов Азербайджана за период 1989...2010 гг. Цель работы – получение обобщенных характеристик химического состава речных вод (по минерализации и главным ионам) Азербайджана, расположенных в различных физико-географических зонах. Для этого проведен анализ исследуемых речных вод с помощью классификаций по О.А. Алекину [4] и В.М. Левченко [5].

#### **Обсуждение результатов**

М. Мейбек [9], обобщивший данные по 64 крупнейшим рекам мира, пришел к заключению, что воды 99 % рек относятся к гидрокарбонатному классу. На сульфатный класс приходится 0,9 % всех речных вод. Наименьшее распространение имеют хлоридные воды с преобладанием натрия в составе катионов. Речные воды, минерализация которых не превышает 1 г/дм<sup>3</sup> (эта величина принята за норматив для питьевой воды), дифференцируются на воды малой минерализации (до 200 мг/дм<sup>3</sup>), средней (200...500 мг/дм<sup>3</sup>) и повышенной (500...1000 мг/дм<sup>3</sup>) [4]. По данным Г.С. Шилькрота [8] средняя величина минерализации речных вод мира составляет 90...100 мг/дм<sup>3</sup>, а содержание преобладающих в ионном составе ионов HCO<sub>3</sub> и Ca соответствует 53 и 14 мг/дм<sup>3</sup>. По В.С. Самарину [7] на долю рек с водами гидрокарбонатно-кальциевыми приходится около 83 % всей территории бывших СССР, минерализация их преимущественно < 500 мг/дм<sup>3</sup>. Воды сульфатного состава среди рек малочисленны. Эти воды имеют повышенную, а иногда даже и высокую минерализацию (до 4...5 г/дм<sup>3</sup>). Общая доля рек с сульфатным составом воды не более 3...4 %. Реки, в водах которых преобладающими компонентами являются хлориды натрия, их минерализация обычно повышенная и высокая, доля их участия среди рек СССР немногим более 10 %.

По классификации О.А. Алекина [4], минерализация гидрокарбонатных вод исследуемой территории, не превышает 550 мг/дм<sup>3</sup> и относит-

ся к гидрокарбонатному классу, второму типу, группе кальция. Сульфатные воды относятся к сульфатному классу, второму типу и к натриевой группе. Хлоридные воды относятся к хлоридному классу, второму типу и также к натриевой группе.

По классификации В.М. Левченко [5], речные воды Азербайджана относятся к двум классам: гидрокарбонатно-сульфатному и сульфатному. Гипотетический солевой состав гидрокарбонатно-сульфатного класса вод представлен гидрокарбонатами кальция и магния, сульфатами магния и натрия и хлористым натрием, а сульфатного класса – сульфатами кальция, магния и натрия, гидрокарбонатами кальция и хлористым натрием.

Для определения растворенных солей нами были использованы величины главных ионов, т.е. катионов и анионов [2]. Способ их определения показан на примере среднемноголетнего химического состава воды р. Кудиалчай:

катионы, мг. экв		анионы, мг. экв	
$\text{Ca}^{2+}$	2,43	$\text{HCO}_3^-$	2,61
$\text{Mg}^{2+}$	1,12	$\text{SO}_4^{2-}$	1,54
$\text{Na}^+\text{+K}^+$	0,72	$\text{Cl}^-$	0,12
$\sum_k$	4,27	$\sum_{\text{и}}$	4,27

Суммируя отдельные величины, получаем, что сумма катионов равна сумме анионов. Далее по классификации В.М. Левченко [5] находим состав отдельных солей и их эквивалентное содержание, в мг. экв, в воде р. Кудиалчай:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - 2,40$ ;  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 - 0,20$ ;  $\text{MgSO}_4 - 0,99$ ;  $\text{NaSO}_4 - 0,50$ ;  $\text{NaCl} - 0,18$ ; сумма составляет 4,27.

Эквивалентное содержание полученных солей переводим в абсолютные величины, мг/дм<sup>3</sup>:

$$\begin{aligned} \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - 2,40 \cdot 81 &= 194,4 \text{ мг/дм}^3; \\ \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 - 0,20 \cdot 113 &= 22,6 \text{ мг/дм}^3; \\ \text{MgSO}_4 - 0,99 \cdot 61 &= 60,6 \text{ мг/дм}^3; \\ \text{NaSO}_4 - 0,50 \cdot 47 &= 23,5 \text{ мг/дм}^3; \\ \text{NaCl} - 0,18 \cdot 61 &= 11,0 \text{ мг/дм}^3; \\ \sum &= 312,1 \text{ мг/дм}^3. \end{aligned}$$

По этому способу определен химический состав воды за многолетний период (1950...2012 гг.). Выявлено что, в воде р. Кудиалчай преобладают пять различных солей: гидрокарбонат кальция, гидрокарбонат магния, сульфат магния, сульфат натрия и хлористый натрий.

Процентное отношение солей приводится ниже:

Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	62,2 %	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7,2 %
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,5 %		
MgSO <sub>4</sub>	19,5 %	NaCl	3,6 %

В реках, воды которых относятся к сульфатному классу, для определения растворенных солей расчеты проводились на примере р. Гирдыманчай:

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 - 2,57 \cdot 81 = 208,2 \text{ мг/дм}^3 - 48,2 \text{ \%};$$

$$\text{CaSO}_4 - 0,53 \cdot 68,3 = 36,2 \text{ мг/дм}^3 - 8,4 \text{ \%};$$

$$\text{MgSO}_4 - 1,93 \cdot 60,2 = 116,2 \text{ мг/дм}^3 - 26,9 \text{ \%};$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 - 1,24 \cdot 46,4 = 57,5 \text{ мг/дм}^3 - 13,3 \text{ \%};$$

$$\text{NaCl} - 0,23 \cdot 60,4 = 13,9 \text{ мг/дм}^3 - 3,2 \text{ \%}.$$

По этим расчетам видно, что в воде р. Гирдыманчай также преобладают пять различных солей: Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – гидрокарбонат кальция, MgSO<sub>4</sub> – сульфат магния, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – сульфат натрия, CaSO<sub>4</sub> – сульфат кальция, и NaCl – хлористый натрий. В воде указанных рек преобладают соли сульфатов. Если в гидрокарбонатных водах доля гидрокарбоната магния составляет 7,2 %, то в сульфатных водах эта соль вообще отсутствует, а вместо нее примерно в таком же количестве (8,4 %) присутствует сульфат кальция. Результаты исследования показывают, что в гидрокарбонатных и сульфатных водах из растворенных солей преобладает гидрокарбонат кальция, доля которого составляет 48,2...62,2 %. В обеих группах вод доля сульфата магния составляет 19,5...26,9 %. 3,2...3,6 % растворенных солей приходится на долю хлористого натрия.

В реках, воды которых относятся к хлоридному классу, для определения растворенных солей в качестве примера были использованы гидрохимические данные р. Виляшчай. Результаты расчетов приведены ниже:

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 - 3,36 \cdot 81 = 272,2 \text{ мг/дм}^3 - 32 \text{ \%};$$

$$\text{CaSO}_4 - 1,98 \cdot 68,3 = 135,3 \text{ мг/дм}^3 - 15,9 \text{ \%};$$

$$\text{MgSO}_4 - 0,91 \cdot 60,2 = 54,8 \text{ мг/дм}^3 - 6,4 \text{ \%};$$

$$\text{MgCl}_2 - 0,29 \cdot 48 = 13,9 \text{ мг/дм}^3 - 1,6 \text{ \%};$$

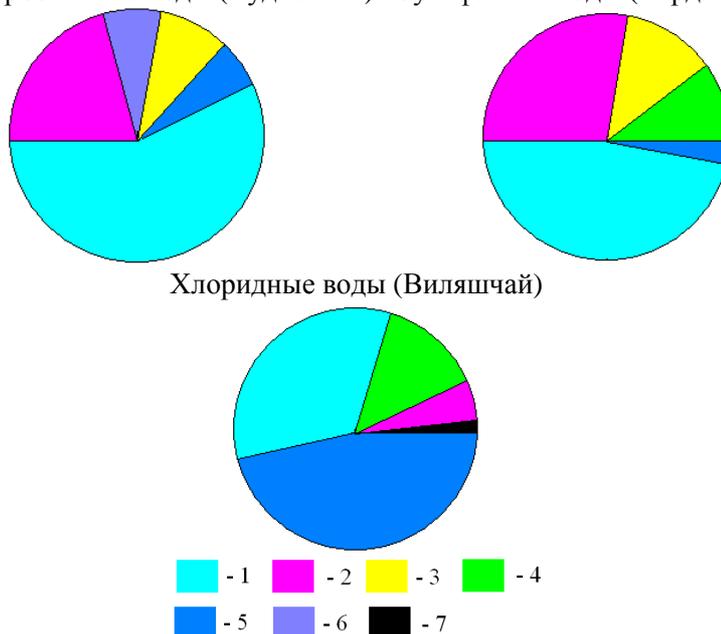
$$\text{NaCl} - 6,21 \cdot 60,4 = 375,1 \text{ мг/дм}^3 - 44,1 \text{ \%}.$$

Как видно из расчетов в воде р. Виляшчай также преобладают пять различных солей: гидрокарбонат кальция, сульфат кальция, сульфат магния, хлористый магний и хлористый натрий.

Хлористый натрий составляет почти половину (44,1 %) от общего объема растворенных солей. При преобладании этой соли качество воды

ухудшается. В процентном отношении второе место занимают соли гидрокарбоната кальция (32 %). В отличие от гидрокарбонатных и сульфатных вод, в хлоридных водах присутствует хлористый магний (1,6 %) (рис.).

Гидрокарбонатные воды (Кудиалчай) Сульфатные воды (Гирдыманчай)



*Рис. Солевой состав гидрокарбонатных, сульфатных и хлоридных вод.*  
 1 –  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ; 2 –  $\text{MgSO}_4$ ; 3 –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; 4 –  $\text{CaSO}_4$ ; 5 –  $\text{NaCl}$ ; 6 –  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ;  
 7 –  $\text{MgCl}_2$ .

Кроме вышеуказанных рек, расчеты произведены и по отдельным горным регионам. В результате выявлено, что в речных водах республики растворяются в основном следующие соли: гидрокарбонат кальция, гидрокарбонат магния, сульфат натрия, сульфат кальция и хлористый натрий. Помимо этого, в речных водах (за исключением рек южного склона Большого Кавказа) растворяются сульфат магния и сульфат натрия. Во всех исследуемых реках растворяются 2 вида солей натрия (сульфат натрия и хлористый натрий) и один вид солей кальция (гидрокарбонат кальция).

В водах рек южного склона Большого Кавказа присутствует один вид солей магния (сульфат магния). В речных водах северо-восточного склона Большого Кавказа, Малого Кавказа и Нахичеванской АР – 2 вида солей (гидрокарбонат магния и сульфат магния). В речных водах Ленкоранской природной области растворяется 3 вида солей магния (гидрокарбонат магния, сульфат магния и хлористый магний). Соли кальция (гидрокарбонат

кальция и сульфат кальция) растворяются только в речных водах южного склона Большого Кавказа (рис.) Таким образом, в речных водах республики растворяются семь различных видов солей (табл. 1).

Таблица 1

Растворенные соли в речных водах Азербайджана

Реки северо-восточного склона Большого Кавказа	Реки южного склона Большого Кавказа	Реки Малого Кавказа и Нахичеванской АР	Реки Ленкоранской природной области
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
MgSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
NaCl	NaCl	NaCl	NaCl
			MgCl <sub>2</sub>

Для экологической оценки водных объектов важное значение имеет изучение растворенных солей. В настоящей работе произведена оценка выноса реками Азербайджана растворенных солей (табл. 2).

Таблица 2

Сток растворенных солей, тыс. т

Общий солевой сток	Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NaCl	CaSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>
Северо-восточного склон Большого Кавказа							
452	281	88	34	33	16		
Междуречья Гирдыманчай – Атачай и Белоканчай – Катехчай							
336	162	90	45		11	28	
Южный склон Большого Кавказа							
3,480	2,165	679	261	251	124		
Малый Кавказ							
1,660	1,030	324	125	120	60		
Нахичеванская АР							
380	236	74	28	27	15		
Ленкоранская природная область							
570	354	111	43	41	21		
Виляшчай – Астарачай							
122	39	8			54	19	2
<b>Всего</b>							
7,000	4,270	1,375	536	470	300	47	2

Как видно из данных табл. 2, среднемноголетний солевой сток рек северо-восточного склона Большого Кавказа составляет 452 тыс. т/год. Из них 281 тыс. т (62 %) приходится на  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 88 тыс. т (19,5 %) на  $\text{MgSO}_4$ , 34 тыс. т (7,5 %) на  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 33 тыс. т (7,3 %) на  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , 16 тыс. т (3,7 %) на долю  $\text{NaCl}$ .

Среднемноголетний солевой сток рек южного склона Большого Кавказа составляет 3 млн. 480 тыс. т/год. Из этого объема на долю  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  приходится 2 млн. 165 тыс. т, на долю  $\text{MgSO}_4$  679 тыс. т, 261 тыс. т на долю  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 251 тыс. т на долю  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , 124 тыс. т на долю  $\text{NaCl}$ .

Проведенное исследование [3] показывает, что среднемноголетний солевой сток всех рек Малого Кавказа составляет 1 млн. 660 тыс. т. Из них 1 млн. 30 тыс. т приходится на  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 324 тыс. т на  $\text{MgSO}_4$ , 125 тыс. т на  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 120 тыс. т на  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  и 60 тыс. т на  $\text{NaCl}$ .

Среднемноголетний солевой сток рек Нахичеванской АР составляет 380 тыс. т. Причем этот объем распределен следующим образом: 236 тыс. т  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 74 тыс. т  $\text{MgSO}_4$ , 28 тыс. т  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 27 тыс. т  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , 15 тыс. т  $\text{NaCl}$ .

Среднемноголетний солевой сток рек Ленкоранской природной области, относящихся к гидрокарбонатному классу, составляет 570 тыс. т. Из них 354 тыс. т приходится на долю  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 111 тыс. т на долю  $\text{MgSO}_4$ , 43 тыс. т на долю  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 41 тыс. т на долю  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , 21 тыс. т на долю  $\text{NaCl}$ .

В пределах территории республики к хлоридному классу относятся только воды рек бассейнов Виляшчай и Астарачай. Среднемноголетний солевой сток этих рек составляет 122 тыс. т. Первое место занимает  $\text{NaCl}$  (54 тыс. т). По объему растворенных солей на 2-ом месте  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  – 39 тыс. т, на 3-ем  $\text{CaSO}_4$  – 19 тыс. т, на 4-ом  $\text{MgSO}_4$  – 8 тыс. т, на 5-ом  $\text{MgCl}_2$  – 2 тыс. т. Необходимо отметить, что соли  $\text{MgCl}_2$  наблюдаются только в водах Виляшчай и Астарачай.

Наши расчеты показывают, что воды рек относящихся к сульфатному классу (междуречья Гирдыманчай – Атачай и Белоканчай – Катехчай) имеют среднемноголетний солевой сток, равный 336 тыс. т. Из них 162 тыс. т приходится на долю  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 90 тыс. т на долю  $\text{MgSO}_4$ , 45 тыс. т на долю  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 28 тыс. т на долю  $\text{CaSO}_4$ , 11 тыс. т на долю  $\text{NaCl}$  (табл. 2).

### **Выводы**

Таким образом, проведенное исследование показывает, что среднемноголетний солевой сток горных рек Азербайджана составляет

7 млн. т/год. Из них 4,27 млн. т (61 %) приходится на  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 1,38 млн. т (19,7 %) на  $\text{MgSO}_4$ , 0,536 млн. т (7,6 %) на  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 0,470 млн. т (6,7 %) на  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , 0,300 млн. т (4,3 %) на долю  $\text{NaCl}$ , 0,047 млн. т (0,7 %) на долю  $\text{CaSO}_4$ , 0,002 млн. т (0,03 %) на долю  $\text{MgCl}_2$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуев М.А. Классификация речных вод Азербайджана по химическому составу // Актуальные проблемы гидрометеорологии и экологии: Матер. междунар. конф., Тбилиси, 2011. С. 14-16
2. Абдуев М.А. Солевой состав речных вод Азербайджана // Известия Академия Наук Азербайджана, серия Науки о Земле. – 2013. – №1. – С. 90-95 (на азерб. языке).
3. Абдуев М.А. Химический состав речных вод Азербайджана // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2010. – №8. – Т. 1. – С. 410-413.
4. Алекин О.А. Основы гидрохимии – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 444 с.
5. Левченко В.М. О классификации природных вод // Гидрохимические материалы. – 1953. – Т. 21. – С. 16-18.
6. Рустамов С.Г., Кашкай Р.М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. – Баку: Элм, 1989. – 180 с.
7. Самарина В.С. Гидрогеохимия. – Л.: Из-во Лен. универ., 1977. – 358 с.
8. Шилькрот Г.С. Механизмы, управляющие химическим составом речных и озерных вод // Изв. РАН. Сер. Геогр. – 1998. – №4. – С. 42-59.
9. Meybeck M. Concentrations des aux fluviales en elements majeurs et apports en solution aux oceans // Rev. Geol. Dynam Geogr. Phys. 1979. V. 21. №3. P. 215-246.

Поступила 26.03.2015

Геогр. ғылымд. докторы М.А. Абдуев

#### **ӨЗЕН СУЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН ОЛАРДЫҢ ТҰЗДЫҚ АҒЫНЫН ЕСЕПТЕУ (ӘЗІРБАЙЖАННЫҢ ТАУЛЫ ӨЗЕНДЕРІ МЫСАЛЫНДА)**

*Мақалада Әзірбайжан өзендері суларының химиялық құрамы талданып, олардың ерігіш тұздар құрамы мен саны анықталған. Өзен суларында әртүрлі жеті тұздар айқындалды: кальций гидрокарбонаты және магний, кальций сульфаты, натрий және магний, натрий және магний хлоры. Әзірбайжан өзендерімен ағып шығатын ерігіш тұздар бағаланған.*

УДК 556.114

Доктор геогр. наук С.М. Романова \*  
Канд. хим. наук О.И. Пономаренко \*

### ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ, СООРУЖЕННЫХ НА РЕКАХ

#### *ВОДОХРАНИЛИЩЕ-ОХЛАДИТЕЛЬ, ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА*

*Приведены материалы исследований процессов формирования химического состава водохранилищ-охладителей, созданных на реках, находящихся в разных климатических зонах.*

Водоохранилищем называется искусственный водоём, созданный для задержания, накопления и хранения стока и его перераспределения во времени, т.е. регулирования [16]. Некоторые водохранилища создаются специально для питьевого, технического водоснабжения, орошения, рыбного хозяйства и других целей. Часто с созданием водохранилища решается ряд комплексных задач. Количество водохранилищ велико и возрастает с каждым годом. На территории СНГ расположена большая часть крупных водохранилищ мира, многие из которых построены за последние 50 лет [1, 4, 5, 8, 10, 19, 20]. В будущем, вероятно, все реки в той или иной мере будут зарегулированы сетью водохранилищ.

Если чашей водохранилища служит долина реки, то оно относится к речному типу, является проточным, имеет узкую вытянутую по длине форму; глубина его, как правило, увеличивается к плотине. В первый период создания речного водохранилища, особенно при небольшой величине речного стока, может происходить увеличение минерализации воды за счет вымывания солей из толщи почвогрунтов, слагающих берега [5]. При подъеме уровня воды они затопляются, а вода, обогащенная солями, вновь стекает в водохранилище. На химический состав таких водохранилищ влияет ледотаяние, ледообразование и испарение.

Для минерализации воды водохранилищ в засушливых областях большое, а иногда и решающее значение, помимо испарения и ледотаяния, приобретает грунтовое питание, особенно, если грунтовые воды имеют

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

повышенную или высокую минерализацию. Рассмотрим некоторые типичные водохранилища, сооруженные на реках.

*Водохранилище-охладитель Бурштынской ГРЭС* сооружено на р. Гнилой Липе и является проточным [15]. Химический состав воды водохранилища зависит в основном от химического состава р. Гнилой Липы.

По своему химическому составу вода этого водохранилища однородна, за исключением его верхней части, где общая минерализация несколько повышена из-за недостаточной интенсивности перемешивания более минерализованной воды р. Гнилой Липы с водой водохранилища.

Максимальная минерализация воды р. Гнилой Липы достигает 520...560 мг/дм<sup>3</sup>, в то время как в водохранилище-охладителе наибольшее содержание составляет 430...440 мг/дм<sup>3</sup>. Ход изменения жесткости воды повторяет ход изменения общего содержания в обоих водных источниках.

При сопоставлении химического состава воды водохранилища и р. Гнилой Липы, питающей его, видно, что постоянно сохраняется различие в содержании их минеральных компонентов. Это обусловлено тем, что водохранилище-охладитель подпитывается водой р. Днестра, минерализация которой колеблется в пределах 205...440 мг/дм<sup>3</sup> и ниже, чем минерализация воды р. Гнилой Липы и водохранилища-охладителя Бурштынской ГРЭС.

Кроме сравнительно простых по своему химическому составу неорганических соединений в воде всегда присутствует органическое вещество. Его содержание в воде определяется величиной окисляемости. Максимальная окисляемость воды водохранилища находится в пределах 3,2...12,5 мг О/ дм<sup>3</sup>.

Определенная на основании данных химического состава охлаждающей воды Бурштынской ГРЭС предельно-допустимая карбонатная жесткость меньше фактической карбонатной жесткости. Разница между ними составляет 0,5...1,1 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. Это говорит о том, что в системе охлаждения происходило разложение бикарбонатов с образованием твердой накипи на поверхностях теплообмена.

С целью предотвращения накипеобразования предлагается сброс воды с большой карбонатной жесткостью из водохранилища и подкачка определенного количества более мягкой воды из внешнего источника (рек Днестр и Ломница).

*Наливные водоемы-охладители.* Водоемы-охладители Змиевской, Криворожской и Луганской ГРЭС представляют собой наливные водоемы, питающиеся водами больших рек – Северный Донец и Днепр [7]. Измене-

ние всех компонентов, составляющих общую минерализацию воды водохранилищ, взаимосвязано с количеством и качеством добавочной воды, поступающей из рек Северный Донец и Днепр.

Для минерализации воды *Змиевского водохранилища* характерно колебание величин от 470 до 850 мг/дм<sup>3</sup>, состав воды преимущественно гидрокарбонатно-натриевый ( $C_{II}^{Na}$ ). Общая щелочность воды Змиевского водохранилища колеблется в пределах 6,8...4,8 ммоль/дм<sup>3</sup> экв., причем идет медленное ее понижение. Общая жесткость воды этого водохранилища находится в пределах 6,3...5,6 ммоль/дм<sup>3</sup> экв., причем наблюдается тенденция к ее снижению. Величина предельно-допустимой карбонатной жесткости, обеспечивающая безнакипный режим в системе охлаждения, находится в пределах 5,7...3,7 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. и снижается вследствие уменьшения окисляемости с 23,6 до 9,3 мгО/дм<sup>3</sup> и роста постоянной жесткости от 0 до 1,1 ммоль/дм<sup>3</sup> экв.

Величина пересыщения воды карбонатом кальция составляет 5...27 раз. Вода этого водохранилища обладает накипеобразующими свойствами, в трубках охлаждающей системы наблюдается заметное выпадение минеральных отложений. Потери от пережога топлива на Змиевской ГРЭС составляли 480 тыс. рублей в год.

Для очистки конденсаторов турбин ГРЭС от накипи авторами [7] разработаны специальные моющие средства. В дальнейшем с целью полного предотвращения накипеобразования в системе охлаждения Змиевской ГРЭС рекомендовано проводить обработку водохранилища-охладителя серной кислотой, как более дешевым способом защиты от накипи.

В *Криворожском водохранилище* состав воды близок к составу Днепровской воды, в символах по О.А. Алекину, соответственно,  $C_{II}^{Na}$  и  $C_I^{Ca}$ . Минерализация воды водохранилища не превышает 500 мг/дм<sup>3</sup>.

Исследование карбонатно-кальциевой системы воды водохранилища-охладителя показало, что вода сильно пересыщена карбонатом кальция (в 2...16 раз). Наибольшая степень пересыщения наблюдается в летний период при повышении значений рН. Повышенная концентрация гидрокарбонатов и сульфатов кальция и магния в воде водохранилища обуславливает накипеобразующую способность этих вод при использовании их для охлаждения конденсаторов. Последнее усугубляется влиянием антропогенного фактора – сбросом в реки и водоемы высокоминерализованных шахтных вод.

Для уменьшения процесса накипеобразования рекомендована продувка водохранилища и периодическое пополнение его днепровской водой.

*Русловые водохранилища-охладители.* Водоемы-охладители Зуевской и Кураховской ГРЭС сооружены на малых реках (Крынка и Волчья) и являются русловыми водохранилищами. Воды этих водохранилищ имеют повышенную минерализацию. Состав воды можно выразить индексом по Алекину  $S_{II}^{Na}$ . Минерализация воды Кураховского водохранилища колеблется в пределах 2,0...3,5 г/дм<sup>3</sup>, Зуевского 0,5...2,3 г/дм<sup>3</sup>. Доминирующими ионами в воде этих водохранилищ являются  $SO_4^{2-}$  и  $Na^+$ . Их содержание находится в пределах:  $SO_4^{2-}$  – 27...32 и 26...32,  $Na^+$  – 21...29 и 24...32 % экв. для Кураховского и Зуевского водохранилищ, соответственно.

Общая жесткость воды данных водохранилищ также имеет высокие значения (15,3... 27,5 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. для Кураховского водохранилища и 7,4...12,8 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. для Зуевского). Карбонатная жесткость находится в пределах 2,5...5,4 и 3,4...6,0 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. для первого и второго водохранилищ, соответственно.

Вода обоих водохранилищ обладает сильно выраженными накипеобразующими свойствами. Показатель пересыщения воды карбонатом кальция составляет 6...30 раз для водохранилища-охладителя Кураховской ГРЭС и 4...23 раза для Зуевского водохранилища. Кроме того, на качество воды влияет загрязнение поверхностных вод шахтными, сульфатными водами, которые усиливают накипеобразование, язвенную коррозию металла и вспенивание воды при кипении.

Для предотвращения засоления водоемов руслового типа (Зуевского и Кураховского) предусмотрена «продувка» и рекарбоназация дымовыми газами охлаждающей воды.

При комплексном исследовании воды необходимо проводить физико-химические расчеты. С точки зрения физико-химического анализа, применительно к природным водам, принято рассматривать их как сложные многокомпонентные равновесные системы. Для упрощения сложных систем в них выделяются более простые, включающие только главные ионы.

Для изучения процессов формирования химического состава природных вод Н.С. Курнаков впервые применил химическую диаграмму [9]. По классификации Н.С. Курнакова, позднее дополненной М.Г. Валяшко [3], все природные воды делятся на три типа: карбонатный, сульфатный и хлоридный.

Процессы, при которых переход состава воды из одного химического типа в другой, осуществляется только путём взаимодействия воды с веществом окружающей среды, Н.С. Курнаков назвал процессами метаморфизации. В 1935 г. М.Г. Валяшко впервые ввел понятие о прямой и обратной метаморфизации [3]. Если процесс идет так, что состав природной воды изменяется от карбонатного типа к сульфатному, а затем хлоридному, то такое направление процесса называется «прямой» метаморфизацией. Изменение состава воды в обратном направлении называется «обратной» метаморфизацией.

Причиной метаморфизации может служить смешение воды различных типов и разных концентраций, вследствие чего могут происходить различные реакции (обмена, замещения, катионного обмена, биохимические, окисления-восстановления и др.) с образованием твердых веществ (карбонатов, силикатов, фосфатов и др.), газообразных веществ (метан, аммиак, сероводород и др.).

Для исследования процессов метаморфизации в природных водах широко используется «объединённая химическая диаграмма», на которой одновременно представлены диаграммы трёх основных химических типов воды. С точки зрения физико-химического анализа фигуративные точки состава воды могут переходить из одного поля в другое только в том случае, если данная вода взаимодействует с веществом извне, т.е. за счет процессов метаморфизации.

Часто химическая диаграмма используется для решения генетических вопросов солеобразования, прогноза солевых отложений озёр, метаморфизации ионного, солевого составов. Химическая диаграмма в течение многих лет успешно применяется на кафедре общей и неорганической химии КазНУ им. аль-Фараби для исследования процессов метаморфизации в экосистемах: «река – озеро», «река – водохранилище» и других вопросов гидрохимии.

Поскольку особенности химии воды водохранилищ очень разнообразны и зависят от многих факторов, в данном сообщении автор ограничился анализом химизма лишь отдельных водохранилищ, созданных в Казахстане. Кроме того, рассмотрены лишь те из них, которые ранее на кафедре были в той или иной мере изучены (Капшагайское, Зайсано-Бухтарминское, Экибастузское резервное и др.).

*Капшагайское водохранилище*, созданное на р. Иле, имеет вытянутую форму, протяжённость его около 80 км при ширине 14,5 км, среднюю глубину около 10 м. Данные по химическому составу воды р. Иле до заре-

гулирования стока приведены в работе [6]. Минерализация воды р. Иле колебалась в пределах 200...460 мг/дм<sup>3</sup>, в маловодные годы она достигала 600 мг/дм<sup>3</sup>. В ионном составе преобладающими являлись  $Ca^{2+}$  и  $HCO_3^-$ -ионы, символ воды по Алекину  $C_{II}^{Ca}$ . Максимальная концентрация главных ионов в воде р. Иле наблюдалась зимой, а минимальная – летом, вследствие питания реки водами маломинерализованных горных притоков. Исследование химического состава воды Капшагайского водохранилища в первый год эксплуатации было проведено С.А. Мордухович в 1971 г. [14] в течение трех сезонов: весной, летом и осенью. В этот период усиленно происходил процесс формирования его химического состава: выявлена неоднородность состава, как по сезонам года, так и по акватории водохранилища. Для верховьев водохранилища в мае 1971 г. минерализация воды составляла 297, для центральной его части 376, у плотины – 459, а для р. Иле ниже сброса ГЭС – 465 мг/дм<sup>3</sup>. В июле-августе происходит снижение минерализации воды по всей акватории водохранилища за счет поступления чистой, слабоминерализованной воды из горных притоков р. Иле. В верхней части она составляет 251, по течению возрастает до 394 мг/дм<sup>3</sup>. Осенью, вследствие сброса воды через гидроузел, общая сумма солей в зоне вклинивания р. Иле увеличилась до 432 мг/дм<sup>3</sup>, а в центральной части водохранилища достигла 541 мг/дм<sup>3</sup>.

Преобладающими ионами в воде Капшагайского водохранилища в этот период остаются  $Ca^{2+}$  и  $HCO_3^-$ -ионы, символ воды  $C_{II}^{Ca}$ , редко  $C_{II}^{Na}$ .

Следует отметить, что весной, в результате усиленных процессов фотосинтеза, протекающих с поглощением диоксида углерода и зачастую с образованием карбонатных ионов, происходило повышение значений рН. Количество карбонатных ионов в поверхностном слое составляло 3,0...18,0 мг/дм<sup>3</sup>, величина рН при этом колебалась от 8,23 до 8,70.

Расчет фигуративных точек состава воды водохранилища и р. Иле (после зарегулирования стока) [18] показал, что большинство фигуративных точек состава воды водохранилища расположены ниже и правее на диаграмме, чем точка среднегодового состава р. Иле (точка И, рис. 1). Часть точек располагается на границе астраханитового ( $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ ) и тенардитового ( $Na_2SO_4$ ) или мирабилитового ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ) и тенардитового полей, а часть в поле тенардита и мирабилита. Это связано с тем, что в воде водохранилища по сравнению

с речной водой повышалась доля  $Cl^-$ ,  $Na^+$ , а в отдельных случаях и  $SO_4^{2-}$ -ионов. Такой процесс изменения химического состава воды является прямой метаморфизацией. Она связана с выщелачиванием из почвы водохранилища легкорастворимых солей.

Таким образом, в Капшагайском водохранилище в период его формирования, имело место смешение вод разных типов и возникли условия для протекания процессов метаморфизации.

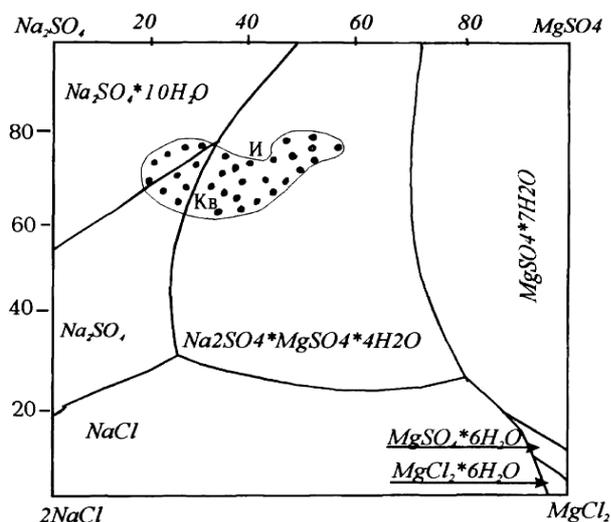


Рис. 1. Положение фигуративных точек состава воды р. Иле и Катиагайского водохранилища на химической диаграмме. И – р. Иле, Кв – Катиагайское водохранилище.

Сергеевское, Вячеславское водохранилища (р. Ишим). Река Ишим (Есиль) протекает в основном на территории Казахстана с континентальным, засушливым климатом, разнообразным рельефом и почвами, обилием грунтовых вод различного состава.

Химический состав воды р. Ишим, а также гидрохимия Вячеславского и Сергеевского водохранилищ были детально изучены Т.Я. Лопарёвой под руководством Н.А. Амиргалиева [2, 11, 12]. В 1968 г. было начато строительство двух водохранилищ (Вячеславского и Сергеевского) с целью водоснабжения населённых пунктов и для орошения сельскохозяйственных угодий. Вячеславское водохранилище длиной 32 км расположено в верховье р. Ишим, в 40 км выше г. Астаны. Сергеевское водохранилище длиной около 100 км – ниже по течению реки, у г. Сергеевка Северо-Казахстанской области. Площадь Вячеславского водохранилища 60,9 км<sup>2</sup>, Сергеевского 116,8 км<sup>2</sup>, глубина 6,5 и 7,0 м соответственно.

В первые годы формирования водохранилищ (1968...1969 гг.) их гидрохимический режим был аналогичен режиму р. Ишим. В процессе наполнения водохранилищ химический состав их воды заметно изменяется. Наполнение происходило, как правило, в период половодья при участии маломинерализованных снеговых и склоновых вод гидрокарбонатно-кальциевого состава. С 1969 г. вода водохранилищ значительно опресняется. Меняется индекс воды. В начальный период наполнения она имела индекс  $Cl_{II}^{Na,Ca}$ , затем переходит в  $Cl$ ,  $C_{II}^{Na,Ca}$  и далее, с 1970 г., становится  $C_{II}^{Ca}$ . Таким образом, формирование химического состава воды водохранилищ идет в направлении повышения  $HCO_3^-$  и  $Ca^{2+}$  – ионов и снижения содержания  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$  -ионов.

Фигуративные точки состава воды р. Ишим (до и после зарегулирования) и водохранилищ располагаются в сульфатных полях квадрата химической диаграммы, а также полях карбонатного и хлоридного треугольников диаграммы [13]. Особой динамичностью отличалась вода в верховье р. Ишим до зарегулирования стока. Действительно, в этом случае фигуративные точки состава воды периода паводка располагаются в карбонатном треугольнике, периода летней межени – в сульфатном квадрате, а зимней – в хлоридном треугольнике. После сооружения водохранилищ фигуративные точки состава воды р. Ишим располагаются в основном в сульфатных полях диаграммы. Как видно, для воды водохранилищ характерны переходы фигуративных точек состава лишь в пределах сульфатного квадрата и карбонатного треугольника.

Таким образом, существенное различие в положении контуров фигуративных точек состава воды р. Ишим до и после зарегулирования стока графически отражает процессы направленного изменения химического состава воды или её «обратную метаморфизацию». Особо следует отметить то положительное влияние, которое оказывают водохранилища на химию воды р. Ишим, улучшая её питьевые и технические качества.

*Зайсано-Бухтарминское водохранилище (р. Иртыш (Ертыс)).* Химический состав воды р. Иртыш и созданного на его основе Зайсано-Бухтарминского водохранилища изучен В.Я. Пильгук с соавторами [17].

В своих истоках р. Иртыш носит название Черный Иртыш и представляет типичную горную реку с малой минерализацией (среднегодовое значение – 120 мг/дм<sup>3</sup>).

Разнообразные природно-климатические условия Иртышского бассейна обуславливают различие и в химическом составе воды его притоков,

которые после зарегулирования стока р. Иртыш стали притоками Зайсано-Бухтарминского водохранилища.

Зайсано-Бухтарминское водохранилище в настоящее время – место смешения разнотипных вод. Питающие его реки – Черный Иртыш и правобережные притоки Курчум, Бухтарма, Кальджир имеют малую минерализацию, большую часть года их вода карбонатного типа. Левобережные притоки Кокпекты, Бокен, Кулуджун и другие более минерализованы, сульфатного типа, за исключением рек Каинда, Тентек, относящихся к карбонатному типу.

Для многих притоков водохранилища характерно изменение типа воды в течение года, т.е. процессы метаморфизации. Так, карбонатные воды паводкового периода смешиваются в водохранилище с сульфатными водами периода межени.

Кроме того, в период паводка, реки увлекают со стоком большое количество частиц глины, песка, породы, которые попадают в водохранилище. В условиях зарегулированного стока создаются благоприятные условия для процессов катионного обмена между водой и привнесенными в водохранилище взвешенными и коллоидными частицами. Значительная доля питания водохранилища приходится на грунтовые воды, которые часто резко отличаются минерализацией и химическим составом.

Таким образом, процессы формирования солевого состава водохранилища обуславливаются взаимодействием разнотипных вод, собирающихся в водоёме, а также возможными процессами взаимодействия с коллоидными, глинистыми частицами и живыми организмами. В водоёме постоянно протекают процессы метаморфизации.

К анализу этих процессов можно подойти, рассматривая положение фигуративных точек состава водохранилища и питающих его рек на химической диаграмме (рис. 2).

Поскольку Зайсано-Бухтарминское водохранилище характеризуется пространственной неоднородностью, фигуративные точки среднегодового состава воды верхней части водохранилища (у мыса Карасуат) – ЗБ<sub>1</sub> и в нижней его части – ЗБ<sub>2</sub> (г. Серебрянск) расположены в разных полях диаграммы. Фигуративная точка состава воды верхней части водохранилища находится в мирабилитовом поле сульфатного квадрата, а нижней части – в карбонатном треугольнике химической диаграммы. Фигуративные точки притоков Тентек, Каинда, Курчум, Кальджир располагаются в карбонатном треугольнике, другие – Таинты, Бокен – в мирабилитовом поле сульфатного квадрата.

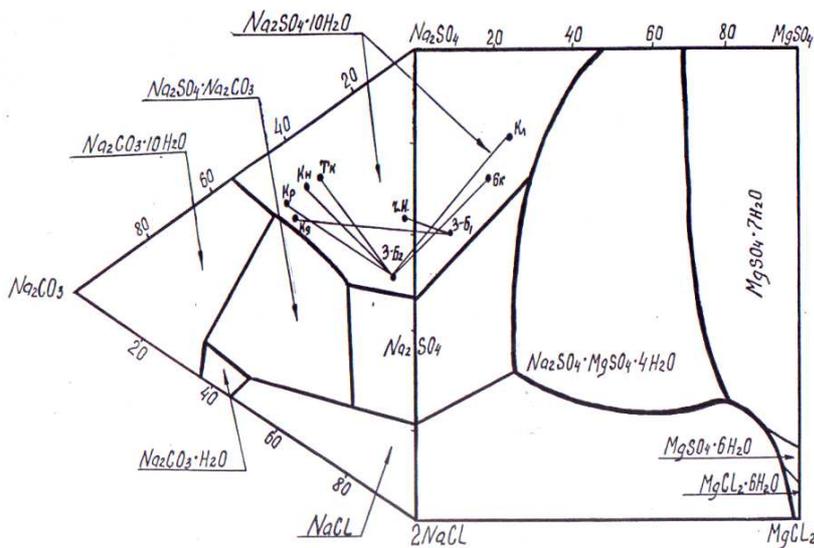


Рис. 2. Положение фигуративных точек состава воды р. Иртыш и Зайсано-Бухтарминского вдхр. на химической диаграмме. Ч.И. – Черный Иртыш; ЗБ – Зайсано-Бухтарминское вдхр. у мыса Карасуат; ЗБ<sub>2</sub> – Зайсано-Бухтарминское вдхр. у г. Серебрянска; БК – Боксы; Кл – Кулуджун, К – Кальджир, Кр – Курчум, Кн – Каинда, Тк – Тентек.

Как отмечалось выше, переход точек из одного поля диаграммы в другое, есть следствие метаморфизации. Так, фигуративные точки р. Чёрный Иртыш (Ч.И.) и водохранилища в нижней его части (ЗБ<sub>2</sub>) оказываются в разных полях диаграммы, хотя по содержанию мало различаются. Тип воды переходит из карбонатного (Ч.И.) в сульфатный (ЗБ<sub>1</sub>). При переходе от водохранилища к реке (ниже водохранилища) вновь осуществляется переход иртышской воды из карбонатного типа в сульфатный.

Таким образом, для иртышской системы выявлена характерная особенность. Это – многоступенчатый процесс прямой и обратной метаморфизации: из карбонатного типа (в р. Чёрный Иртыш) в сульфатный (верхняя часть Зайсано-Бухтарминского водохранилища), затем опять в карбонатный (нижняя часть водохранилища) и вновь в сульфатный (ниже водохранилища).

Рассмотрев и сопоставив данные по химизму водохранилищ, созданных при зарегулировании рек, можно выделить следующие особенности:

- а) при создании речного водохранилища имеет место смешение в нём разнотипных вод (воды паводков, меженного периода и др.);
- б) гидрохимический режим речного водохранилища определяется, главным образом, режимом питающей его реки и её притоков;
- в) для одних рек (р. Или) зарегулирование стока не вызывает существенного изменения в химическом составе воды, для других

(р. Иртыш) создание водохранилищ влечет за собой ярко выраженные изменения, обусловленные различными физико-химическими, гидробиологическими и другими процессами, протекающими в водоёме;

г) в зависимости от особенностей речного водохранилища в нём возможны процессы как прямой, так и обратной метаморфизации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водоохранилища – М.: Мысль, 1987. – 323 с.
2. Амиргалиев Н.А. Закономерности формирования гидрохимического режима и качества воды искусственных водных объектов Северного и Центрального Казахстана: Автореф. дис. ... доктор геогр. наук – Алматы, 1997. – 41 с.
3. Валяшко М.Г. Основные химические типы природных вод и условия их образования // Доклады АН СССР. – 1955, Т. 102. – №2. – С. 112-118.
4. Денисова А.И. Закономерности формирования и методы прогнозирования гидрохимического режима водохранилищ равнинных рек: Автореф. дис. ... докт. наук. – Ростов на Дону, 1981. – 48 с.
5. Зенин А.А. Гидрохимия Волги и её водохранилищ. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 260 с.
6. Ибрагимова М.А. Физико-химическая характеристика воды рек бассейна оз. Балхаш (диссертация на соискание уч. степени кандидата химических наук). – Алма-Ата: КазГУ, 1969. – 245 с.
7. Коненко А.Д., Абремская С.И., Кутовенко В.М. Характеристика гидрохимического режима водоёмов-охладителей ГРЭС Украины. / В кн.: Гидрохимия и гидробиология водоёмов-охладителей тепловых электростанций СССР. – Киев: Наукова думка, 1971. – С. 57-73.
8. Кривенцов М.И. К гидрохимическому режиму Усть-Маньчского водохранилища // Гидрохимические материалы. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – Т.35. – С. 60-65.
9. Курнаков Н.С. Избранные труды. Т. 3. Физико-химический анализ. Рассолы природные. Физико-химические исследования. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – 567 с.
10. Лаумянскас Г.А., Станчювене Ж.В. Состав воды Каунасского водохранилища в 1967...1970 гг. // Матер. Всес. гидрохим. совещания. – Новочеркасск. – 1975. – С. 18-19.
11. Лопарева Т.Я., Амиргалиев Н.А., Ибрагимова М.А. Сравнительная характеристика химического состава льда и подлёдной воды Вячеслав-

- ского и Сергеевского водохранилищ на р. Ишим // Химия и хим. технология. – 1975. – Вып. 17. – С. 3-12.
12. Лопарева Т.Я., Ибрагимова М.А., Беремжанов Б.А., Романова С.М. Исследование систем «река – водохранилище» (на примере водохранилищ на реках Иртыш, Тобол, Ишим). // Матер. итог. науч. конф. проф.-преп. состава. – Алм Ата, 1974. – 317 с.
  13. Лопарева Т.Я., Романова С.М., Беремжанов Б.А. К вопросу о процессах метаморфизации химического состава воды р. Ишим и её водохранилищ // Химия и хим. технология. – 1974. – Вып. 15. – С. 20-25.
  14. Мордухович С.А. Гидрохимия Капчагайского водохранилища / В кн.: Экология гидробионтов водоёмов Казахстана. Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1973. – С. 15-32.
  15. Наталюк Н.Т., Лазаренко Ю. И. Гидрохимическая характеристика охлаждающей воды гидроэлектростанций и мероприятия по предотвращению накипеобразования в конденсаторах турбин. / В кн.: Гидротермические и химико-гидробиологические исследования охладителей циркуляционной воды тепловых электростанций. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 250-261.
  16. Никаноров А.М. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 351 с.
  17. Пильгук В.Я. Физико-химия воды р. Иртыш в условиях создания водохранилищ: Автореф. дис. ... канд. хим. наук – Алма-Ата, 1975. – 30 с.
  18. Романова С.М. Гидрохимия и гидроэкология оросительных систем РК (бассейн р. Или) (монография) – Алматы: ДООИВА «Школа 21 века», 2003. – 181 с.
  19. Фесенко Н.Г. Гидрохимический облик Цимлянского водохранилища в период ввода его в эксплуатацию // Гидрохимические материалы. – М.: Изд. АН СССР, 1956. Т. 25, С. 28-36.
  20. Чайкина М.В. Гидрохимический режим Новосибирского водохранилища. – Новосибирск: Наука СО, 1975. – 182 с.

Поступила 24.11.2014

Геогр. ғылымд. докторы      С.М. Романова  
Хим. ғылымд. канд.        О.И. Пономаренко

## **ӨЗЕН САҒАЛАРЫНДА САЛЫНҒАН БӨГЕНДЕРДЕГІ СУЛАРДЫҢ НЕГІЗГІ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ**

*Әртүрлі климаттық зоналарда орналасқан, сонымен қатар өзендерде салынғай мен салқындатқыш-бөгендердің химиялық құрамдарының қалыптасу процесстері зерттелген материалдар келтірілген.*

УДК 574.587(262.81):576.3/7

А.Н. Анурьева \*

Канд. геогр. наук Т.Я. Лопарева \*

**КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ БИОМАССЫ КОРМОВЫХ ОРГАНИЗМОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОТЫ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ В ОЗЕРЕ БАЛХАШ****Сообщение 1. Влияние загрязнения донных отложений микроэлементами на количественное развитие бентосных сообществ***КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ, ЗООБЕНТОС, БИОМАССА, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ*

*В статье представлены сведения о корреляционной зависимости биомассы бентосных сообществ оз. Балхаш от загрязнения донного субстрата тяжелыми металлами. По результатам исследований сделан вывод о том, что качественный состав и количественное развитие бентофауны зависят от воздействия антропогенного загрязнения биотопов микроэлементами и от естественного состояния биоценозов (гранулометрического состава грунтов и наличия органики в них).*

Озеро Балхаш относится к крупнейшим водоемам Казахстана, а по объему водной массы занимает второе место после оз. Байкал.

Увеличение масштабов и интенсивности антропогенного воздействия на экосистему озера вызывает необходимость изменения уровня устойчивости природного комплекса, в частности, кормовых организмов, и их способность к адаптации. В результате разной толерантности бентосных беспозвоночных к условиям загрязнения тяжелыми металлами, качественные и количественные показатели водных сообществ подвержены значительным флуктуациям. Поэтому проводимые исследования по выявлению антропогенного воздействия на кормовую базу рыб озера являются актуальными.

Токсикологический облик оз. Балхаш определяется тяжелыми металлами, поступающими по рекам с осадками, а также с выбросами промышленных предприятий, основная доля которых приходится на Балхаш-

---

\* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

ский металлургический комплекс. Вступая во взаимодействие с грунтами, микроэлементы оказывают существенное влияние на интенсивность развития донной фауны.

Бентосные организмы являются основной кормовой базой для промысловых рыб бентофагов (сазан, лещ, вобла) оз. Балхаш. Качественные и количественные показатели зообентоса величины непостоянные и широко варьируют в зависимости от естественных и антропогенных факторов.

Наличие в донных отложениях тяжелых металлов влияет на развитие кормовых организмов. Присутствие биофильных металлов (медь, цинк) до определенных (пороговых) концентраций благоприятно сказывается на развитии гидробионтов. Однако их превышение ведет к угнетению жизненных процессов. Наличие других металлов (ксенобиотиков), таких как кадмий, свинец, уже в небольших концентрациях негативно отражается на жизнедеятельности бентоса. Кормовые организмы, характеризующиеся повышенным уровнем накопления металлов, имеют низкую биомассу.

В данной статье представлена характеристика зависимости биомассы бентосных сообществ от загрязнения их среды обитания – донного субстрата тяжелыми металлами. На основании многолетних мониторинговых исследований выполнена статистическая обработка полученных результатов, определено наличие корреляционной связи между биомассой и суммарным содержанием микроэлементов в донных отложениях, а также выделены отдельные компоненты, оказывающие доминирующую роль на видовой состав и количественное развитие кормовых организмов.

Цель работы заключается в исследовании степени зависимости количественного развития доминирующих видов бентосных беспозвоночных оз. Балхаш от загрязнения их среды обитания.

Материалом для статьи послужили результаты многолетних исследований в пространственно-временном аспекте (2006...2014 гг.) качественного и количественного состава бентосных организмов, а также накопления микроэлементов в среде обитания.

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Office Excel.

Отбор и обработку проб кормовых организмов, а также расчет биомассы зообентоса проводили в соответствии с общепринятой методикой [6].

Пробы на микроэлементы в донных отложениях и бентонтах обрабатывались атомно-абсорбционным методом [7].

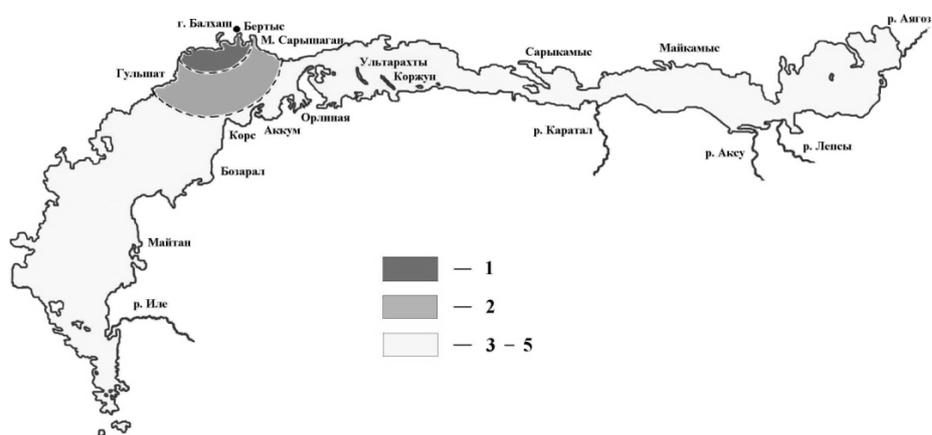
Результаты исследований нашли отражение в ряде публикаций [1-5].

Метод статистической обработки является способом информации для характеристики процесса количественного развития (биомасса) зообентоса и наблюдаемых его флуктуаций от отдельных естественных и антропогенных составляющих среды обитания.

В результате статистического анализа выявлено, что между биомассой бентонтов и количеством тяжелых металлов в донных отложениях существует корреляционная зависимость с широким диапазоном тесноты связи, определяемой коэффициентом корреляции.

Величины коэффициентов корреляции существенно различаются по акватории оз. Балхаш в районах с естественным режимом функционирования бентосных организмов и при выраженном антропогенном воздействии на среду обитания.

По степени корреляции на оз. Балхаш выделено пять акваториальных зон, отличающихся друг от друга видовым составом, биомассой кормовых организмов, а также количественным содержанием металлов в донном субстрате (рис. 1).



*Рис. 1. Акваториальные зоны загрязнения оз. Балхаш. 1 – зона сильного загрязнения, 2 – зона умеренного загрязнения, 3...5 – зоны слабого загрязнения.*

В результате экспериментальных исследований определена площадь загрязнения биоты озера воздушными выбросами Балхашского комплекса, составляющая около 3453 км<sup>2</sup>. Ареал полихет и хирономид с повышенным содержанием тяжелых металлов простирается в юго-западном направлении до 45 км, в юго-восточном – до 59 км и в южном – до 52 км с общей площадью 2100 км<sup>2</sup>.

Выявлена значительная отрицательная корреляция между биомассой и загрязнением грунтов. Снижение биомассы зообентоса коррелирует с повышением содержания загрязнения. Количественное развитие бентоса имеет обратную зависимость – высокое содержание микроэлементов – низкая биомасса бентонтов.

К зонам наибольшего загрязнения донных отложений микроэлементами относятся 1-ая и 2-ая зоны. Они включают бухту Бертыс и залив Торангалык, расположенные на расстоянии 3,4 км и 7,1 км от Балхашского промышленного комплекса и имеют аномально высокие значения концентрации металлов (рис. 2).

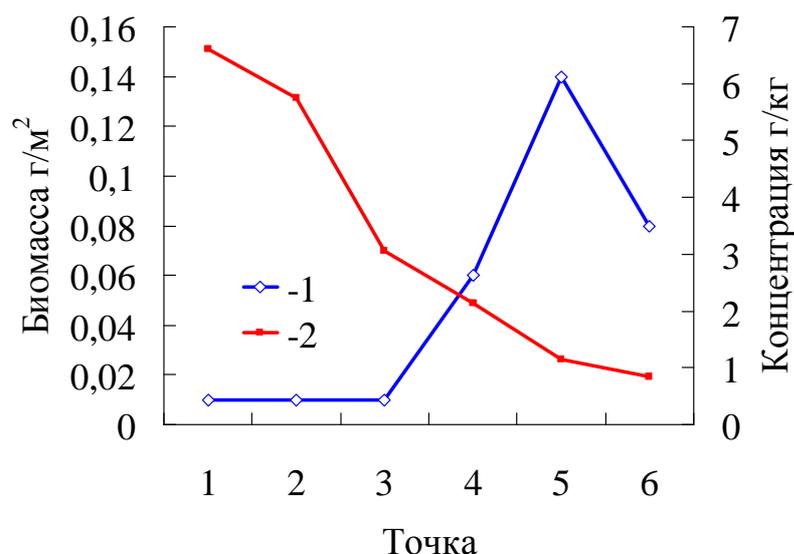


Рис. 2. Зависимость биомассы (1) зообентоса от загрязнения грунта тяжелыми металлами (2), (1 и 2 зоны).

Суммарное содержание микроэлементов в донном субстрате бухты Бертыс варьирует в интервале 0,85...6,61 г/кг. Биомасса бентоса в самой бухте находится практически на нуле, но в более отдаленных районах, где донные отложения представлены илистыми песками, в которых не происходит значительного накопления микроэлементов, биомасса бентонтов возрастает до 0,06 г/м<sup>2</sup>. В районе, где содержание тяжелых металлов снижается до 0,85...1,15 г/кг, биомасса бентосных организмов повышается до 0,08...0,14 г/м<sup>2</sup>.

Значительному загрязнению воздушными выбросами подвергается также залив Торангалык. Содержание тяжелых металлов в субстрате ко-

леблется в пределах 0,57...1,42 г/кг, что ведет к выпадению из состава зообентоса некоторых видов. В загрязненных грунтах встречаются только устойчивые к токсикантам мелкие черви – олигохеты с биомассой 0,02 г/м<sup>2</sup>. По мере удаления от литоральной зоны залива наблюдается усиленный водообмен под действием ветровой деятельности, вследствие чего происходит снижение содержания микроэлементов до 0,11 г/кг. Бентофауна пополняется личинками насекомых (хирономиды) и высшими ракообразными (корофииды). Биомасса их составляет 0,24 г/м<sup>2</sup>.

Для данных зон загрязнения характерна тесная отрицательная корреляционная связь с коэффициентом корреляции в пределах -0,76...-0,80. Доминирующими металлами, влияющими на количественное развитие бентонтов, являются медь, цинк и свинец с коэффициентами корреляции -0,70...-0,83. Слабая корреляционная зависимость характерна для кадмия  $r = -0,39...-0,63$ .

В 3-ей и 4-ой зонах, удаленных от источника загрязнения в юго-восточном и западном направлениях, содержание тяжелых металлов в субстрате снижается до 0,08...0,10 г/кг. Донная фауна обогащается еще двумя видовыми группами: червями (полихеты) и двустворчатым моллюском цветная монодакна. Параллельно этому возрастает биомасса бентонтов до 0,80...1,86 г/м<sup>2</sup>. Несмотря на то, что величины биомассы еще невысокие, однако в десятки раз выше, чем на акватории, находящейся в зоне прямого техногенного воздействия. Количественное развитие зообентоса имеет также обратную зависимость от загрязнения биоценозов микроэлементами, но значительно слабее, в связи с чем, коэффициент корреляции варьирует в интервале -0,14...-0,36.

5-ая зона распространяется на запад и на восток от зоны загрязнения. В этих районах оз. Балхаш, не подверженных влиянию промышленного комплекса (при содержании тяжелых металлов в донных отложениях в пределах 0,05...0,10 г/кг), зависимость биомассы бентонтов от загрязнения ослабевает. Коэффициент корреляции снижается до -0,02. В некоторых биотопах (устье р. Иле, зал. Майтан, Бозарал в Западном Балхаше, около о. Ультарахты и Коржун, зал. Майкамыс, Сарыкамыс – в Восточном Балхаше) наблюдается даже слабая положительная корреляционная связь с коэффициентами +0,40...+0,53.

Доминирующим фактором в формировании биомассы бентосных организмов в незагрязненных районах водоема выступает гранулометрический состав донных отложений. На обедненных песчаных биотопах с

содержанием органики 10...30 г/кг, обитают полихеты и корофииды с низкой биомассой в пределах 0,38 г/м<sup>2</sup>. На илистых субстратах вдоль южного побережья Западного Балхаша, с высоким содержанием органики 50...90 г/кг, формируется богатая кормовая база. На этих биотопах отмечается массовое развитие моллюска монодакна с биомассой 25,28 г/м<sup>2</sup>, а также мизид и креветок с биомассой 3,0...4,2 г/м<sup>2</sup> (рис. 3).

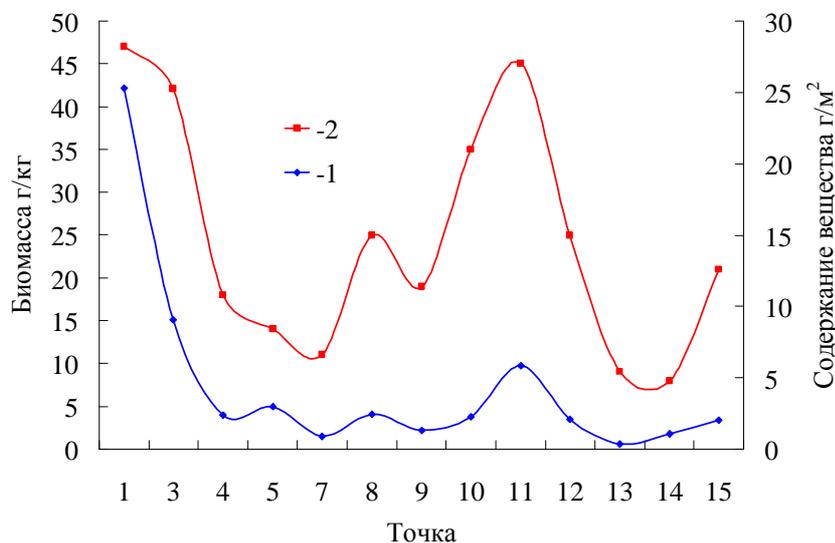


Рис. 3. Зависимость биомассы (2) зообентоса от содержания в грунте органического вещества (1).

Таким образом, видовой состав и количественное развитие бентофауны оз. Балхаш зависят как от воздействия промышленного загрязнения биотопов тяжелыми металлами, так и от естественного состояния биоценозов, а именно гранулометрического состава грунтов и наличия органики в них.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьева А.Н., Воробьева Н.Б. Влияние тяжелых металлов на количественное развитие макрозообентоса оз. Балхаш в зоне действия выбросов ПО «Балхашцветмет» // Проблемы биогеохимии и геохимическая экология. – Семей: Тенгри, 2012. – № 2 (19). – С. 44-50.
2. Асылбекова С.Ж., Искеков К.Б., Лопарёва Т.Я., Анурьева А.Н. Влияние воздушных выбросов промышленного комплекса ПО «Балхашцветмет» на биоценозы озера Балхаш // Вестн. Астрахан. гос. техн. унта. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 7-14.

3. Асылбекова С.Ж., Лопарева Т.Я., Воробьева Н.Б., Анурьева А.Н., Садырбаева Н.Н., Пономарева Л.П. Влияние техногенного загрязнения на эколого-биологическое состояние оз. Балхаш // Науч. тр. Южно-Казахстан. гос. ун-та им. М. Ауэзова. – 2010. – № 3 (21). – С. 20-26.
4. Воробьева Н.Б. Влияние антропоических факторов на кормовую базу оз. Балхаш // Прогноз комплексного и рационального использования природных ресурсов, их охрана и перспективы развития производительных сил бассейна оз. Балхаш в период до 1990...2000 гг. – Алма-Ата: Наука, 1983. – С. 202-203.
5. Крупа Е.Г., Цой В.Н., Лопарёва Т.Я., Пономарёва Л.П., Анурьева А.Н., Садырбаева Н.Н., Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б. Многолетняя динамика гидробионтов озера Балхаш и ее связь с факторами среды // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 85-95.
6. Методическое пособие при гидробиологических исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос). – Алматы, 2006. – 27 с.
7. Спектрометрическое определение тяжелых металлов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических материалах (Методические указания). – Алматы, 1999. – 41 с.

Поступила 25.05.2015

А.Н. Анурьева  
Геогр. ғылымд. канд. Т.Я. Лопарева

### **БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРМЕН БИОТТАРДЫҢ ЗАЛАЛДАНУЫНДАҒЫ ОРГАНИЗМДЕРДІҢ БИОМАССАСЫНЫҢ КОРРЕЛЯЦИОНДЫ ТӘУЕЛДІЛІГІ**

#### **Хаттама 1. Түптің микроэлементтермен залалдануы сандық өсімге бентосты одақтың әсері**

*Мақалада ұсынылып отырған мәліметтер Балқаш көлінің бентосты биомассаға корреляционды тәуелділігі және субстратты ауыр металдардан залалдануы туралы ақпаратталады. Зерттеу нәтижелері бойынша көрсеткендей, бентофаунаың сапалы құрамы мен сандық өсімінің жетілуі антропогенді биотоптар мен микроэлементтерге және биоценоздың жағдайына тәуелді (гранулометриялық грунттың құрамымен оның органикасы)*

УДК 333.93(510)

Канд. экон. наук  
Доктор техн. наук

К.Ж. Мустафаев\*  
З.К. Маймеков\*\*

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАССЕЙНОВ КАЗАХСТАНА

МЕТОД, КРИТЕРИЙ, СИСТЕМА, ПРИРОДА

*Для расчета индекса экологической емкости водохозяйственных бассейнов Казахстана осуществлен выбор системы интегральных критериев и на основе их определена степень антропогенной нагрузки природной системы региона.*

Емкость водных объектов (ЕВО) – показатель, определяющий уровень максимального развития сельского хозяйства, промышленности, городов и населения. Емкости должны быть обеспечены водными ресурсами в данном водохозяйственном бассейне при определенных экономических и технологических обстоятельствах без нарушения экологической системы [1].

Территория Казахстана условно разделена на восемь водохозяйственных бассейнов: Арало-Сырдаринский, Балхаш-Алакольский, Ертисский, Жайык-Каспийский, Есильский, Нура-Сарысуский, Шу-Таласский и Тобол-Тургайский (рис.).



Рис. Карта основных водохозяйственных бассейнов Казахстана.

\* ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация»,

\*\* Кыргызско-Турецкий университет «Манас»

Водохозяйственные балансы речных бассейнов позволяют оценить приходную часть, складывающуюся из поступления объемов воды с сопредельных территорий и формирующихся на территории Казахстана и расходную часть – потери на испарение и фильтрацию, санитарные и природоохранные попуски. Также позволяют оценить располагаемые для нужд отраслей экономики водные ресурсы бассейна (табл. 1).

Таблица 1  
Водохозяйственный баланс речных бассейнов Казахстана (км<sup>3</sup>) [1]

Водохозяйственный бассейн	Водохозяйственный баланс				Располагаемые ресурсы
	приходная часть		расходная часть		
	поступление с сопредельных территорий	формируется в пределах бассейна	потери на испарение и фильтрацию	санитарные и экологические попуски	
Арало-Сырдарьинский	14,60	2,30	2,80	3,10	12,00
Балхаш-Алакольский	11,40	16,40	2,30	19,90	8,60
Ертисский	9,80	26,0	6,80	13,10	15,90
Жайык-Каспийский	2,50	4,90	2,50	17,90	5,90
Есильский	-	2,20	0,50	0,80	0,90
Нура-Сарысуский	0,82	1,74	0,37	1,02	1,16
Шу-Таласский	3,10	1,00	0,10	0,30	3,70
Тобол-Тургайский	0,056	1,53	0,26	0,63	0,70
Республики Казахстан	42,276	57,87	15,63	58,75	46,86

Как видим 42,276 км<sup>3</sup> воды поступают с сопредельных территорий и 57,87 км<sup>3</sup> воды формируются в пределах бассейна, что характеризует зависимость водообеспеченности Казахстана от государств Центральной Азии.

Для комплексной оценки емкости водных объектов Республики Казахстан можно использовать принципы теории систем, т.е. их необходимо рассматривать как сложную систему, включающую в себя четыре подсистемы – общество, экономику, экологию и водные ресурсы. На основе синтеза статистики и теоретического анализа определены показатели емкости водных объектов и их подсистем (табл. 2), т.е. для этого использованы параметры или индикаторы оценки изменений свойств природной системы [8], параметры оценка устойчивости природных комплексов в бассейне [2, 5, 6, 7, 10] и система показателей емкости водных объектов [3].

Стандартизация информационных материалов осуществлялась через индексацию статистических материалов и преобразование их в безразмерные величины [3]:

Таблица 2

Система показателей емкости водохозяйственных объектов [9]

Показатель	Описание показателя
<b>Показатели системы водных ресурсов</b>	
Площадь ( $F$ ) ( $10^4$ га)	Данные измерения
Количество водных ресурсов на единицу площади ( $\bar{W}_p = W_p / F$ ), ( $10^4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ )	$W_p$ – среднее многолетнее количество используемых водных ресурсов в водохозяйственном бассейне
Использование водных ресурсов ( $\bar{W}_n = W_n / (W_p - W_э)$ , (%))	$W_n$ – среднее многолетнее потребление воды в водохозяйственном бассейне; $W_э$ – потребление воды в экологических целях
Комплексный показатель качества воды $\bar{W}_{pz} = (W_{pz} / W_p) 100$ , (%)	$W_{pz} = W_э - W_{нэ}$ – общий объем воды, отвечающий экологическим требованиям; $W_{нэ}$ – объем воды, не отвечающий экологическим требованиям
Общий объем водных ресурсов ( $WBB$ ) ( $10^8 \text{ м}^3$ )	Статистические данные
Годовые осадки ( $WO_c$ ) ( $10^8 \text{ м}^3$ )	Статистические данные
Модули водоснабжения $\bar{W}_f = W_n / F$ , ( $10^4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ )	
Модули поступления воды $\bar{W}_{no} = W_{no} / F$ ( $10^4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ )	$W_{no}$ – общее количество поступления воды.
<b>Показатели социальной системы</b>	
Плотность населения $\bar{N} = N / F$ (чел/га <sup>-1</sup> )	$N$ – общая численность населения, чел.
Естественный прирост населения по водохозяйственным бассейнам (%)	Отношение чистого годового прироста населения к среднегодовой численности населения
Доля городского населения $\bar{N}_г = N_г / N$ , (%)	$N_г$ – городское население

Показатель	Описание показателя
<p>Достижение нормативной ставки очищенных бытовых сточных вод</p> $\overline{W}_{\text{бс}} = \left( \frac{W_{\text{обс}}}{W_{\text{бс}}} \right) \cdot 100, (\%)$ <p>Квота хозяйственной воды</p> $W_{\text{кxb}} = W_{\text{xb}} / N \cdot 365, (\text{м}^3/\text{день на 1 чел.})$	<p><math>W_{\text{обс}}</math> – общее количество очищенных бытовых сточных вод;</p> <p><math>W_{\text{бс}}</math> – общее количество сброса бытовых сточных вод</p> <p><math>W_{\text{кxb}}</math> – хозяйственное водопотребление</p>
Сельское население ( $N_c$ ) ( $10^4$ чел.)	Статистические данные
Нагрузка водного объекта (водотока) загрязненными сточными водами ( $K_b = q_b / W$ )	<p><math>K_b</math> – коэффициент нагрузки;</p> <p><math>q_b</math> – суммарный объем загрязненных сточных вод, в водотоке, тыс. <math>\text{м}^3/\text{год}</math>; <math>W</math> – среднегодовой сток реки, тыс. <math>\text{м}^3/\text{год}</math>.</p>
<p>Коэффициент нагрузки загрязненными сточными водами (<math>K_{\sigma}</math>) на <math>j</math>-й водоток, входящий в состав подбассейна <math>j = 1, m</math>,</p> $K_{\sigma} = \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot K_{bj} / \sum_{j=1}^m \alpha_j$	<p><math>m</math> – число водотоков в подбассейне; <math>\alpha_j</math> – весовой коэффициент <math>j</math>-го водотока, который равен величине обратной площади подбассейна – <math>\alpha_j = 1/F_j</math>, <math>F_j</math> – площадь подбассейна <math>j</math>-го водотока</p>
<b>Показатели экономической системы</b>	
<p>ВВП на душу населения</p> $\overline{ВВП} = ВВП / N$	$ВВГ$ – текущий региональный ВВП
Темпы роста ВВП (%)	Статистика из статистических ежегодников каждого водохозяйственного бассейна
<p>Квота производственного водопотребления <math>W_{\text{кnb}} = W_{\text{nb}} / ВВП_n, (10^4, \text{м}^3)</math></p>	$W_{\text{nb}}$ – производственное водопотребление; $ВВП_n$ – значение валовой продукции промышленности
<p>Квота сельскохозяйственного водопотребления <math>W_{\text{кcc}} = W_{\text{cb}} / ВВП_c, (10^4, \text{м}^3)</math></p>	$W_{\text{cb}}$ – сельскохозяйственное потребление воды; $ВВП_c$ – значение валовой продукции сельского хозяйства

Показатель	Описание показателя
Коэффициент охвата орошением $K_{oo} = \left( \frac{F_{of}}{F_{ob}} \right) \cdot 100, (\%)$	$F_{of}$ – фактическая орошаемая площадь; $F_{ob}$ – возделываемая посевная площадь
Квота воды для орошения $\bar{W}_{op} = W_{no} / F_{of}, (м^3, га^{-1})$	$W_{no}$ – потребление воды для орошения
Достижение нормативной ставки очищенных промышленных и городских сточных вод $\bar{W}_{nzc} = \left( \frac{W_{nzc}}{W_{ob}} \right) \cdot 100, (\%)$	$W_{nzc}$ – общее количество очищенных промышленных сточных вод; $W_{ob}$ – общий объем потребления воды
<b>Показатели экологической системы</b>	
Норма экологического водопотребления $\bar{W}_э = \left( \frac{W_э}{W_{zb}} \right) \cdot 100, (\%)$	$W_э$ – экологическое водопотребление; $W_{zb}$ – среднегодовые водные ресурсы
Комплексный показатель загрязнения воды $\bar{W}_з = \left( \frac{W_з}{W_{ob}} \right) \cdot 100, (\%)$	$W_з$ – общий объем загрязненных вод; $W_{ob}$ – общий объем водных ресурсов
Залесенность $\bar{F}_л = \left( \frac{F_л}{F_{об}} \right) \cdot 100, (\%)$	$F_л$ – площадь лесов; $F_{об}$ – общая площадь водохозяйственного бассейна
Доля заболоченных земель $\bar{F}_{зб} = \left( \frac{F_{зб}}{F_{об}} \right) \cdot 100, (\%)$	$F_{зб}$ – площадь заболоченных земель
Выбросы ХПК ( $10^4$ , т)	Статистические данные
Доля опустынивания $\bar{F}_{он} = \left( \frac{F_{он}}{F_{об}} \right) \cdot 100, (\%)$	$F_{он}$ – площадь опустынивания
Доля просадки грунта $\bar{F}_{nz} = \left( \frac{F_{nz}}{F_{об}} \right) \cdot 100, (\%)$	$F_{nz}$ – площадь просадки грунта

Показатель	Описание показателя
<b>Показатели комплексной связи</b>	
Индекс баланса водоснабжения и водопотребления $\bar{W}_{cb} = \left( \frac{W_{cb}}{W_p} \right) \cdot 100, (\%)$	$W_{cb}$ – среднее многолетнее водопотребление
Норма водопотребления $\bar{W}_b = \left( \frac{W_b}{W_{b\delta}} \right) \cdot 100, (\%)$	$W_b$ – водопотребление; $W_{b\delta}$ – общее водопотребление водохозяйственного бассейна
Общее водопотребление ( $W_{ob}$ ), ( $10^8, \text{м}^3$ ) Пашня на душу населения $\bar{F}_{bn} = F_{bn} / N, (\text{га} \cdot \text{чел}^{-1})$	Статистические данные  $F_{bn}$ – возделываемая посевная площадь
<b>Показатели связи водных ресурсов и экономической системы</b>	
Водопотребление на единицу ВВП $\bar{W}_{веп} = ВВП / W_b, (\text{м}^3)$	$ВВП$ – текущий региональный ВВП
Объем загрязненных вод на миллион выпускаемого ВВП $\bar{W}_{oze} = W_{oze} / ВВП, (10^{-4}, \text{м}^3)$	$W_{oze}$ – объем загрязненной воды
<b>Показатели связи водных ресурсов и экологической системы</b>	
Коэффициент превышения лимита воды $\bar{W}_{nze} = \left( \frac{W_{nze}}{W_{онzn}} \right) \cdot 100, (\%)$	$W_{nze}$ – объем чрезмерной эксплуатации ресурсов подземных вод; $W_{онzn}$ – общий объем ресурсов подземных вод
Коэффициент дефицита воды $\bar{W}_{odb} = \left( \frac{W_{odb}}{W_{ob}} \right) \cdot 100, (\%)$	$W_{odb}$ – общий объем дефицита воды в окружающей среде, $W_{ob}$ – общий объем водных ресурсов
<b>Показатели экологической ситуации</b>	
Экологическое состояние речных бассейнов $\bar{\Xi}_k = 1 - \exp[-(\alpha_o \cdot \bar{g} + \rho \cdot \bar{\Delta})]$	$\alpha_o$ – коэффициент, характеризующий вид загрязнения (ядохимикаты, нитраты и пестициды); $\bar{g}$ – изменение водообмена между почвенными и грунтовыми водами; $\rho$ – параметр, комплекс при-

Показатель	Описание показателя
	родных условий (мощность отложений и фильтрационные свойства); $\bar{\Delta} = \Delta / 5$ – уровень грунтовых вод

$$X_{ij}^* = (X_{ij} - \bar{X}_j) / \sigma_j, \quad \bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_i X_{ij}, \quad \sigma_j^2 = \frac{1}{n} \sum_i (X_{ij} - \bar{X}_j)^2,$$

где  $X_{ij}$  – первоначальные значения показателей емкости водных объектов,  $X_{ij}^*$  – стандартизированная величина показателей емкости водных объектов.

Для определения региональной емкости водных объектов Лю Цзяцзюнь, Дун Сочэн, Мао Цилян [3] предлагают следующее уравнение:

$$CW = \sqrt{CHICCI(\alpha \cdot FI + \beta \cdot F_p I)},$$

где  $CW$  – итоговый комплексный

показатель региональной емкости водных объектов;  $F_e I$  и  $F_p I$  – индексы региональной экономической и демографической нагрузок на водные ресурсы;  $CCI$  – емкость комплексной системы региональных водных объектов;  $CHI$  – интегральный индекс для комплексной системы региональных водных ресурсов;  $\alpha$ ,  $\beta$  – неопределенные «весы», а «вес»  $F_e I$  приравнивается к  $F_p I$ .

Уравнение для расчета индекса региональной экономической нагрузки на водные ресурсы ( $F_e I$ ) определяется по формуле [3]:

$$F_e I = \frac{F_e}{GDP_e}, \quad F_e = \frac{ПВЗ}{W_d} \cdot W_s,$$

где  $F_e$  – величина максимально допустимой нагрузки на региональные водные ресурсы;  $W_d$  – минимальное количество воды, в котором нуждается региональная социально-экономическая система;  $W_s$  – максимальное количество имеющихся в регионе водных ресурсов;  $GDP$  – внутренний валовой продукт (ВВП) при потреблении воды в объеме  $W_d$ ;  $GDP_e$  – фактический валовой внутренний продукт.

Уравнение для расчета индекса региональной демографической нагрузки на водные ресурсы  $F_p I$  [3]:

$$F_p I = \frac{F_p}{P_c}, \quad F_p = \frac{GDP}{GDP_{p_s}},$$

где  $F_p$  – численность населения, которая возможна в регионе при условии, что все годные к применению водные ресурсы используются в производстве, т.е. максимальная численность населения, которая может быть обеспечена водными ресурсами в конкретном регионе;  $GDP_{p_s}$  – самый низкий ВВП на душу населения всех провинций;  $P_c$  – численность населения.

Уравнение для расчета индекса нагрузки для комплексной системы региональных водных объектов  $CCI$  [4]:

$$CCI = \frac{CCP}{CCS},$$

где  $CCI$  – нагрузка, которую фактически имеет вся система водных объектов;  $CCS$  – нагрузка, которую может выдержать система водных объектов.

Лю Цзяцзюньом, Дун Сочэном, Мао Циляном [3] выбраны показатели для вычисления индекса нагрузки  $C_1$ , которую может допустить система водных ресурсов, а также для социальной системы  $C_2$ , экономической системы  $C_3$  и экосистемы  $C_4$ . В целях устойчивого развития общества и экономики необходимо, чтобы совокупная нагрузка на водные ресурсы не превышала допустимую нагрузку, т.е.  $CCI \leq 1$ .

При расчете  $CCI$  «вес» каждого показателя комплексной системы был определен на основе энтропийного подхода – путем фиксации значения «веса» на основные, реальные состояния общества, экономики, экологии и водных ресурсов, т.е. объективно [3].

Для интегральной системы экономики, общества, экологии и водных ресурсов степень упорядоченности для подсистемы водных ресурсов, экологии и экономики определена как  $\bar{u}_k(\bar{e}_k)$ ,  $k = 1, 2, 3, 4$ , что является средним многолетним годовым значением для каждого региона. В итоге уравнение интегрального индекса принимает следующий вид в конкретный момент времени эволюционного процесса для очень сложной системы [3]:

$$CHI_{t(r)} = \theta \cdot \sqrt[4]{\prod_{k=1}^4 [u_k(e_k) - \bar{u}_k(\bar{e}_k)]}, \quad CHI_{t(r)} \in [-1, 1],$$

$$\theta = \frac{\min_k [u_k(e_k) - \bar{u}_k(\bar{e}_k) \neq 0]}{\min_k [u_k(e_k) - \bar{u}_k(\bar{e}_k) \neq 0]}, \quad k = 1, 2, 3, 4.$$

Значения нормативов итогового комплексного показателя региональных емкостей водных объектов приведены в табл. 3 [3].

В качестве исходных данных для модели комплексной оценки емкости водных объектов Республики Казахстан взята соответствующая стандартизированная статистика за 2007 г. по восьми водохозяйственным бассейнам и 14 областям. Результаты демонстративных расчетов приведены в табл. 4, которые показывают пространственные закономерности дифференциации этих характеристик.

Индекс региональной экономической нагрузки на водные ресурсы ( $F_e I$ ) показывает, что чем больше его значения, тем больше нагрузки экономического развития несет регион. Как показано в табл. 4,  $F_e I < 0,30$  отмечено во всех водохозяйственных бассейнах Казахстана, т.е. имеется большой потенциал для поддержки регионального и республиканского экономического развития. С другой стороны, это свидетельствует о том, что во всех водохозяйственных бассейнах Казахстана водные ресурсы недостаточно эффективно использовались.

Таблица 3

Нормативы комплексного показателя региональных емкостей водных объектов [3]

Индекс $CW$	Категория нагрузки	Возможность использования
0,00...0,50	Минимальная	Водные ресурсы в избытке
0,51...0,80	Оптимальная	Оптимальное использование водных ресурсов
0,81...1,00	Повышенная	Затрудненное использование водных ресурсов
1,01...1,30	Высокая	Нехватка водных ресурсов
> 1,31	Сверхвысокая	Острая нехватка водных ресурсов

Индекс региональной демографической нагрузки на водные ресурсы показывает, если  $F_p I > 0,90$ , т.е. наблюдается большая численность населения и недостаток воды в бассейне. К этому диапазону относится Жайык-Каспийский водохозяйственный бассейн, который может обеспечиваться региональными водными ресурсами. Диапазон  $F_p I$  от 0,30 до 0,70 характерен для Есильского водохозяйственного бассейна, где водные ресурсы обеспечивают существующую численность населения. В осталь-

ных водохозяйственных бассейнах Казахстана  $F_p I < 0,30$ , это указывает на то, что региональные водные ресурсы могут полностью обеспечить относительно невысокую численность населения.

Таблица 4

Оценка емкости водных объектов водохозяйственных бассейнов  
Республики Казахстан

Водохозяйственный бассейн	Показатели емкости водных объектов				
	$F_e I$	$F_p I$	$CCI$	$CHI$	$CW$
Арало-Сырдарьинский	0,059	0,175	1,236	0,290	0,287
Балхаш-Алакольский	0,001	0,179	5,020	0,029	0,162
Ертисский	0,010	0,283	6,010	0,068	0,346
Жайык-Каспийский	0,062	1,349	2,936	0,030	0,352
Есильский	0,003	0,412	6,780	0,030	0,304
Нура-Сарысуский	0,059	0,165	0,515	0,305	0,188
Шу-Таласский	0,084	0,203	0,319	0,324	0,172
Тобол-Тургайский	0,012	0,376	7,572	0,016	0,217
Республика Казахстан	0,036	0,393	3,799	0,137	0,321

Индекс комплексной системы региональных водных ресурсов характеризует нагрузку, которую несет объединенная система общества, экономики, экосистемы и региональных водных ресурсов. Как видим из данных табл. 4, индекс  $CCI < 2,0$  наблюдается в Арало-Сырдарьинском, Нура-Сарысуском и Шу-Таласском водохозяйственных бассейнах. Это указывает на то, что региональные водные ресурсы не несут никакой существенной экономической и социальной нагрузки.  $CCI$  от 2,0 до 4,0 отмечен в Жайык-Каспийском водохозяйственном бассейне, где нагрузки на водные ресурсы относительно велики.  $CCI > 4,0$  характерен для Балхаш-Алакольского, Ертисского, Есильского и Тобол-Тургайского водохозяйственных бассейнов, где совместная экономическая и социальная нагрузка слишком велика для местных водных ресурсов.

Интегральный индекс для общей системы общества, экономики, экологии и региональных водных ресурсов показывает, что чем больше  $CHI$ , тем лучше организована система, т.е. водные ресурсы используются более эффективно. Если  $CHI < 0,25$ , тогда такие регионы, куда относятся Балхаш-Алакольский, Ертисский, Жайык-Каспийский, Есильский и Тобол-Тургайский бассейны не были согласованы с наличием водных ресурсов. Для Арало-Сырдарьинского, Нуры-Сарысуского и Шу-Таласского водохозяйст-

венных бассейнов *CNI* изменяется в диапазоне от 0,25 до 0,35, это показывает, что водные ресурсы не препятствуют росту экономики.

Если комплексный индекс емкости водных объектов  $CW < 0,50$ , то это говорит о том, что регионы имеют обильные водные ресурсы, куда относятся все водохозяйственные бассейны Казахстана.

Таким образом, на основе многокритериальной оценки выявлены основные факторы, которые влияют на водные ресурсы и определены уровни их использования для каждого водохозяйственного бассейна Республики Казахстан в настоящем и будущем. Как показали расчеты, в водохозяйственных бассейнах Казахстана размещение населения и разный уровень экономики не соответствуют пространственно-временному распределению водных ресурсов. Расширение источников воды и сокращение ее расхода является единственным способом увеличения пределов емкости водных объектов и допустимой нагрузки на водные ресурсы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии (обзор). – Алматы, 2004. – 132 с.
2. Заурбек А.К., Мустафаев Ж.С., Заурбекова Ж.А., Мустафаев К.Ж. К количественной оценке устойчивости природных комплексов в бассейнах рек // Наука и образования Южного Казахстана. – 2000. – №11 (18). – С. 60-64.
3. Лю Цзяцзюнь, Дун Сочэн, Мао Цилян. Комплексная оценка емкости водных объектов Китая // География и природные ресурсы. – 2012. – №1. – С. 138-145.
4. Мустафаев Ж.С. Методологические основы экологической оценки ёмкости природных систем. – Тараз: 2014. – 316 с.
5. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Ешмаханов М.К., Мустафаев К.Ж. Математико-географическое моделирование устойчивости природной системы / Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель. – Тараз: 2004. – С. 273-286.
6. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Ешмаханов М.К., Мустафаев К.Ж. Математико-географическое моделирование устойчивости природной системы // Поиск. – 2004. – №4. – С. 126-133.
7. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж. К вопросу моделирования устойчивости природной системы / Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве // Сборник научных трудов КазНИИВХ – Тараз: НЦ «Аква», 2002. – Т. 39. – Вып. 2. – С. 104-110.

8. Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж., Ешмаханов М.К. Проблемы гидро-экологии: количественная оценка состояния и устойчивости ландшафта. – Тараз: 2010. – 135 с.
9. Мустафаев К.Ж. Методологические основы нормирования природопользования и природообустройства // Водное хозяйство Казахстана. – 2012. – № 4-5 (42-43). – С. 33-39.
10. Мустафаев К.Ж., Ешмаханов М.К. Моделирование экологической устойчивости природной системы / Природопользование и проблемы антропосферы // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати. – 2001. – №4 (4). – С. 89-94.

Поступила 31.03.2015

Экон. ғылымд. канд.            Қ.Ж. Мұстафаев  
Техн. ғылымд. докторы      З.К. Маймеков

### **ҚАЗАҚСТАННЫҢ СУШАРУАШЫЛЫҚ АЛАБТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СИЫМДЫЛЫҒЫН КЕШЕНДІ БАҚАЛАУ**

*Қазақстанның сушаруашылық алабтарының экологиялық сиймдылығын есептеуге арналған бегісін таңдау үшін интегральдық сынақтық көрсеткішер таңдалынып алынған және оның негізінде аймақтың табиғи жүйесіне түсетін техникалық қысымның дәрежесі анықталған.*

ӘӨЖ 821.512.122 09.01

Геогр. ғылымд. докторы Қ.Т. Сапаров \*  
А.Е. Егинбаева \*  
Д.М. Кунбасова \*

### ГЕОАҚПАРАТТЫҚ КАРТОГРАФИЯЛАУ ӘДІСІНІҢ ТОПОНИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕГІ РӨЛІ

*КАРТОГРАФИЯЛЫҚ ӘДІС, ТОПОНИМДЕР, ГЕОЖҮЙЕ, АРЕАЛДАР,  
ЛАНДШАФТТАР, КӨНЕ КАРТАЛАР, ГЕОАҚПАРАТТЫҚ  
КАРТОГРАФИЯЛАУ, ТОПОНИМИКАЛЫҚ АТЛАС*

*Бұл мақалада топонимиканың көкейтесті мәселелері қарастырылады. Сонымен қатар геоақпараттық картографиялық әдістердің топонимикалық зерттеулердегі пайдалану мүмкіншіліктері жөнінде сөз болады.*

Ландшафттық-топонимикалық карталарды құрастыру кезінде геоақпараттық картографиялық әдісі кеңінен қолданылады. Нәтижесінде әртүрлі масштабтағы топографиялық, геологиялық, гидрологиялық, геоморфологиялық, топырақ, өсімдіктер, жануарлар дүниесінің карталары, сызбалар, GPS аппаратының көмегімен жүргізілген далалық бақылаулар нәтижелері және тарихи-мұрағаттық, көне картографиялық деректер пайдаланылады. Географиялық карталарда көптеген мәліметтер бар, яғни өткен тарихтан мол ақпараттар алуға және топонимдердің жазылуы, орналасқан жерін анықтауға мүмкіндік туындайды. Топонимиядағы ең күрделі мәселелер: материалдар жинау, оларды өңдеу, этимологиясын нақты анықтау болып табылады. Кез келген топонимикалық зерттеулер жүргізген кезде, географиялық атауларды жинақтау, бұрынғы атауларын қалпына келтіру мәселелері туындайды. Картаның топонимиялық зерттеулерде маңызды рөл атқаратыны ерте заманда да белгілі болған. Мәселен ежелгі қытайлар, римдіктер, гректер құрылыс жолдарын, егістік, арықтар қазу т.б. жұмыстарды жүргізген кезде *топонимиялық әдісті* (оның ішінде картографиялық) пайдаланған. Орта ғасырда өмір сүрген ғұлама ғалым Махмұт Қашғаридің құрастырған картасында (шеңбер тәріздес) көптеген көне топонимдер жөнінде мол мәліметтер берілген. Н.И. Надеждин «Орыс әлемінің тарихи

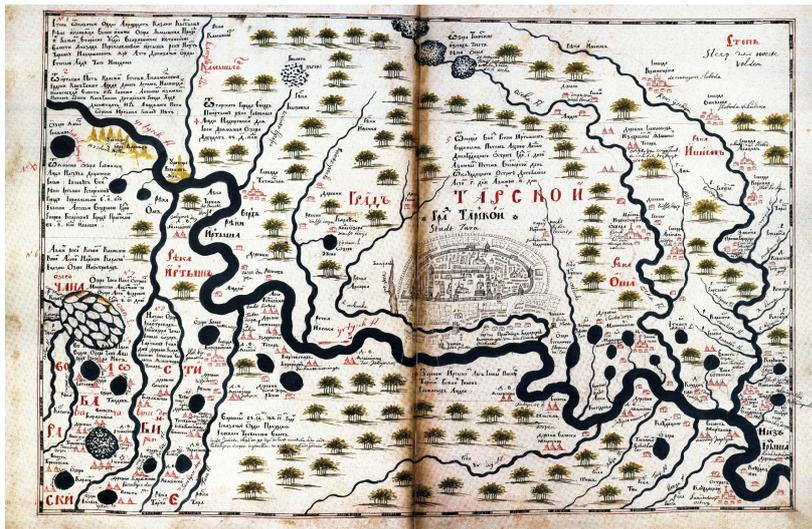
---

\* Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

географиясының тәжірибесі» атты еңбегінде географиялық карталардың топонимиялық зерттеулерде маңызды рөл атқаратынын ондағы нысандарда көптеген ақпарат жүйесі бар екендігін атап көрсетеді. Ол жөнінде оның қанатты сөздерінен байқауға болады. Әрбір жер-су атаулары сол жердің табиғи құжаты болып табылады. «Жер дегеніміз – адамзат баласының тарихи-географиялық атауларда жазылған кітабы» [9]. Топонимдердің уақыттық көне және қазіргі қазақ тілі және кеңістік жергілікті диалектілер мен говорлар айырмашылықтарын бейнелеу мақсатында диахрондық және синхрондық талдаулар жасаудың маңызы зор. Бұл талдауларды көне географиялық карталар мен ғылыми еңбектер негізінде жүргізуге болады [5]. Мысалы: 1627 жылы жарық көрген А. Макшеевтің «Үлкен Сызба Кітабындағы» [6] және швед Густав Ренаттың «Жоңғария картасына» (1716...1733 жж.) [7] талдау жасап, бұл еңбектердегі географиялық атауларды өз заманындағы топонимдермен сәйкестендіру бағытындағы еңбектерін ерекше айтуға болады. Мысалы, А. Макшеевтің пікіріне сәйкес, «Үлкен Сызба Кітабында» берілген *Аснага* және *Кууей* өзендерінің аттары кейіннен Бұлдырты және Қандығайты, ал Сауық өзенінің аты Торғай, Сун гурлук (мүмкін Күңгірлек) өзені Хобда (Қобда), Бозын-Гинчаль-Ильген (Бөзінген салған болуы мүмкін) өзенінің аты Улка-як (Өлкейек) болып өзгерген [6].

Павлодар облысының көне топонимдері С.У. Ремезовтың (1697 ж.) картасында көрініс тапты. Ертістің сол жағалауында С.У. Ремезовтың картасында батысқа қарай «Шабакта (Шабакты) арал», «*Шепелеу жар*», одан әрі «Яр (жар) Аллабердыев», «*Старой Иртыш*», бұл Алға айылы тұсында; одан әрі Қызыл жар т.б. топонимдер. Керегежардан батысқа қарай «*Белые воды*» (Ақсу), «*Острог Калмыцкой*», одан әрі «*Урочище Кабалгансун (мечать пустой)*», одан әрі «*Урочище Долон (жеті) Карагай*», одан әрі «*Озеро Енкуль*» т.б. Бұл тұста С.У. Ремезовтың Ертістің оң жағалауындағы топонимдердің кейбіреуін сол жағалауға шығарып жібергені көрінеді. Дегенмен бұл көне картада Орта Ертіс өңірінің негізгі топонимикалық нұсқасы жақсы сақталған деп айта аламыз (сурет 1) [1].

Алайда, аталған топонимдердің бұрмалану ерекшеліктерін сөз тіркестері арқылы аңғаруға болады. Ф. Усовтың еңбектерінде Ертістің бойында «Коряков Яр» атауы туралы мол мәліметтер бар [14]. Бұл деректер «Коряков Яр» немесе «Кереге жар» деген топонимиялық атаулардың XVII ғасырдың басында кең айналыста болғанын және географиялық нысана – бағдар есебінде жақсы қызмет жасағанын білдіреді.



Сурет 1. С.У. Ремезовтың «Сібірдің Сызба» картографиялық еңбегіндегі Ертіс өзенінің бойында орналасқан географиялық нысандар (1697 ж.) [1].

«Кереку жардан батысқа қарай» «Урочище 9-ти бугров», одан әрі «Бакланная заострова, Рыбная», одан әрі «Качир» (Кашыр), 8-яров урочище рыжых жеребцов (Осморыжьск), солтүстікке қарай «Ирлытют Яр» (Үрлітүп), «Сайгачий Яр» (Сайғақ жары) болып жалғасып кете берді. Кереге жардан шығысқа қарай «Верблюжий Яр», «Толокнянные горы», одан әрі «Жәмші» (Ямыш) көлі және т.б. орографиялық және гидрографиялық нысандар бейнеленген деуге болады [1]. Бұл нысандардың барлығы өткен тарихтан мол геоэкологиялық ақпараттар береді. Сондықтан топонимиялық ерекшеліктерді анықтаған уақытта географиялық карталар жиі қолданылады. Өйткені карталарда сандық және сапалы сипаттамалар беріліп, зерттеуге мүмкіндік туындайды [12].

Ішкі Азияны зерттеушілердің ішінде топонимика мәселелеріне айрықша көңіл бөлген тұңғыш ғалым, әрі ағартушы шығыс халықтарының география саласында айтарлықтай жемісті ғылыми зерттеулер жүргізген Ш. Уәлиханов. Географиялық саяхаттар нәтижесінде жинаған жер-су атаулары, мәліметтері кейінгі ұрпақ үшін баға жетпес мұра болып табылады [4].

Ареалдық (лат. *Area* – алаң, кеңістік) лингвистиканың негізін ХХ ғасырдың бас кезінде Италияда пайда болған неолингвистер мектебі (Дж. Бонфанте, Дж. Бартони, Дж. Бартоли т.б.) қалағаны белгілі. Алайда, ХІХ ғасырдың екінші жартысында диалектілердің таралу аймағын көрсету үшін бұл әдісті Й. Шмидт, Г. Венкер, Ф. Вредэ сияқты ғалымдар кеңінен пайдаланған еді [3].

Кейбір деректер бойынша тілдердің араласуы, тілдік одақтар және конвергенция құбылысы туралы А. Шлейхер, Г. Паул, И.А. Бодуэн де Куртенэ, Г. Шухардт, Н.С. Трубецкойлар да өз ойларын неолингвистерге дейін айтып үлгерген көрінеді. Соған қарамастан ареалдық тіл білімінің негізгі терминдері мен принциптерін қалыптастырған неолингвистер деп танылып жүр [15].

Бір тілдің немесе тілдер тобының өзара байланысын, қарым-қатынасын зерттеуде ареалдық әдіс салыстырмалы және типологиялық әдістермен тең дәрежеде тұрады. Өкінішке орай, ареалдық тіл білімі компаративистикалық және типологиялық тіл білімдерінің көлеңкесінде қалып келеді. XIX ғасырда өмір сүрген Ф. Бопп, Р. Раск сияқты тіл білімінің алыптары, олардың шәкірттері тілдердің туыстығын дәлелдеу үшін тарихи-салыстырмалы әдісті дәріптеп әкетті де, ареалдық әдіс назардан тыс қала берді. Осы кемшілік тіл білімінде күні бүгінге дейін сезілуде.

Ареалдық тіл білімі конвергенция процесімен (туыс не туыс емес тілдердің бір-біріне әсер етіп, жақындасуы), аралас тілдер мәселесімен, тілдер одағымен, қос тілділікпен, диалектілердің таралу аймағымен тығыз бірлікте болады. Өйткені ғасырдың басында Ж. Жильерон мен Э. Эдмонның «*Францияның лингвистикалық атласы*» (1910 ж.) жарық көргеннен кейін, тіл білімінде географиялық әдісті пайдалану өрістеді. Артынша Италия, Румыния, Испания, Швейцарияның диалектологиялық атластары бірінен кейін бірі басылып шықты [2].

Сонымен бірге ареалдық зерттеу әдісін (ол картографиялық, изоглостық, лингвистикалық география әдістері деп те аталады) лексикологияның ономастика саласына қолдануға болатыны анықталды. Топонимикалық ізденістерге картографиялық деректерді пайдалану әдісін алғаш сәтті қолданғандардың бірі – Ф. Энгельс. Ол өзінің «*Франкский диалект*» атты еңбегінде топонимдерге жасаған тілдік талдауларын бекіту үшін 1:200 000 масштабтық топографиялық картаны пайдаланып отырған [16].

Картографиялық әдістердің жиі қолданылуы, географиялық тұрғыдағы топонимиканың біршама дамуына және топонимиялық атластар жөнінде алғашқы мәліметтер Швецияда (*Швецияның топонимиялық атласы, 1942 ж.*), кейінірек Венецияның (*Тридентина*) топонимиялық атласы (*atlante, 1953 ж.*) жарыққа шықты [10].

1966 жылы Лондон қаласында өткен IX Халықаралық ономастикалық конгресте дүние жүзінің гидрономиялық атласын құрастыру жөнінде мәселелер қозғалды. Сонымен қатар «*Чехияның*

*топонимиялық атласы»,* әр түрлі масштабтағы басқа да атластар құрастырылды.

Кеңестік Ресейде картографиялық әдісті алғаш ғылыми тұрғыда қалыптастырған К.А. Салищев оның өркендеуіне айтарлықтай үлес қосты [11]. Содан кейін В.А. Никонovтың «Орыс жұрнақтарының географиясы» (1959 ж.), А.С. Стрижактың «Украинадағы ономастика» сияқты еңбектерінде топонимдердің, топоформанттардың таралу аймағын көрсету мақсатында, картографиялық әдіс молынан қолданыс тапқан [3].

Географиялық атауларды зерттеуге картографиялық әдістің дендеп енуі қалай болса солай жүрмей, бірізді болу үшін, Е.М. Поспелов 1971 жылы «Топонимика және картография» атты еңбегін жазды. Мұнда жер-су аттарын зерттеуде *картографиялық әдістің* алатын орнын көрсетіп, оның топонимикамен ажырамас бірлікте болатынын дәлелдеп берді [11].

Топонимикада бұл әдісті пайдалану тиімді екені уақыт өткен сайын айқын көріне бастады. Топонимдердің, оның ішінде гидронимдер, оронимдер т.б., таралу аймағын айқындауда, жер бетінің бедерін атауға қарап ажыратуға, әр түрлі географиялық терминдердің, форманттардың шым-шытырық іздерін табуда картаға түсіру, картамен жұмыс істеу өзін-өзі ақтады. Ономастиканың, антропоним, космоним сияқты басқа салаларына да изоголостық зерттеу әдістері кеңінен қолданыла бастады.

Топонимика қазіргі кезде дербес ғылым саласы ретінде қалыптасып қалғанымен, ол әуел бастан тіл білімі, тарих және география ғылымдарына тәуелді болып келеді. Жер-су аттары осы аталған нысаны бола алады. Ареалдық әдіс топонимиканы географиямен тығыз қарым-қатынасқа түсіріп, атау мен нақты түрде бірге қарауға мүмкіндік берді.

Географиялық атауларды алғаш зерттеушілердің көбі тарихшы мен географ-ғалымдар болғандықтан, карта жасау жұмыстарымен байланысты болса керек. Алдымен картаға топонимдерді түсіріліп, одан соң оның аты жазылатыны аталған ғалымдардың назарын жер-су аттарына аударуға мәжбүр етті. Мәселен, түркі топонимикасына елеулі еңбек сіңірген ғалымдар Э.М. Мурзаев, Е.М. Поспелов, Ғ. Қоңқашбаевтар, негізінен, география саласының мамандары еді [2].

Топонимика сияқты «картография да дербес техникалық ғылым саласы бола тұрып, география, геодезия және топография сияқты үш ғылымның тоғысқан тұсында қалыптасқан» [11]. Топонимика географиялық атауларды дұрыс жазудың қыр-сырын ғылыми тұрғыдан дәлелдеп, картографияға өз көмегін көрсетеді, картография, өз кезегінде,

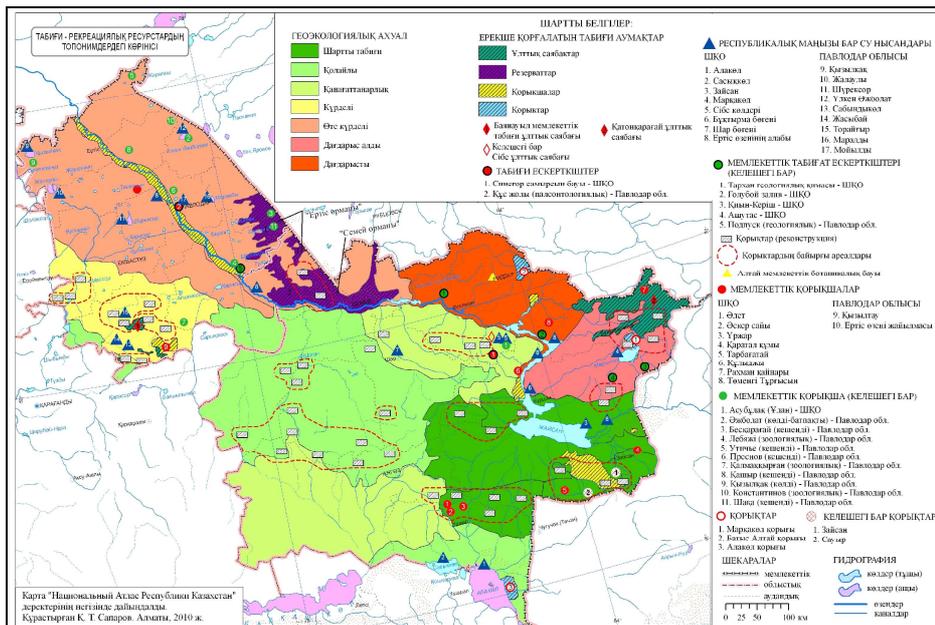
топонимиканы картографиялық зерттеу әдісімен қамтамасыз етіп жатады. Бұл әдістің ең басты және алғашқы қызметі жер-су аттарын зерттеуде атауларды жинаудың, тарихи деректерді табудың қайнар көзі ретінде дайын карталарды пайдалану болып табылады. Мысалы, ерте қағазға түскен солтүстік қытай жазбаларына, карталарына сүйеніп, қырғыздардың б.э.б. II ғасырда Енисей өзенінің басында көшіп-қонып жүрген, соған байланысты өзен атауы қырғыз тілінде *Енесай* «ана өзен» мағынасын беретіні анықталған [8].

Аталған әдістің тағы бір қызметіне топонимиканың арнайы бір саласына, жеке тақырыптарға (номендерге, сөзжасам жүйесіне, фонетикалық ерекшеліктерге т.б.) арналған топонимикалық карталар жасау жатады. Біздің пікірімізше, дайын картадан атауларды теріп алғаннан, осы екінші белгісі әлдеқайда маңызды. Е.М. Поспелов мұндай карта, атластар «әдіс» бойынша картографияға, «мазмұны» бойынша топонимикаға жататынын айтады [10].

Екеуінің арасындағы тығыз байланыс тиісінше ғылымның екі бағытын қалыптастырды. Оның бірі – «*картографиялық топонимика*» деп аталса, екіншісі – «*топонимикалық картография*» деп аталады. Біріншісі картографияға қызмет ететін топонимиканың бір бөлімі деп танылады. Атап айтқанда, далалық топографиялық жұмыстар кезінде атаудың дұрыс түсірілуін, атаудың алғашқы тұлғасы мен оны берген тілдің анықталуын, атаудың бір тілден екінші тілге аударылуын, жер-су аттарының орфографиясын, карта мен атластардың топонимикалық мазмұнын бағалау т.б. мәселелерді қарайды. Осының бәрі картографиялық міндеттер аясына кіргенімен, топонимиканың көмегінсіз жүзеге аспайды. Екеуінің біреуіне басымдылық беру – мәселені біржақты шешуге әкеліп соғады. Біздің қарайтын жұмысымыз – топонимиканың көмегіне сүйеніп, картографиямен айналысу емес, керсінше, картографиялық әдіске сүйеніп, топонимикалық зерттеулер жүргізу. Карта мен атластарды мемлекеттік картографиялық мекемелер шығарып, топономист-мамандармен бірлесіп жұмыс істейтіндіктен, екі арада кейде алшақтық, сәйкессіздіктер болып жатады. Оны алысқа бармай-ақ Қазақстанның кез-келген картасына қарап байқауға болады. Мәселен, 2003 жылы Астана қаласынан шыққан 1:2000 000 масштабты Қазақстан Республикасының картасында *Дагандели* (Дағандалы), *Сарышыған* (Сарышаған), *Житикара* (Жетіқара), *Эмба* (Ембі) сияқты көзге түсетін қате жазулар кездеседі. Сөйте тұра Зайсан гидронимін ауызекі тілдегі нұсқасымен *Жайсаң* деп береді [2].

Ал топонимикалық картография бойынша арнайы жазылған әдебиеттер, зерттеу жұмыстары аз кездеседі. Қазақстан топонимиясында К.Д. Каймулдинова, Қ.Т. Сапаровтың докторлық еңбектерінде, А.С. Омарбекова, Ә.Е. Аяпбергенова, А.О. Мақанованың кандидаттық жұмыстарында ішінара картографиялық әдіс қолданылған деуге болады. Оның үстіне аталмыш диссертациялар географиялық тұрғыдан қарастырылған [2].

Қ.Т. Сапаров Қазақстанның шығыс, солтүстік-шығыс топонимдерін зерттеу барысында аумақтың табиғат жағдайларын бейнелейтін топонимдердің физикалық географиялық, ландшафттық, геоэкологиялық астарларын зерттеп, арнайы топонимиялық карталар топтамасын (9 карта) құрастырды (сурет 2).



Сурет 2. Табиғи-рекреациялық ресурстардың топонимдердегі көрінісі (құрастырған Қ.Т. Сапаров).

Сонымен қатар оның зерттеулерінде топонимдер жүйесі мен халықтық географиялық терминдердің саны анықталынып, белгілі бір жүйе бойынша (оронимдер, гидронимдер және жайылымдық т.б. терминдер) топтастырылды [13]. Қазақ топонимдік бірліктерінде қоршаған ортаның физикалық-географиялық қасиетін анықтайтын ландшафт ерекшелігіне, шаруашылығына, экологияға қатысты топонимдердің астарлары әрбір облыс бойынша зерттелуі қажет деп білеміз.

Қазіргі кезде Қазақстанның топонимдер жүйесі әрбір облыстар бойынша толық зерттеліп болды деуге болмайды. Ендігі кезекте жиналған атаулар қорын талдап, «Қазақстанның топонимикалық атласын» құрастыру. Екіншіден, нәтижеге жету үшін міндетті түрде геоақпараттық картографиялау әдісіне сүйенуге тура келеді. Сондықтан топонимикалық зерттеулердің қай аспектісін алсақ та (тарихи-этнографиялық, лингвистикалық, географиялық т.б.), топонимдерді жүйелеп топтастырып әртүрлі тақырыпта туындауына геоақпараттық жүйенің алатын орны ерекше. Әр түрлі масштабта құрастырылатын топонимикалық карталар өз кезегінде көп ізденісті және ғылыми зерттеулерді (далалық, мұрағаттық, картографиялық т.б.) қажет етеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Артықбаев Ж.О., Ерманов А.Ж., Дауенов Е.Н. Орта Ертіс өңірінің топонимиялық мәселелері. - Павлодар: Алтын кітап, 2006. – 151 б.
2. Бияров Б.Н. Жер-су аттарының сөзжасамдық үлгілері: монография. – Алматы: Мемлекеттік тілді дамыту институты, 2012. – 460 б.
3. Бондалетов В.Д. Русская ономастика. – М.: Просвещение, 1983. – 224 с.
4. Валиханов Ч.Ч. Собрание сочинений: в 5 т. – Алма-Ата: Главная редакция казахской советской энциклопедии, 1984. – Т. 4. – 460 с.
5. Каймулдинова К.Д. Қазақ топонимдерінің этноэкологиялық негіздері. Оқу құралы. Алматы: Ғылым, 2001. – 92 б.
6. Макшеев А. Географические сведения Книги Большого Чертежа о Киргизских степях и Туркестанском крае // Записки ИРГО по отд. Этнографии. – Т. 6., отдел II. – СПб.: 1880. – С. 1-41.
7. Макшеев А. Карта Джунгарии, составленная Ренатом в 1716 – 1733 гг. // Записки РГО по отдел. общей географии. Том XI, 1888. – С. 105-145.
8. Малявкин А.Г. Историческая география Центральной Азии (материалы и исследование). – Новосибирск: Наука, 1981. – 336 с.
9. Надеждин Н. Опыт исторической географии русского мира. «Библиотека для чтения». – Т. XXII. – СПб.: 1837.
10. Поспелов Е.М. Топонимика и картография. – М.: Мысль, 1971. – 255 с.
11. Салищев К.А. Основы картоведения. Часть историческая и картографические материалы. – М.: 1948. – 296 с.
12. Сапаров Қ.Т. Ертіс алабындағы кейбір жер-су аттарының қалыптасу жолдары // Материалы научно-практической конференции «Жандаевские чтения». – Алма-Ата, 2001. – С. 158-160.

13. Сапаров Қ.Т. Қазақстан топонимдерінің қалыптасуы мен дамуының географиялық негіздері (Шығыс, солтүстік-шығыс өңірлері мысалында). Автореф. .... географ. ғыл.докт. – Алматы, 2010. – 32 б.
14. Усов Ф. Статистическое описание Сибирского казачьего войска. – СПб.: 1879. – 46 с.
15. Шарадзенидзе Т.С. Изучение конвергенции языков и языковые союзы // Генетические, ареальные и типологические связи языков Азии. – М: Наука, 1983. – С. 69-79.
16. Энгельс Ф. Франкский диалект. – М.: 1935. – 237 с.

Поступила 20.02.2015

Доктор геогр. наук

К.Т. Сапаров  
А.Е. Егинбаева  
Д.М. Кунбасова

### **РОЛЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА В ТОПОНИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

*В данной статье рассматриваются актуальные проблемы топонимики. Раскрыты возможности использования геоинформационно-картографических методов в топонимических исследованиях.*

УДК 551.501.1

Канд. геогр. наук Алексей В. Чередниченко\*

**О ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ БЕНЧМАРКИНГА В  
ЭНЕРГЕТИКЕ***ЭМИССИИ ПГ, ПОТЕНЦИАЛ СОКРАЩЕНИЯ, ТИП ТОПЛИВА,  
УГЛЕРОДНЫЙ РЫНОК, ТИП ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ*

*Оценены возможности энергетической отрасли, как основного источника выбросов парниковых газов применять бенчмаркинг, наиболее перспективный метод распределения квот на выбросы ПГ, к тому же стимулирующий их снижение. Показано, что энергетика Республики в состоянии перейти на такой метод квотирования и издержки будут минимальными. Ограничивающим фактором дальнейшего развития отрасли может стать исчерпание резерва квот.*

Вопрос изменения практики эксплуатации энергетического комплекса страны давно вышел из определения «эксплуатация». Анализируя данную отрасль, как часть экономики страны, более подходящим определением состояния энергетики было бы, наверное, слово «выживание».

Основу энергетики Казахстана составляют тепловые электростанции, использующие в качестве топлива – уголь (табл. 1).

Самым главным вызовом для энергетики страны является тот факт, что практически все эти мощности были введены в эксплуатацию в 50...70-е годы прошлого века, и, как результат, имеют огромный износ из-за длительной эксплуатации. Соответственно, если сегодня не найти или не создать условия для инвестиционной привлекательности данного сектора экономики, то уже через 5...10 лет Казахстан столкнется с проблемой реабилитации энергетики и все принципы и планы по развитию экономики могут быть пересмотрены из-за отсутствия энергии для развития [2]. В то же самое время основные энергетические мощности были приватизированы и государство не может безвозмездно инвестировать в частные энергетические объекты. С другой стороны, энергетики, понимая, что без них экономике тоже будет не просто, пытаются манипулировать ситуацией. Требуется эффективные рычаги воздействия или механизм, направлен-

---

\* Казахстанская программа ЮСАИД по сдерживанию изменения климата КССМР, г. Астана

ный не на ущемление интересов энергетиков, а на стимулирование, применение более эффективных технологий, снижение потерь в сетях энергоэффективности и энергосбережение конечных потребителей [1].

Таблица 1  
Структура установленной мощности тепловых электростанций Казахстана на 1 января 2011 года

Область	Установленная мощность (МВт)	В том числе				
		Энергоблоки	Прочие КЭС	ТЭЦ	Всего паротурбинных ТЭС	ГТЭС
Акмолинская	562,0			562,0	562,0	
Актюбинская	380,8		37,0	102,0	139	241,8
Алматинская	852,0		62,0	790,0	852	
Атырауская	959,7			308,0	308	651,7
Восточно-Казахстанская	368,5			368,5	368,5	
Жамбылская	1290,0	1230,0		60,0	1290	
Западно-Казахстанская	203,4			30,0	30	173,4
Карагандинская	2220,0		405,0	1761,0	2166	54,0
Кызылординская	113,0			67,0	67	46,0
Костанайская	283,0		97,0	186,0	283	
Мангистауская	1342,0	625,0	100,0	617,0	1342	
Павлодарская	8012,0	7100,0		912,0	8012	
Северо-Казахстанская	380,0			380,0	380	
Южно-Казахстанская	207,0			207,0	207	
<b>Всего Казахстан</b>	<b>17173,4</b>	<b>8955,0</b>	<b>701,0</b>	<b>6350,5</b>	<b>16006,5</b>	<b>1166,9</b>

Углеродный рынок страны создал прецедент и заставил по-новому взглянуть на реальность организации работы в новых условиях.

Согласно национальному плану распределения квот (НПР) на 2013 год предприятиям энергетики было выделено около 60 % всех квот углеродного рынка Казахстана (рис. 1), в которые входило 60 энергетических компаний, из которых:

- 35 ТЭЦ, совместное производство тепла и электроэнергии;
- 4 ГРЭС, производящие только электричество;
- 3 ГТЭС, производящие только электричество;
- 23 котельные, производящие только тепло.

При этом согласно рис. 2. видно, что основные эмиссии в энергетическом комплексе Казахстана связаны со сжиганием угля и на их долю приходится порядка 87 % всех выбросов CO<sub>2</sub> отрасли.

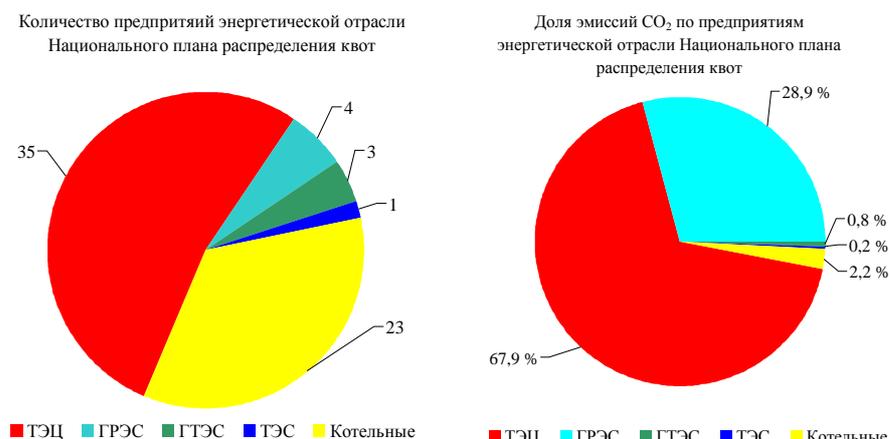


Рис. 1. Распределение квот в энергетической отрасли РК по типам производства энергии на 2013 год.



Рис. 2. Доля угольных и других станций и выбросы CO<sub>2</sub> в 2013 году

В 2013 год стартовал внутренний углеродный рынок, была объявлена пилотная фаза системы торговли выбросами (СТВ) в Казахстане. Этот год показал, что практически все предприятия энергетической отрасли обратились в Министерство ОСВР за дополнительной квотой, т.к. выделенного объема было не достаточно для нормального функционирования отрасли. Энергетиками была запрошена дополнительная квота в объеме более 6 млн. т.

Исторический подход и установление ограничений на выбросы парниковых газов (ПГ) в энергетике, активность которой зависит также от климатических характеристик, показала необходимость пересмотра выделения ограниченной квоты на период НПП и поиск альтернативных решений. Наиболее приемлемым мог бы стать переход к распределению квот по принципу бенчмаркинга, т.е. утвержденного удельного коэффициента на единицу продукции [3]. Обычно за образец принимают «лучшую» продукцию или процесс, используемые прямыми конкурентами и фирмами, работающими в других подобных областях. Результаты работы конкретной фирмы сравниваются с этими результатами и служат стимулом для выявления возможных способов совершенствования её собственных продуктов и методов работы [4]. Данный подход не ограничивает компании от производства дополнительной продукции (тепла, энергии, продукции) в зависимости от спроса, но стимулирует их стремиться к более эффективному производству.

Расчет возможного, рекомендуемого, для целей Казахстанского энергетического комплекса удельного коэффициента базировался на следующих принципах и оценках:

1. сбор и анализ первичной информации от предприятий Казахстана, входящих в Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов для системы бенчмаркинга;
2. анализ текущих параметров отчетности по парниковым газам (расход топлива, коэффициенты эмиссии парниковых газов, низшая теплота сгорания, коэффициент окисления);
3. анализ показателей производства продукции;
4. определение удельных выбросов парниковых газов на единицу продукции;
5. определение бенчмарков;
6. определение качества топлива, в том числе НДТ (наилучшая доступная технология);
7. приведение всех единиц к единому стандарту (например, м<sup>3</sup> природного газа или тонн угля в тонны условного топлива);
8. производство продукции (тепло/электроэнергия, тонн продукции);
9. тип станций или промышленного производства;
10. характеристика оборудования.

Анализ полученных данных оказался достаточно оптимистичным, и показал, что не все так уж печально в энергетической отрасли страны (рис. 3).

На рис. 3 и 4 видно, что в отрасли есть как передовые или эффективные предприятия, так и те, которые, пользуясь своими угольными разрезами и низкой себестоимостью топлива, выбрасывают на 50...70 % больше  $\text{CO}_2$  на единицу продукции (от 0,5 до 1,37  $\text{кгCO}_2/\text{кВтч}$ ).

При этом при производстве тепловой энергии практически все предприятия отрасли находятся на одном уровне с удельным показателем равным 0,5...0,6  $\text{кгCO}_2/\text{Гкал}$  при этом вид топлива не вносит большого отклонения от среднего национального (рис. 5).

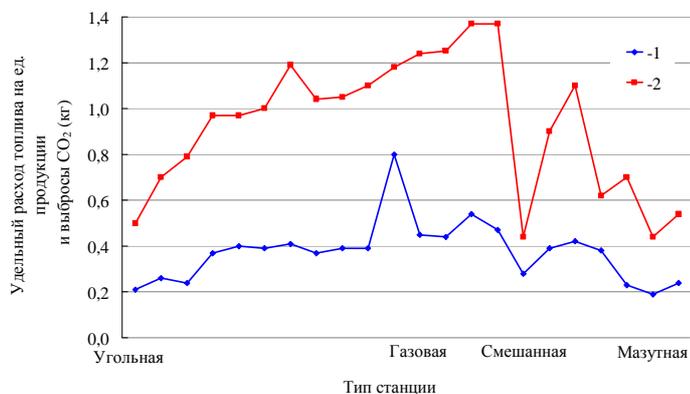


Рис. 3. Удельные показатели расхода топлива и эмиссии  $\text{CO}_2$  на единицу продукции (электроэнергия) в 2013 году. 1 – средний расход топлива на ед. продукции,  $\text{кг у.т.}/\text{Гкал}$ ; 2 – удельный показатель эмиссии,  $\text{кг}\cdot\text{CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч}$ .

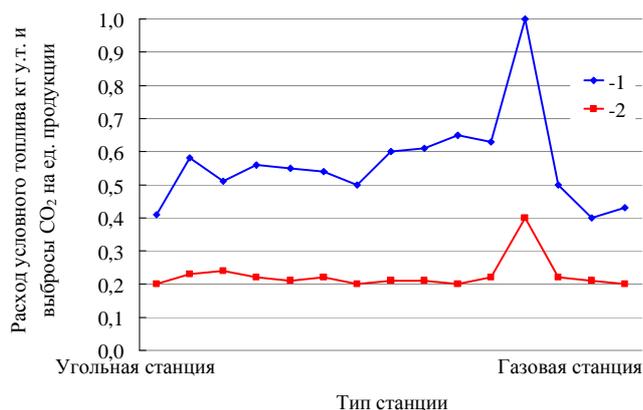


Рис. 4. Удельные показатели расхода топлива и эмиссии  $\text{CO}_2$  на единицу продукции (теплоэнергия) в 2013 году. Условные обозначения см. рис. 3.

Какой оптимальный коэффициент рекомендовать предприятиям для расчета их квот на 2016...2020 гг.? Как показывает международная практика (примеры ЕС и Калифорнии) применение среднего удельного

значения электроэнергии и тепла, и создание искусственного дефицита квот в объеме равном 10...20 % стимулирует цену на углеродные единицы на рынке. Однако, среднее удельное значение не может отразить долю эффективных и неэффективных предприятий в общем балансе квоты для данного сектора, поэтому экспертами проекта КССМР и компании Карбон Лимитс было рекомендовано разделить общую квоту всех предприятий энергетики пополам и вывести коэффициент бенчмаркинга, соответствующий среднему удельному для 50 % квоты минус 5 %. На рис. 6...8 представлены различные сценарии принятия рекомендуемых бенчмаркингов для разных режимов работы энергетических предприятий.

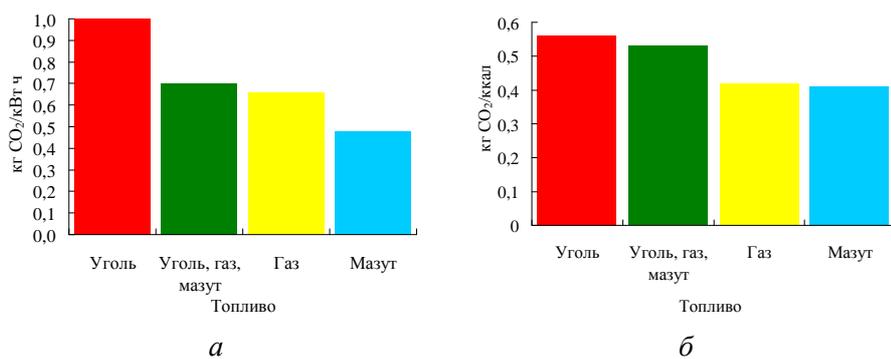


Рис. 5. Удельные показатели эмиссий CO<sub>2</sub> по видам топлива.  
а – электроэнергия, б – теплоэнергия

В результате проведенного анализа и расчетов, были предложены возможные бенчмарки для энергетики РК. Единственной проблемой встал вопрос, какой коэффициент с экономической точки зрения наиболее выгоден и будет стимулировать, с одной стороны развитие данного сектора экономики, а с другой – формировать достаточно конкурентную на внутреннем рынке страны цену углеродной квоты [5]. Рассмотрим позитивные и негативные последствия принятия того, или иного решения или коэффициента (табл. 2).

Как видно из данных табл. 2, исходными стали результаты проведенного анализа, выполненного по данным, представленным тепловыми и электрическими станциями Казахстана, включенными в НПР, а также котельными и станциями, которые представили свои данные для сравнения и участия в дискуссии, в общем количестве более 100 объектов. Если рассматривать общую, выделенную квоту CO<sub>2</sub> регулируемым энергетическим предприятиям Казахстана, становится понятным, что на их долю приходится до 50...60 % всех углеродных квот, присутствующих на рынке страны. Следующей проблемой становится вопрос, какой подход использовать, чтоб не «обидеть»

одних и создать «благоприятные» условия для других. Рассмотрим каждый из возможных вариантов и последствий отдельно.

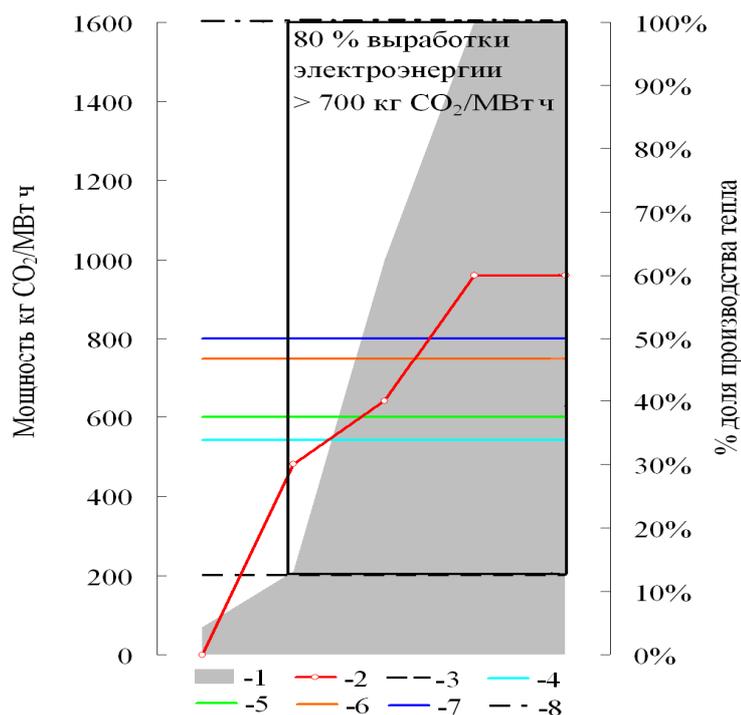


Рис. 6. Рекомендуемые бенчмаркинги для производства электричества в Казахстане. 1 – средневзвешенная величина эффективности производства электроэнергии 30 %; 2 – фактор выбросов тепла, кг CO<sub>2</sub>/МВт ч; 3 – минимальные выбросы; 4 – топ EF 10 %, кг CO<sub>2</sub>/МВт ч; 5 – 80 % средневзвешенной величины EF, кг CO<sub>2</sub>/МВт ч; 6 – средневзвешенная величина EF, кг CO<sub>2</sub>/МВт ч; 7 – средний EF, кг CO<sub>2</sub>/МВт ч; 8 – максимальные выбросы.

Распределение бесплатных квот по правилам и требованиям ЕС, происходит, базируясь на коэффициенте бенчмаркинга, для 10 % наилучших имеющихся технологий, присутствующих или применяемых в отрасли. Если идти по этому пути, то коэффициент, который мог бы быть использован или рекомендован к использованию должен быть около 708 гCO<sub>2</sub>/кВтч и соответственно только 6741308 квот будут выданы бесплатно, однако дефицит квот для оставшихся 90 % составит 60671768 т CO<sub>2</sub> (рис. 9). Данный подход приведет к тому, что некоторым предприятиям энергетического комплекса страны придется докупать до 5 млн. квот для выполнения своих обязательств, которые даже по средней цене в 300 тенге за квоту составит 1,5 млрд. тенге или 8 млн. \$ США.

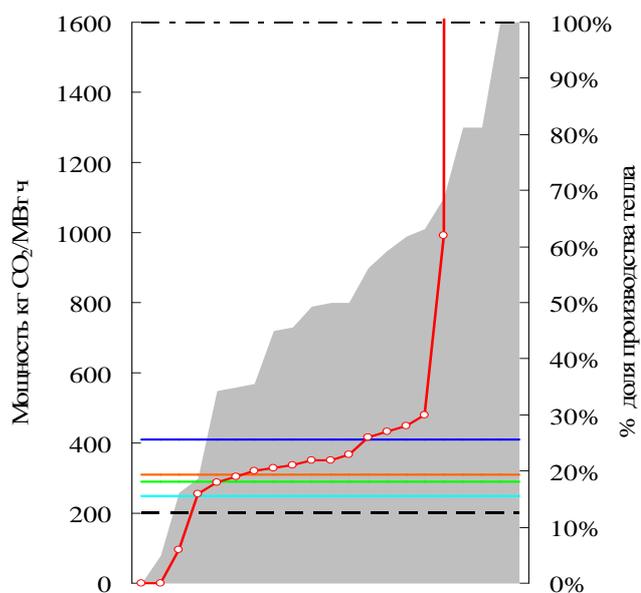


Рис. 7. Рекомендуемые бенчмаркинги для производства тепла в Казахстане. Условные обозначения см. рис. 6.

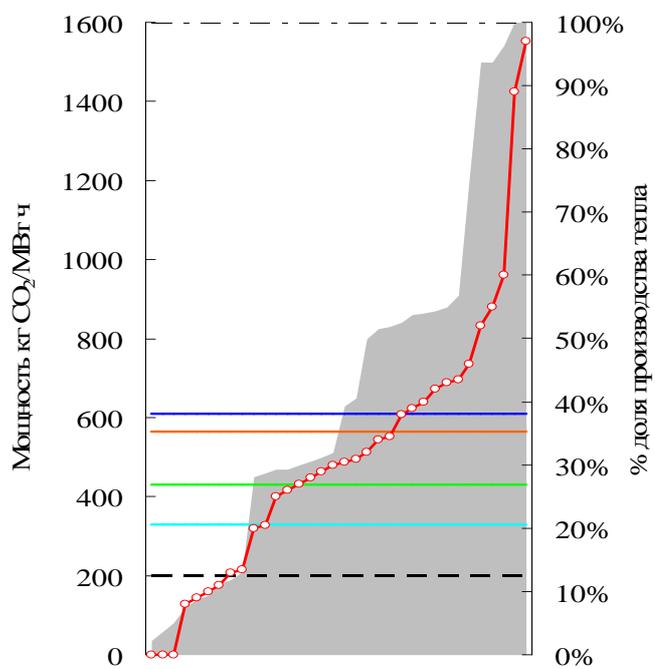


Рис. 8. Рекомендуемые бенчмаркинги для совместного производства тепла и электроэнергии в Казахстане. Условные обозначения см. рис. 6.

Возможные уровни бенчмарков при различных подходах к распределению квот в энергетике РК

<b>Удельные показатели для производства электроэнергии (кг CO<sub>2</sub>/кВт ч)</b>						
минимальный	средний	максимальный	Казахстан 50 % - 50 % (на основе выбросов CO <sub>2</sub> )	Казахстан 80 % лучших	Казахстан 10 % лучших	Показатель ЕС
0,116	0,800	1,49	0,910	1,063	0,708	0,640
<b>Удельные показатели для производства тепла (кг CO<sub>2</sub>/Гкал)</b>						
0,133	0,557	0,977	0,510	0,591	0,420	0,261

Оценивая данные затраты и возможное распределение квот в будущем, надо применять гибкий и взвешенный подход, так как данные издержки будут не по силам энергетическому комплексу страны, которому надо будет выкупить оставшиеся недостающие квоты на общую сумму 18,2 млрд тенге. Исходя из того, что сегодня энергетический комплекс страны производит 92 млрд. кВтч в год, повышение цены, при условии, что производители энергии переложат все затраты на покупателей, составит всего 20 тыин, т.е. если сегодня цена 1 кВт составляет 10 тенге, то конечная цена будет 10,2 тенге. Однако, данная цена за квоту может быть только при условии, что на рынке будут присутствовать квоты резерва, в противном случае недостающий объем просто неоткуда будет взять. При таком подходе цена за одну тонну CO<sub>2</sub> может приблизиться к цене квоты резерва или стоимости штрафа, равного 50 \$ США. Данный подход в период становления рынка, наверное, наиболее тяжелый и несправедливый с точки зрения климатических рисков энергетического сектора, работающего в режимах, зависящих от суровости зимних и летних периодов. Кроме того, уровня 10 % наилучших энергетических технологий смогут достичь только станции, работающие на газе, доля которых в общем балансе выработки энергии, как ни странно тоже составляет около 10 %. А что делать остальным мощностям? Даже некоторые газовые станции не смогут выполнить или соответствовать требуемым параметрам эффективности и углеродоемкости. Можно создать прецедент напряженности в обществе, т.к. любое выполнение каких-то мероприятий в энергетике в конечном итоге будет переложено

на плечи граждан в виде повышения тарифов, что не может быть положительно воспринято и последствия никто не сможет спрогнозировать.

Рассмотрим распределение квот, исходя из подхода 80 % наилучших. Как видно (табл. 2), даже 80 % подход и использование коэффициента бенчмаркинга в пределах 1 кг CO<sub>2</sub>/кВт·ч не существенно отличается от максимального, наихудшего показателя страны. Использование данного подхода приведет к тому, что 53 930 461 т CO<sub>2</sub> будут распределены бесплатно, но дефицит составит 13 482 615 т CO<sub>2</sub>, который можно будет возместить за счет компаний, имеющих излишек. Но при таком подходе, лишних квот на рынке будет в 4 раза больше, чем их дефицит. Данная ситуация приведет к тому, что участники рынка свободно смогут организовывать торговлю между собой по символической цене, тем более, что многие входят в состав крупных холдингов или фондов (например, Самрук Энерго), у которых будут объекты, как с дефицитом, так и с излишком квот. Создать рыночную цену квот будет достаточно сложно. Что же касается резерва квот, который представляет собой государственный фонд, то обращение к нему при таком раскладе можно считать бесперспективным, т.к. на рынке будет большой излишек квот, а новые объекты, согласно законодательству, и так получают свою часть и объем бесплатно. Другими словами, государство в этой ситуации будет просто сторонним наблюдателем и контролирующим органом с точки зрения законности проведения сделок и формирования цены, т.е. вне системы.

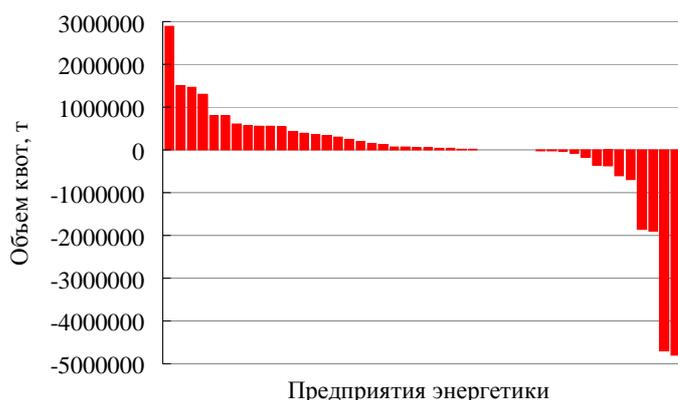


Рис. 9. Распределение квот на выбросы ПГ по принципу бенчмаркинга в энергетике РК – тепло и электроэнергия (2013 г.) подход 10 % наилучших (коэффициент 705 г CO<sub>2</sub>/кВтч) на 90 % остальные.

Рассмотрим ситуацию, когда все предприятия (не только энергетики) имеют одинаковый подход к платным и бесплатным квотам. Доступ-

ность квот должна быть одинаковой для всех секторов экономики страны, чтобы не создавать прецедент ущемления разных секторов.

Что касается энергетического сектора, то согласно табл. 2 коэффициент бенчмаркинга при использовании коэффициента для 50 % лучших технологий распределение отличается от 80 % всего на 100 г CO<sub>2</sub>/кВт·ч или на 80 г CO<sub>2</sub>/Гкал. При этом на рынке создаются условия, когда даже те, которые находятся в дефицитной области могут построить свою инвестиционную или энергоэффективную политику так, чтобы войти в предложенный коэффициент (рис. 10).

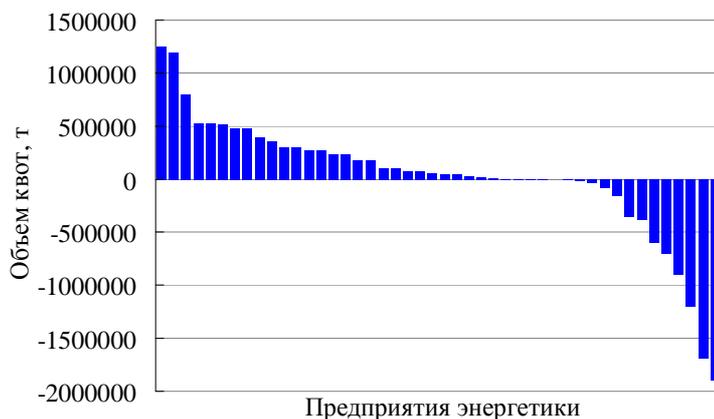


Рис. 10. Распределение квот на выбросы ПГ по принципу бенчмаркинга в энергетике РК – электроэнергия (2013 г) подход 50 на 50 %.

Конечно, в такой ситуации многое будет зависеть от периода действия НПРЗ, т.е. если период НПРЗ будет длиться 5...6 лет и законодательно будет закреплена возможность переноса части квот внутри периода, как на последующие годы, так и для возмещения недостающих квот отчетного года, квотами следующего года, то это создаст благоприятную инвестиционную и экономическую привлекательность для внедрения мероприятий по ЭЭ и достижения установленных бенчмарков. Рынок будет находиться в равновесном состоянии, что не очень хорошо с экономической точки зрения, но будет создавать взвешенную цену углеродных квот, особенно в последние годы НПР в 2019...2020 гг., когда надо будет закрывать все невыполненные обязательства.

Есть еще один подход это 50 на 50, но те, кто ниже средней линии имеют не 50 %, а только 45 % квот от общего объема бесплатно. Тогда создаются условия для развития конкуренции и формирования с одной стороны рыночной цены углеродной квоты, т.к. все знают, что 5 % отсутствуют на

рынке, с другой опять же выполнить какие-то мероприятия по ЭЭ или ЭС и компенсировать свою зависимость от рынка дефицитных квот.

Полученные выше результаты применимы в нынешней ситуации, когда резерв квот ещё имеется. Со временем, когда с развитием промышленности, в том числе и традиционной энергетической отрасли, работающей на ископаемом топливе, резерв квот будет исчерпан, тогда придётся только повышать эффективность работы традиционной энергетики, развивать возобновляемые источники и использовать атомную энергию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года. ППРК от 28 июня 2014 года №724
2. Чередниченко Алексей В. О некоторых экономических и законодательных основах успешного развития зеленой экономики // Поиск. – 2013. – №4. – С. 137-144.
3. Чередниченко Алексей В. О перспективах успешного внедрения эффективных технологий в теплоэнергетику и снижение выбросов ПГ // Поиск. – 2013. – №4. – С. 122-137.
4. Чередниченко Алексей В. Перспективы внедрения метода распределения квот – бенчмаркинга в промышленности // Гидрометеорология и экология. – 2015. – № 1 (76). – С. 179-185.
5. Чередниченко Алексей В. Результаты моделирования развития энергетики и ожидаемая динамика выбросов парниковых газов в Казахстане // Гидрометеорология и экология. – 2014. – № 1 (72). – С. 116-132.

Поступила 19.01.2015

Геогр. ғылымд. канд.      Алексей В. Чередниченко

#### **ЭНЕРГЕТИКАҒА БЕНЧМАРКИНГТІ ЕНГІЗУ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ ТУРАЛЫ**

*Энергетика саласының парникті газдар шығаратын негізгі көз ретінде бенчмаркингті қолдану мүмкіншіліктері бағаланған, ол ПГ шығарылымдарына квоталар бөлінуінің алдынгы қатарлы дамыған әдісі, сонымен қатар оларды азайтуға ынталандырады. Республика энергетикасы осындай квоталау әдісіне көшу жағдайында шығын минималды болады. Саланың әрі қарай дамуына кедергі болатын фактор квота қорының таусылуы болып табылады.*

УДК 631.52: 633.31

Геогр. ғылымд. докторы О.Т. Айдаров \*  
Г.Б. Токтаганова \*

**ҚҰРҒАҒАН ТЕҢІЗ ТАБАНЫНДАҒЫ ӨСІМДІК  
ҚАУЫМДАСТЫҒЫНЫҢ ҚАЙТА ҚАЛПЫНА КЕЛУІ,  
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КҮЙІ**

*АРАЛ, ӨСІМДІК ҚАУЫМДАСТЫҒЫ, БИОМАССА*

*Жалпы Арал теңізінің құрғаған орынында өсімдіктер қауымдастығының түрлік құрамы жұтаң емес. Мұнда көпжылдық бұта мен жартылай бұталар, ксерофиттер мен эфемерлер өсімдік жабынын құрайды. Арал теңізінің орнындағы жаңа құрлықтағы өсімдік қауымдастығы бастапқы даму кезеңінен өтуде. Сол себепті, биомассасы аз, түрлік құрамы жұтаң, бірақ сол азғантай түрлер және олардың дамуы теңізді айнала қоршаған шөл даланың өсімдігіне ұқсас. Тек теңіздің ішіндегі бұрынғы аралдар Барсакелмес пен Қасқұланда байырғы өсімдік түрлері сақталғанымен, сирекіп қалғаны байқалады.*

Арал теңізінің құрғаған орынындағы өсімдіктер қауымдастығы биомассасы жағынан төмендеу болғанымен түрлік құрамы жұтаң емес. Мұнда көпжылдық бұта мен жартылай бұталар, ксерофиттер мен эфемерлер өсімдік жабынын құрайды. Олардың ішінде күрделі гүлділер, астық тұқымдастар, мары тұқымдастар бар. Бұрын Арал теңізінің деңгейі жоғары болып тұрған кезде теңізге жақын орналасқан байырғы мал жайылымдық қыр төбелердің шөбі шүйгін болатын. Оның себебі, теңіз суының айнала төңірегіне капиллярлық жылжуы грунтте ылғалдың қорын жасайтын-ды. Қазір теңіздің тартылуына байланысты шөп жабындысының биомассасы жұтанданғанымен олардың түрлік құрамы сақталғаны байқалады. Мұндағы басты ерекшелігі саздақ және құмды шөл далада өсімдігі сирек. Саздақ жерлерде өсімдік топтамасын бұйырғын, жусан және еркекшөптер құрайды. Теңіздің жағалауы мен оны қоршаған қыртөбелерде өсімдіктердің түрлік құрамы 30-ға дейін жетеді. Теңіз жағасындағы құмдарда өсімдігі бай. Мұнда ақ сексеуіл, жыңғыл, шөбер

---

\* Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті

ақтікені, курчавка, қоян сүйек тағы басқа бұталар едәуір қалың өседі. Әсіресе, Қарашоқат пен Тоқпанның тұсындағы жал құмдарда өсімдігі қалың. Оны құрайтын жыңғыл, ақтікен, бетін жел үрлеген дефляциялық жалаңаш табандарда қамыс, жал құмның баурайында қияқ, қоянсүйек, биіктеу учаскелерінде ақ сексеуіл өседі. Жал құмдардың араларындағы ойлау жерлерде эфедра әжептәуір қалың. Сондай-ақ құмдарда құм жусаны, волоснец, аристида, текесақал кездеседі.

Теңіз жағасынан алысырақ қыр төбелерде сор жерлерде бұйырғыннан басқа эфемерлер, мортық, текесақал өседі. Еркек шөп қауымдастығына еркек шөптен басқа мятлик луковичный, қылтықсыз бидайық, мортық пен ебелек кіреді. Кейбір сай-жыраларда қыс айларында қар жиналғаннан болса керек қараған бұтасы, оның арасында бидайық, бұта шырмауық, барбарис, жапырақты гүлтемия, әр түрлі эфемер және эфемер тектес өсімдік әжептәуір қалың өседі.

Сырдарияның теңізге құярлығында орналасқан көптеген көлдер, көларалық ылғалды жерлер, оқтын-оқтын су қашатын кішігірім өзектер, олардың ылғалды төңірегінде шөбі қалың. 2001 жылы дарияға салынған тоспа жығылып, кеткендіктен Қарашалаң, Баян, Тұщыбас көлдері мен Ақкөл және Картыма қолтықтары кеуіп қалды. 2003 жылғы зерттеуде бұл жерлердің шөбі азғындап, қара шөптері сирек және қамысы тас құрақ болып қалғаны көзге түсті. Шөбі бар, бірақ шабындыққа жарамайтын сиректеу, төменгі белдікте майда сораң мен эфемерлер қалың өскен. Оларға 2003 жылы көп жауған жаңбыр пайдалы болса керек.

2001...2002 жылдары суы бар көл жиегінде қалың қамыс сыртқа қарай сирексіп, әр түрлі шөптер, ал Сырдарияның арналық қырқасындағы сиреп қалған тоғайларда қарашөп аралас астық тұқымдастар көп болған еді. 2003 жылы олар да сирексіп қалғаныбайқалды. Қаратерең елді мекенінің солтүстік-шығыс жағы, Сырдарияның сол жағындағы геоботаникалық алаңның жабыны 60...65 %.

Теңіздің байырғы табанында жалпы шөп жабындысының түрлік құрамы мен биомассасы грунттың құрамына байланысты өзгеріп отырады. Терригендік шөгінділерден тұратын грунтте өсімдік қауымдастығының негізін сарсазан, кейбір қатқылдау саздақ жазықтарда әр түрлі майда сораңдар, олармен аралас біреу-жарым быршылдақ сораң, балықкөз, эфемерлер өседі. Бұл топтың құрамы топырақ құрылу процесіне пайдалы ықпалы жоқ және жайылым болып жарытпайды. Алайда, теңіз табанындағы шөп шықпай жатқан жалаңаш учаскелерінде жағдайдың бұлай қалыптасуы грунт профиілінің құрғақтығынан болып тұр деуге негіз бар.

Егер белгілі себептермен теңіздің жалаңаш табанына су жайылатын болса, онда ол учаскеде шөп жабындысы қалың өседі. Шығатын шөптің түрлік құрамы жайылған судың құрамына байланысты болады. Оны 2003 жылғы зерттеулер көрсетті. Егер жайылған су тұщы немесе кермек болса, онда ылғалы бар грунтке майда сораң аралас әр түрлі шөп қалың шығады. Қаратерең түбегінің батыс жағында жергілікті тұрғындар «құйылыс» деп атап жүрген жазық бар. Осы «құйылысқа» 2001 жылы Картыма қолтығынан өзек бойлап аққан сәл кермек (дарияның суы) су түсіп, ол Көкаралдың тұсынан теңізге құйған, бірақ 2001 жылы тартылып қалған. Сонан грунтте ылғал болғандықтан «құйылыстың» табанына шыққан шөп өте қалың болды. Оның құрамында майда сораң, қызылтамыр, ақбас, әр түрлі қара шөптер, эфемерлер, сиректеу ксерофит бұталар, кейбір шағындау ойпаң учаскелерде қамыс, қоға, арасында жантақ, ақбасшөп жабындыны құрайды және қалың өскені көзге түседі.

«Барсакелмес» аралына (бұрынғы) бара жатқан жолда Қаратереңнен санағанда 110 км-де осы «құйылысқа» ұқсас жазық бар. Бұл да астау тәрізді шығыс және батыс шеттерінен ортасына қарай еңістеу болып жатқан жазықтың көлденеңі 7...8 км. 2001 жылы көктемде үлкен теңіздің мұзы бұзылмай тұрыңқырап қалғанда кіші теңізден аққан су мұзға тіреліп, теңіздің құрғақ табанына жайылған. Сонда теңіздің ащы суы Құланды және Көкарал түбектерінің аралық тұсынан оңтүстікке қарай осы жазыққа жайылған көрінеді. 2003 жылы бұл жазықта су жоқ, бірақ грунттың ылғалдығы мол болуынан мұнда қаптап өте тығыз өскен быршылдақ ащы сораң болды. Арасында бөгде шөп жоқ. Алыстан қарағанда қаракөк түсті жайқалып тұр, өте тығыз, жабындысы 98 %. Бұл көрініс біздің жоғарыда айтқан пікірімізді растайды, яғни, теңіздің құрғаған орнына ащы су түссе, онда ол жерге быршылдақ ащы сораң шығады. Оның себептері, біріншіден аталмыш участоктың теңіз астынан шыққанына 8...9 жыл болған. Сондықтан грунттың қабатындағы су деңгейі 1,5...2,0 метр тереңдікте жатыр. Оның құрамында галиттың (NaCl) концентрациясы көп. Оның капилляр арқылы жоғары көтерілгенін, грунттың бетіндегі әлі қалың емес қабыршақтан байқауға болады. Теңіздің астынан шыққан жерде өсімдік сукцессиясының даму схемасы былай болады: Терригендік шөгіндіге желмен ұшып түскен Қарабарқынның (*Halostachys caspica*) тұқымынан азғантай бөлігі ғана көктеп шығады. Жас өскіннің түбіне жел айдаған құм-лай жиылып шоқатқа айналады. Үйінді өскен сайын Қарабарқын да бойлап өсе береді. Кейбір шоқаттардың

биіктігі 4...5 метрге жетеді. Шоқаттар көбейген соң олардың арасын қуалап сокқан жел грунттың ашық бетін үрлеп алып кетеді де онша терең емес дефляциялық ойлау жерлер пайда болады. Ол жерлерде жаңбыр мен қардың суы жиналып ылғалы тәуір болған соң әр түрлі эфемерлер мен қара шөптер өседі. Сөйтіп, теңіз орнындағы құрлықта шөп жабындысы осылай қалыптасады. Онан ары өсімдіктердің құрамында астық тұқымдас шөптер көбейген сайын топырақ құрылу процесі жүреді, соған сәйкес өсімдік сукцессиясы да ауысып отырады. Қалай дегенде теңізден шыққан терригендік шөгіндінің механикалық құрамы саздақ болса, онда өсетін өсімдіктің «пионер» тобын қарабарқын бұтасы бастайды. Уақыт өте келе қарабарқынға жыңғыл, сексеуіл, әр түрлі ащы шөптер – майда құрғақ сорандар, балықкөз, эфемерлер араласады.

Теңіз орнындағы сиректеу тараған құм шоқаттарда біреу-жарым қарабарқын, жыңғыл сияқты бұталар болмаса, басқа майда шөптер жоқтың қасы, сондықтан олар көбінесе жалаңаш, сондықтан құм көшкініне берілуде, яғни, дефляция орын алғаны көзге түседі. Демек, олар өсімдікке оранудың бастапқы кезеңінде тұр.

Қасқақұланның шығыс жағындағы жазық табанда сарсазанның қалыңдығы соншалық тіпті арасында ашық жер көрінбейді. Сарсазанның жобалық қалыңдығы 90...95 %, ара-арасындағы ашық жерлерде әр түрлі эфемерлер өскен, құмдақтау учаскелерінде раушангүлділер кездеседі. Қасқақұланның шығысқа қарай грунтты сәл қатқылдау учаскелерінде сексеуілдің өскіндері (1,0...1,5 м) қалың өскен, олардың арасында биіктігі 2,5...3,0 метр болатын қарасексеуіл тәуір өскен жыңғыл бар. Төменгі белдікте әр түрлі эфемерлер, торғай оты, раң, қызыл тамыр, әр түрлі қарашөптер өскен. Бұрынғы Қасқақұланның аралының өсімдігі Арал теңізін шығыс жағынан қоршап жатқан шөл даланың өсімдіктеріне ұқсас. Мұндағы өсімдік қауымдастығы теңіз орнындағы жаңа құрлықта қалыптасып келе жатқан топтардан түрлік құрамы бай, бірақ биомассасы шөл даланың өсімдігіне тән жұтаң.

Өткен ғасырдың басында Барсада сексеуіл көп және қалың болған сыңайлы, аралдың әсіресе оңтүстік шығыс бөлігінде түгел сексеуіл орманы болыпты (Цикуленко А.В., 1924). Бірақ оны аяусыз қиратқандықтан қазір ол өте аз қалған. Қалдық сексеуіл орманы көбінесе теңіз жағасындағы жал құмдарда ғана сақталған, кейде бұйырғұн-жусан қауымдастығының арасында әр жерде шоқ сексеуіл кездеседі және олардың бойы аласа 1...2 метрлік ағаштар. Бұйырғұн мен жусан аралас

өскен жабындымен салыстырғанд таза бұйырғұн қауымдастығының ауқымы аз және өсімдік түрлерінен тек 14 түр ғана кездеседі. Мұнда жатаған бұйырғұн мен сор жердің бұйырғұнынан басқа әр түрлі эфемерлер, мортық, текесақал бар.

Барсаның құмдарының өсімдігі бай. Мұнда сексеуіл, жыңғыл, шобер ақтікені, курчавка бұталар едәуір қалың өседі. Шығыс жағасындағы жал құмның өсімдігі қалың, оны құрайтын жыңғыл, ақтікен, кей жерлерде камыс және бидайық. Биіктеу учаскелерінде ақ сексеуіл. Жал құмдардың арасындағы ой жерлерде эфедра өскіні тіпті қалың. Құмдарда жиі кездесетін шөп құм жусаны, волоснец, аристеда, текесақал.

Қорыта айтқанда, Арал теңізінің орнындағы жаңа құрлықтағы өсімдік қауымдастығының қазіргі күйін экологиялық тұрғыдан бағалайтын болсақ, байырғы теңіз табанындағы өсімдік жабыны бастапқы даму кезеңінен өтуде. Сол себепті, биомассасы аз, түрлік құрамы жұтан, бірақ сол азғантай түрлер және олардың дамуы теңізді айнала қоршаған шөл даланың өсімдігіне ұқсас. Тек теңіздің ішіндегі бұрынғы аралдар Барсакелмес пен Қасқұланда байырғы өсімдік түрлері сақталғанымен, сирексіп қалғаны байқалады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Арал теңізінің құрғаған орнында жаңа құрылықтың қалыптасуы және тұрғындарды реабилитациялау мақсатында оны шаруашылыққа игеру. 2009 жылғы шаруашылық келісім-шарт жұмысының ғылыми есебі. – Қызылорда, 2009.
2. Нұрғызарынов А.М., Шапшанов Қ.Ш. Арал өңірінің экологиясы. – Қызылорда: 1996.

Поступила 30.03.2015

Доктор геогр. наук О.Т. Айдаров  
Г.Б. Токтаганова

#### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ ВЫСУШЕННОГО ДНА МОРЯ, А ТАКЖЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ**

*Показано, что на высохшем дне и прибрежной полосе Казахстанской части Аральского моря растительный покров формируется в крайне жестких почвенно-климатических условиях при острейшем недостатке влаги. Поэтому в составе растительного сообщества преобладают ксерофиты и галоксерофиты.*

УДК 332.1.338.49

Доктор техн. наук Т.Т. Мусабаев \*  
Канд. архитектуры А.Ш. Чиканаев \*  
А.Ш. Кушенов \*  
И.А. Эйхман \*

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

*В статье рассмотрены вопросы зонирования территории Республики Казахстан по условиям градостроительного регулирования для осуществления архитектурно-градостроительной и хозяйственной деятельности в зависимости от природно-климатических, инженерно-геологических, экологических, историко-культурных и других характеристик участков территории в соответствии с их градостроительной ценностью и значимостью.*

На обширной территории Казахстана есть участки и зоны, подверженные воздействию опасных явлений, процессов природного и техногенного характера или экстремальных природно-климатических условий, обладающие природно-ландшафтной, культурно-исторической, рекреационной, урбанистической или какой-либо другой ценностью, к которым необходимо применять определённые виды охраны, ограничений и регулирования при их использовании для осуществления архитектурно-градостроительной деятельности.

В процессе разработки **Генеральной схемы организации территории Республики Казахстан** была дана оценка современного состояния использования территории республики с районированием по основным природным, антропогенным и техногенным процессам, оказывающим влияние на градостроительную и хозяйственную деятельность, а также по степени опасности и факторам, вызывающим чрезвычайные ситуации.

### **1. Зоны экологического бедствия и чрезвычайных ситуаций**

Районирование территории по степени опасности было определено по количеству опасных природных явлений, сосредоточенных в этих зонах и по плотности проживающего там населения. В результате проведённой работы вся территория республики была разделена на **три зоны**.

---

\* АО «КазНИИСА», г. Астана

К зоне **1 категории опасности** отнесены территории **особого градостроительного регулирования республиканского значения** с такими природно-климатическими явлениями, как сейсмика (7...9 баллов), лавиноопасность, оползни, сели, наводнения, карстовые процессы, лёссовые грунты, сильные ветры (более 5 м/с), высокие и частично низкие температуры. Такие зоны выявлены в Восточно-Казахстанской, Алматинской, южной части Жамбылской и центральной части Южно-Казахстанской областей.

Генеральная схема в этих зонах рекомендует сокращение плотности населения, ограничение увеличения численности населения. Промышленные объекты в зоне особого градостроительного регулирования республиканского значения не рекомендуется размещать, чтобы не увеличивать техногенную нагрузку на природно-хозяйственную систему, соблюдая устойчивость ее развития.

К зоне **2 категории опасности** отнесены территории **умеренного градостроительного регулирования межрегионального значения**. Здесь представлены такие явления, как наводнение, снегопады, сильные ветры (более 5 м/с), опустынивание. Территории с такой категорией опасности выявлены в Костанайской и Акмолинской областях, северной и центральной частях Карагандинской области. Отдельно выделяется северная часть Актюбинской области и северо-восточное побережье Каспийского моря.

Проектом Генеральной схемы эта зона рассматривается как основная зона размещения производственных объектов и расселения людей. В данной зоне, особенно северной ее части для сокращения внешней миграции населения рекомендуется размещение новых производственных инвестиционных объектов для увеличения мест приложения труда.

К зоне **3 категории опасности** относятся территории **незначительного градостроительного регулирования регионального значения**, куда включены северные районы Южно-Казахстанской и Жамбылской областей, часть Актюбинской и Западно-Казахстанской областей, западная часть Восточно-Казахстанской и южные районы Карагандинской области и практически вся Мангистауская область. Строительство и размещение новых производств на данной территории возможно только при учете развития инженерно-транспортной инфраструктуры и поиска путей по улучшению водообеспеченности данного региона.

Оценка планировочных ограничений показала, что в республике практически отсутствуют области, которые не подвержены воздействиям природных и техногенных явлений. В связи с этим в рамках Генеральной

схемы были выработаны рекомендации и определено перспективное направление регулирования освоения территорий в зонах экологического бедствия и (или) чрезвычайных ситуаций.

В первую очередь необходимо максимально снизить степень экологической напряжённости в тех регионах республики, где негативное отношение человечества к природной среде привело к деградации и опустыниванию значительных территорий, к изменению и ухудшению экологического состояния природных систем, доведя его в некоторых случаях до критического уровня. Прежде всего, это касается территории бассейна Аральского моря и зоны бывшего Семипалатинского ядерного полигона.

В рамках разработки Генеральной схемы для решения проблем территорий бассейна Аральского моря предлагается поддержать природоохранные мероприятия в рамках принятой «Программы Бассейна Аральского моря – 3» на 2011...2015 гг. и реализовать вторую фазу проекта «Регулирование русла реки Сырдарья и сохранение северной части Аральского моря». Для этого необходимо:

- наращивание плотины Малого Арала для доведения абсолютной отметки его уровня до 48 м с расширением зеркала Малого Арала до г. Аральска;

- создание и внедрение систем устойчивого природопользования в казахстанском секторе Аральского моря и Приаралье;

- внедрение современных технологий орошаемого земледелия и жесткое регулирование природопользования в районах экологического бедствия;

- ликвидация вынужденной миграции населения по экологическим причинам;

- проведение фитомелиоративных работ по предотвращению деградации и восстановлению земель и уменьшение соле- и пылепереноса.

В конце октября 2014 г. в Ургенче (Узбекистан) состоялась международная конференция «Развитие сотрудничества в регионе бассейна Аральского моря по смягчению последствий экологической катастрофы», на которой обсуждались вопросы принятия дополнительных мер по сохранению генофонда и укреплению здоровья населения, проживающего в зонах экологического риска. Задействование необходимых экономических стимулов и механизмов для повышения уровня и качества жизни жителей Приаралья, восстановление экосистемы и биоразнообразия в регионе.

В зоне бывшего Семипалатинского ядерного испытательного полигона проектом Генеральной схемы было предложено:

- проведение реабилитационных мероприятий по биоремедиации;

осуществление мониторинга ведения хозяйственной деятельности на территории полигона;

вывод части восстановленных территорий полигона из состава земель запаса и передача в хозяйственное использование;

осуществление мер по ограничению физического доступа населения и домашних животных на территорию зоны строгого контроля.

Все проекты по улучшению экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки на территории зон экологического бедствия должны иметь приоритетный характер по отношению к другим территориям.

## **2. Особо охраняемые природные территории**

К зонам особого градостроительного регулирования отнесены и особо охраняемые природные территории (ООПТ) – национальные парки, заповедники, заказники и др. В связи с необходимостью сохранения уникальных природных объектов и биоразнообразия на территориях ООПТ должна быть запрещена или значительно ограничена хозяйственная деятельность.

В настоящее время система ООПТ республики насчитывает 10 государственных природных заказников, 12 государственных национальных природных парков, 4 государственных природных резервата, 50 государственных природных заказников республиканского значения, 38 памятников природы республиканского значения, 3 зоологических парка (в Алматы, Караганде, Шымкенте), 5 республиканских ботанических садов (в Алматы, Караганде, Риддере, Жезказгане, с. Баканас), 5 республиканских государственных заповедных зон и 1 государственный природный парк местного значения.

Общая площадь особо охраняемых природных территорий более 23 тыс. га. Особо охраняемые природные территории со статусом юридического лица занимают 6000 тыс. га. В проекте Генеральной схемы предусматривается к 2020 году доведение площадей ООПТ до 9,6 % от площади республики (23,7 млн. га), к 2030 году до 14,3 % от площади республики (38,9 млн. га).

В основном, рекомендации по градостроительному регулированию при освоении территорий различных ООПТ сводятся к запретам на:

действия, изменяющие гидрологический режим территории;  
строительство зданий, дорог, трубопроводов, линий электропередачи и других коммуникаций и объектов, не связанных с функционированием государственного природного заповедника;

геологоразведочные работы и добычу полезных ископаемых; на все виды лесопользования, охоту и рыболовство;

применение химических и биологических методов борьбы с вредителями, болезнями растений и животных, а также для регулирования численности животных;

прогон домашних животных, шумовые и иные акустические воздействия искусственного происхождения;

любую другую деятельность, если она может повлечь изменения естественного облика охраняемых ландшафтов или нарушение устойчивости экологических систем, либо угрожает сохранению и воспроизводству особо ценных природных ресурсов.

### **3. Территории залегания полезных ископаемых**

Учитывая богатую минерально-сырьевую базу Казахстана и современные темпы геологоразведочных работ, особую важность приобретает градостроительное регулирование на территориях залегания полезных ископаемых.

В основном, градостроительное освоение и использование территорий залегания полезных ископаемых допускается в случаях обеспечения определённых условий – наличия возможности извлечения из недр запасов полезных ископаемых; сохранности месторождения полезных ископаемых либо горных выработок от затопления, обводнения, пожаров и других факторов, связанных с его застройкой, снижающих качество полезных ископаемых и промышленную ценность месторождения; сохранности объектов строительства и технологического оборудования организаций от вредного влияния горных работ на подрабатываемых территориях; сохранности участков территории, представляющих особую научную или культурную ценность.

Площади залегания радиоактивных полезных ископаемых не позволяют застраивать общегражданскими объектами, а при их застройке промышленными объектами разрабатываются мероприятия по радиационной безопасности. Размещение объектов строительства на земной поверхности над отработанными месторождениями полезных ископаемых и подземными сооружениями, возможно только при наличии заключения уполномоченного органа об окончании процесса сдвижения земной поверхности и документов об отсутствии непогашенных горных выработок и пустот.

Основные направления развития вопросов градостроительного регулирования в зонах залегания полезных ископаемых напрямую связаны с, так называемым, литомониторингом, который предусматривает создание наблюдательных пунктов и экспериментальных полигонов по изучению

поверхностных геологических процессов и режима грунтовых вод. Ещё одно направление – использование современных инновационных технологий при добыче минерально-сырьевых ресурсов, которое даёт не только увеличение объёмов добычи и переработки, но и сокращает территории, нарушенные выработкой полезных ископаемых, тем самым, расширяя возможности градостроительного освоения.

#### **4. Водоохранные зоны и полосы**

Одна из глобальных проблем современности, в том числе и для Казахстана – дефицит воды, напрямую связана с регулированием и ограничением градостроительной и народно-хозяйственной деятельности вокруг водоёмов. Для ограничения градостроительных процессов выделены водоохранные зоны и защитные полосы – территории, примыкающие к береговой линии водоёмов (море, река, ручей, канал, озеро, водохранилище).

В водоохранной зоне рекомендовано соблюдение специального режима осуществления хозяйственной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водного объекта и истощения его вод, а также сохранения среды обитания водных объектов животного и растительного мира. Прибрежные защитные полосы установлены вдоль береговой линии водоёмов, на которых рекомендовано введение дополнительных ограничений хозяйственной деятельности.

Основные направления развития вопросов градостроительного регулирования в водоохраных зонах и полосах напрямую связаны с водосбережением и повышением качества питьевой воды. На сегодняшний день необходимо кардинально обновить данные по кадастру речных стоков, провести модернизацию предприятий промышленности и сельского хозяйства с целью снижения водопотребления.

С помощью мероприятий и инструментов градостроительного регулирования необходимо обеспечить Казахстану «водную безопасность» – это состояние защищенности жизненно важных интересов общества от гидрологических угроз различного происхождения – от дефицита питьевой воды до угрозы селей и наводнений.

#### **5. Территории с объектами историко-культурного наследия и охраняемыми уникальными и редкими ландшафтами**

В различных регионах нашей республики есть территории с редкими ландшафтными качествами и населёнными пунктами и объектами, представляющими историко-культурную ценность.

При градостроительном использовании таких территорий рекомендовано учитывать негативное влияние хозяйственной и градостроительной деятельности на природные и историко-культурные памятники. Это физическое нарушение геологической среды и почвенного покрова в результате хозяйственной деятельности; загрязнение почв, воздушного и водного бассейнов, деградация растительности, шум, вибрация и другие нарушения естественных физических параметров среды, визуальное загрязнение среды.

Кроме этого в историко-культурном наследии Казахстана есть исторические места, часть из которых уже необитаема, но сохранила в неизменном виде археологические свидетельства крупных земледельческих и городских средневековых центров. К ним относятся древние города Илийской, Чуйской, Таласской долин: Койлык, Талгар, Тараз, Мерке, Кулан, Баласагун; города, расположенные в среднем и нижнем течении р. Сырдарьи: Отрарский оазис, Туркестанский оазис, Сауранский оазис (1 в. н.э. до 18 в.), Джетыясарский оазис, Чирикрабатская культура (4-2 вв. до н.э.). Современные города, в которых сохранилось богатое историко-культурное наследие – Астана, Алматы, Шымкент, Уральск, Кызылорда, Туркестан, Петропавловск, Павлодар, Семей, Кустанай, Кокшетау, Жаркент, Форт-Шевченко-Баутино, Сайрам, Сузак.

Особое место в этом перечне занимает Туркестан – этот священный для мусульман город, называемый малой Меккой, располагает рядом выдающихся религиозных святынь, превративших его в крупнейший паломнический центр.

Для максимального сохранения уникальных природных ландшафтов и историко-культурных городов и памятников предложено вести их точный учёт и проводить комплекс мероприятий, направленных на улучшение окружающей среды, сохранение и восстановление памятников истории и культуры, что позволит вести процесс градостроительного освоения территории на научной основе.

#### **6. Территории оздоровительного, курортного, рекреационного и резервного назначения**

Территории, обладающие ценными рекреационными условиями, потенциалом для развития туризма и санаторно-курортного лечения, также имеют свои ограничения при градостроительном использовании. При разработке Генеральной схемы были определены точные характеристики этих территорий для их выявления и обозначения их границ при градостроительном

освоении. Прежде всего, это территории с наличием гидроминеральных и грязевых месторождений; прибрежные зоны водоёмов; ценные в природно-климатическом и ландшафтном отношении территории; горные склоны для организации зимних видов спорта, туризма и альпинизма; природные парки, заказники, крупные лесные массивы и др.

По своему градостроительному назначению можно выделить такие зоны рекреационных и резервных территорий:

оздоровительного и курортного назначения – они располагают источниками минеральных вод, лечебных грязей, целебными климатическими и ландшафтными условиями;

рекреационного назначения – обладающие особыми климатическими условиями, естественными или культурными ландшафтами, этнографическими достопримечательностями, уникальными явлениями природы.

На территориях с уникальными природными ресурсами и рядом с разведанными источниками минеральных вод и лечебных грязей были выявлены основные места локализации курортных населённых пунктов и лечебно-оздоровительных объектов.

Приоритетными для развития культурно-познавательного туризма и отдыха по наличию природно-климатических условий, памятников истории и культуры являются Алматинская, Восточно-Казахстанская, Карагандинская и Южно-Казахстанская области.

Учитывая природно-климатические условия, историко-культурное наследие и развитость транспортной инфраструктуры для каждой зоны разработаны рекомендации по развитию различных видов туризма. На территории Казахстана в его пяти регионах в настоящее время существуют следующие виды туризма, отдыха и бальнеологии:

Южный Казахстан (Алматинская, Южно-Казахстанская, Жамбылская и Кызылординская области) – деловой, культурно-познавательный, исторический, водный, горный, пеший, спортивный, пляжный отдых, религиозный (паломнический), лечебно-оздоровительный;

Центральный Казахстан (Карагандинская область) – культурно-познавательный, водный, пляжный отдых, лечебно-оздоровительный;

Западный Казахстан (Актюбинская, Атырауская, Мангыстауская и Западно-Казахстанская области) – экологический, водный, пляжный отдых, экскурсионный, культурно-познавательный, исторический, экстремальный, религиозный (паломнический);

Северный Казахстан (Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская области) – деловой, экологический, лыжный, пеший, экскурсионный, лечебно-оздоровительный;

Восточный Казахстан (Восточно-Казахстанская область) – экологический, горный, спортивный, водный, пеший, экстремальный, экскурсионный, лечебно-оздоровительный.

География размещения курортно-рекреационной сети в общих чертах повторяет географию расселения на территории Республики Казахстан, однако, в большей мере тяготеет к природным ресурсам.

### **7. Пригородные зоны**

Особый статус при градостроительном освоении имеют и пригородные зоны крупных населённых пунктов. В состав пригородных зон включаются территории, расположенные за пределами городской черты и составляющие с городом единую социальную, природную и хозяйственную территорию.

Функционально пригородные районы включают зоны интенсивного развития сельскохозяйственного производства; резервные территории для развития города, размещение и строительство сооружений, необходимых для нормального функционирования инженерной и транспортной инфраструктур, а также зеленую зону, занятую лесами, парками и другими зелеными насаждениями, выполняющими санитарно-гигиенические функции. Суть предложений по регулированию градостроительного освоения пригородной зоны и города-центра заключается в достижении взаимоувязанного гармонизированного развития этих территорий, обеспечивающих их устойчивое социально-экономическое развитие.

### **8. Зоны режимных территорий и иные территории, отнесенные законодательными актами Республики Казахстан к зонам особого регулирования**

Территории в пределах и за границами населенных пунктов, предназначенные для размещения военных и других охраняемых объектов, отнесены к зонам режимных территорий.

Использование зон режимных территорий при планировании размещения объектов строительства или иного градостроительного освоения (обустройства, застройки) предлагается обеспечивать мероприятиями, предусматривающими соблюдение нормативных требований и разрывов, обеспечивающих защиту жизни и здоровья человека; сохранение экологи-

ческого баланса и улучшение экологической обстановки; рациональное использование территории, вод и иных природных ресурсов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генеральная схема организации территории Республики Казахстан, утверждённая приказом Министерства регионального развития Республики Казахстан от 31 декабря 2013 года № 403/ОД.
2. Основные положения Генеральной схемы организации территории Республики Казахстан, утвержденные Постановлением Правительства Республики Казахстан от 30 декабря 2013 года № 1434.
3. Послание Главы государства Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Казахстанский путь – 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее» от 17 января 2014 года.
4. Прогнозная схема территориально-пространственного развития страны до 2020 года, утвержденная Указом Президента Республики Казахстан от 21 июля 2011 года № 118.
5. Рекомендации по разработке генеральной схемы организации территории Республики Казахстан (РДС РК 3.01-02-2008).

Поступила 13.11.2014

Техн. гылымд. докторы	Т.Т. Мусабаев
Канд. архитектуры	А.Ш. Чиканаев
	А.Ш. Кушенов
	И.А. Эйхман

#### ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ҚАЛА ҚҰРЫЛЫСЫН РЕТТЕУ

*Мақалада аумақ учаскелерінің қала құрылыстық құндылығы мен маңыздылығына сәйкес олардың табиғи-климаттық, инженерлік-геологиялық, экологиялық, тарихи-мәдени және басқа сипаттамаларына байланысты сәулет-қала құрылысы және шаруашылық қызметті жүзеге асыру үшін қала құрылыстық реттеу шарттары бойынша Қазақстан Республикасының аумағын аймаққа бөлу мәселелері қарастырылған.*

УДК 631.52:633.31

Доктор с.-х. наук А.М. Нургизаринов \*  
Канд. техн. наук Е.А. Назаров \*  
А.Ж. Шарипова \*

## **АРАЛЬСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ В НИЗОВЬЕ РЕКИ СЫРДАРЬИ**

*ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, УСЫХАНИЕ МОРЯ, ПРИРО-  
ДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ*

*Усыхание Аральского моря и многочисленных дельтовых озер в низовье р. Сырдарьи привело к деградации природно-хозяйственных комплексов в Казахстанской части Приаралья. Авторы показали, что в последние годы Казахстан осуществляет природоохранные мероприятия, и они дают положительные результаты.*

В середине Кайназоя в пустыне Туран образуется котловина получившая название «Аральская котловина». Первичной водой, поступившей в Аральскую котловину, была вода Мирового океана.

По мнению ряда авторов, Каспийское и Аральское моря имеют происхождение от прежних водоемов, которые были когда-то соединены с мировым океаном. Каспийское и Аральское моря (озера) в Хвалинский период были соединены проливом с Азовским морем по долине Маньча [3].

В последующие эпохи они были отчленены от мирового океана и какое-то время существуют как единый внутриматериковый бассейн. Но отсутствие связи с мировым океаном привело к снижению уровня объединенных бессточных озер – Каспия и Арала. В результате еще позднее от Каспия отделяется Арал, который лежит на 80 м выше, чем уровень Каспия в Балтийской системе (БС).

Аральское море образовалось как самостоятельный бассейн перед вторым плювиалем, когда наступило оледенение Туркестанских гор и степей Средней Азии и Южного Казахстана [1].

После потери связи с мировым океаном, затем с Каспием, дальнейшее существование Аральского моря было связано со стоком двух крупнейших среднеазиатских рек – Амударьи и Сырдарьи. Важно под-

---

\* Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата

черкнуть, что из двух рек, питавших Аральское море, не прерывался сток р. Сырдарьи, а Амударья свои воды периодически несла по узбою (старое русло) в Каспий. Интересен выход реки Сырдарьи к Аральской котловине. Река Сырдарья, как отмечает автор [6], образовалась в конце третичного и в начале четвертичного периодов. В первоначальный этап река по выходе из ферганской котловины текла на Запад через голодную степь и затопив Агитминскую котловину в Южных Кызыл-Кумах образовывала русло Дария-Сай. В последующую эпоху образуется русло вдоль 42 параллели, которое в последствии так же было оставлено. В начале верхнечетвертичного периода р. Сырдарья течет еще севернее и на юго-востоке Аральской котловины по руслу Джана-Дарьи (эпоха Джана-Дарьи). В позднехвалинское время река прокладывает русло еще севернее и течет по руслу Куван-Дарьи (эпоха Куван-Дарьи). На последнем этапе своей истории р. Сырдарья прорывает тектонические структуры у Джусалов и формирует Казалинскую дельту (эпоха Казалинской дельты). Таким образом, р. Сырдарья течет на северо-востоке Аральской котловины в начале верхнечетвертичного времени. В итоге она течет сначала по руслу Джана-Дарьи, затем Куван-Дарьи и лишь совсем недавно перемещается в современное русло [6].

По этой схеме после Дария-Сая современное действующее русло Сырдарьи будет третьим. Наши исследования показали существование еще одного основного русла между Куван-Дарьей и современным руслом Сырдарьи, которое скрывалось морской водой. Это старое русло получило название «Аралдария». Поэтому русло Аралдарьи будет третьим, а русло современной Сырдарьи – четвертым.

В течение многих веков Аралдарья впадала в озеро Куюлис, расположенное в одноименной котловине на западной стороне плато Каратерень. Через озеро аралдарьинская вода поступала в западную глубоководную (Аральский грабень) часть Аральского моря, спасая от полного иссушения в разные периоды его усыхания. Начиная со второй половины 1-ого тысячелетия н.э., сток Аральдарьи постепенно уменьшается в связи с образованием северного русла (теперь Сырдария), которое выходит в северный Арал и основная масса речного стока попадает в Северное море. Еще в 1848 году русский исследователь Аральского моря А.И. Бутаков отметил еле заметный сток в русле Аралдарьи.

В середине прошлого века Арал был полноводным морем с уровнем воды 53 м БС. Тогда море характеризовалось следующими данными: площадь – 68,3 тыс. км<sup>2</sup> (акватория 66,1 тыс. км<sup>2</sup>), объем воды – 1064 км<sup>3</sup>, средняя глубина – 16,1 м, количество островов – 1100 (крупные из них Кокарал, Барсакелмес, Возрождение). В дальнейшем уровень его стал па-

дать с катастрофической быстротой, и оно перестало существовать в конце 20-го столетия. Обидно, что уникальный водный бассейн, каким было Аральское море, уничтожен руками человека. Это черное пятно лежит на совести нашего поколения.

Аральское море сыграло громадную роль в развитии человеческой культуры, живой природы, в целом, в пустыне Турана. С древнейших времен здесь жило не одно поколение людей, занимаясь рыболовством и животноводством, а в низовье р. Сырдарья земледелием. Уже в современное время природно-хозяйственное значение Арала многократно возросло. Начиная с 1920 г., государство создало все необходимые условия для развития рыбного промысла на Аральском море (табл.).

Таблица

Динамика добычи рыб в Аральском море (в тыс. центнерах)

Зона	Год			
	1929	1931	1941	1947
Южный Арал	93,4	167,6	234,0	154,0
Северный Арал	162,9	220,2	153,5	89,0
Всего	256,3	387,8	387,5	243,0

В те годы значительный объем улова давали дельтовые озера в низовьях р. Сырдарья, общая площадь которых достигала 115,0 тыс. га. Из этих водоемов ежегодно вылавливалось 8,0 тыс. т рыб, что составляло 20 % от общей массы рыб, добываемой в Казахстанской части Аральского моря.

С 1961 года в связи с расширением площади орошаемого земледелия в бассейнах Амударья и Сырдарья безвозвратный отъем воды из речных стоков многократно увеличился, что привело к снижению уровня Аральского моря. Снижение уровня моря шло очень интенсивно. Если в 1961...1975 гг. среднее понижение уровня составило 46,0 см, то в 1975...1985 гг. этот показатель достиг 71,0 см. Таким образом, к 1985 г. уровень моря понизился до 41,4 м БС или на 11,4 м [2].

Среднегодовое поступление речных стоков в Аральское море составило 45...56 км<sup>3</sup>, к 1990 г. объем стока рек сократился до 5...7 км<sup>3</sup>/год. В результате уровень моря снизился с 53 м в 1960 году до 40,3 м в 1987 г., а в 1992 г. достиг 37,2 м БС. Из этой динамики видно, что потери морской воды значительно опережали поступления речного стока. Об этом говорят следующие данные: в 1960 г. в Аральское море поступило 46,0 км<sup>3</sup> стока из двух рек, 1970 г. – 35,6 км<sup>3</sup>, 1980 г. – 10,0 км<sup>3</sup>, а в 1986 г. речная вода вовсе не доходила до моря.

В Казахстанской части Аральского моря на обсохшем дне образовалась пустыня площадью 21,4 тыс. км<sup>2</sup>. Сохранилась только Северная

часть Аральского моря, куда впадает р. Сырдарья, но из-за сокращения её стока Северный малый Арал потерял более половины своей водной территории. Море (озеро) сильно обмелело, солёность воды резко повысилась до  $35 \text{ г/дм}^3$  против  $10...11 \text{ г/дм}^3$  в 1960 году. Уменьшились кормовые (подводная растительность, бентос, животный планктон) запасы для рыб. Не выдержав высокой солёности воды и недостатка кормов, коренные виды рыб, в основном, карповые (лещ, сазан, вобла, шемай, усач, жерех и др.) потеряли хозяйственное значение. Немногочисленные их косяки водились в устье р. Сырдарьи на площади 17 % от общей территории Северного малого Арала. Так на Аральском море прекратился рыбный промысел.

Сильно пострадали дельтовые водоемы. Крупные озера наполовину потеряли акватории, обмелели, вода стала солоноватой, сильно сократились запасы кормов для рыб, берега зарастали тростником и улов рыбы в этих водоемах сильно сократился и стал невыгодным.

Тяжелый экологический кризис, приведший к усыханию Аральского моря, дельтовых озер и деградации природно-хозяйственных комплексов в низовьях р. Сырдарьи, связан с сокращением стока. Оно произошло в результате зарегулирования реки водохранилищами и значительного безвозвратного отъема (забора) воды на орошение. При этом на верхнюю и среднюю части речного бассейна приходилось 87 % и в низовье 13 % изымаемых вод, что создало напряженность гидрологических условий в дельтовых областях реки. Объем речного стока уменьшился в начале низовий (у ж. д. ст. Тюмень-арык) с  $25,1 \text{ км}^3$  в 1950 г. до  $3,8 \text{ км}^3$ , а у г. Казалинска – с  $17,2$  до  $0,6 \text{ км}^3$  т.е. в 6 и 30 раз. Значительно возросла минерализация речной воды в нижнем течении и достигла в меженный период  $3 \text{ г/дм}^3$ . В ионном составе речной воды увеличилось содержание  $\text{SO}_4$  и  $\text{Cl}$ . [4, 7].

В процессе аридизации территории произошли изменения в почвенном покрове. Увеличились площади солончаков, усилилась засоленность почв лугового и болотного ряда, увеличились площади опустыненных почв и снизилось их плодородие. С возрастанием минерализации речной воды поступление солей в пределы дельты возросло почти в 3 раза – с 2,9 млн. т до 7,3 млн. т. Низовье р. Сырдарьи практически перестало быть областью аккумуляции твердого и биогенного стоков и превратилось в приемник солей, выносимых с верхней и средней частей речного бассейна.

Тяжелые условия сложились на сельскохозяйственных полях. Посевы сельскохозяйственных культур остро ощущали недостаток поливной воды, снизилась их урожайность. Главной культурой в низовье Сырдарьи является затопляемый рис. В маловодные годы, в середине вегетационного периода иногда приходилось поливать посевы риса коллекторно-дренажной во-

дой с содержанием солей в 3...4 г/дм<sup>3</sup>, что привело к снижению урожая до 18,0 ц/га. Увеличились площади орошаемых земель, выпавших из сельскохозяйственного оборота по причине вторичного засоления.

Большой ущерб, нанесенный хозяйственному комплексу обсыханием территории низовий р. Сырдарьи, связан, прежде всего, со значительной потерей продуктивности кормовых угодий. Они располагались, в основном, в приречной полосе и межозерных гидроморфных землях. На этих землях урожайность лугово-тростниковой и тростниковой ассоциации измерялась от 50 до 120 ц/га зеленой массы. По подсчетам, в целом здесь отрастало ежегодно 3,6 млн. т сена, которое использовалось для заготовки грубых кормов и зимнего выпаса. Вся эта территория, кроме орошаемых массивов, обсохла. Тростниковые ассоциации сменились однолетним сорнотравьем и разнотравно-бурьянистой растительностью низкой кормовой ценности. Их урожайность на обсохших почвах достигла 4,5...11 ц/га. На пустынных участках урожайность галоксерофильного сорнотравья не более 2,0 ц/га. Расчеты показывают, что кормовой запас в дельте Сырдарьи понизился до 700 тыс. т, следовательно, хозяйства Кызылординской области, расположенные на территории низовий сейчас ежегодно недобирают 2,9 млн. т кормов.

С усилением аридизации и обсыханием территории гибнут заповедники и заказники. Так, вымирание грозит уникальному массиву черного саксаулового леса на площади 300 тыс. га, расположенному вдоль русла Жанадарьи.

Экологический кризис, разразившийся во второй половине 20-го века уничтожил Аральское море, но, к счастью, сохранился его кусочек – Северное Аральское море. С усыханием Аральского моря деградировали природные и хозяйственные комплексы, нарушилось единство компонентов всей природной среды в Казахстанской части Приаралья. Тяжелые их последствия вызвали резкое ухудшение социально-экономических условий в регионе.

В этих тяжелых условиях Казахстан принял важное решение сохранить на своей территории Малый Арал, отделив его от исчезнувшего большого моря. Так появился проект «Регулирование реки Сырдарьи и Северного Аральского моря» (РРССАМ). В 2003...2005 гг. по проекту была построена первая очередь Кокаральской дамбы на морском проливе Берга, который соединяет Малый Арал с большим морем. В результате Северное Аральское море (САМ) стало как природный буфер, сдерживающий дальнейшее разрушение природы Приаралья [5]. Важной составной частью проекта является гидроэлектростанция «Аклак» на р. Сырдарье. Благодаря станции регулируется сток реки. При этом часть речного стока направляется в обсохшие дельтовые озера. Это позволяет восстановить природно-

хозяйственные комплексы. Сейчас природа Приаралья возрождается, улучшается микроклимат, восстанавливается биологическое многообразие. В земледельческой части Приаралья осуществляются мероприятия по экономному использованию стока р. Сырдарьи за счет оптимизации структуры орошаемых культур. Важно отметить, что в целях усиления природоохранных мероприятий продолжается обустройство Северного Арала по проекту РРССАМ-2. Начало работы намечено на 2015 год.

**Выводы:**

1. Усыхание Аральского моря произошло в результате хозяйственной деятельности человека, использовавшего ресурсы природы без учета особенностей равновесия между компонентами среды конкретного региона. Потеря Арала невосполнима, но утешает то, что он исчез не бесследно, оставив нам Северную часть в виде малого Арала.

2. При осуществлении природоохранных мероприятий с учетом особенностей местной природы, потенциальных возможностей ресурсов и направления хозяйственного развития, можно не только остановить дальнейшую деградацию среды, но и восстановить ее компоненты для использования в хозяйственных целях.

3. При осуществлении первой очереди проекта РРССАМ-1 была построена Кокаральская дамба, отделяющая Северный малый Арал от высохшего большого моря. Малое море превратилось в рукотворный географический объект со всеми функциями природной среды. Это создает благоприятный микроклимат для живой природы, имеет рыбохозяйственное значение, улучшает социально-экономические условия местных жителей, облагораживает природу Приаралья, в целом.

4. В последние годы, благодаря гидроэлектростанции «Аклак» на р. Сырдарье, являющейся составной частью проекта, во многие обсохшие дельтовые озера стало поступать часть речного стока и это увеличивает площадь водной акватории озер, имеющих хозяйственное значение. Гидроморфные земли вокруг озер покрылись тростником и густые его заросли стали местом обитания птиц и зверей, связанных с водным ценозом. Таким образом, в возрожденных условиях Приаралья успешно восстанавливается биологическое разнообразие как важнейший показатель улучшения состояния живой природы в Приаралье.

5. В целях экономного использования стока р. Сырдарьи в ее низовье осуществляется оптимизация посевов затопляемого риса и за счет этого расширяются посевы суходольных культур. Создаются искусственные сенокосы с использованием для орошения коллекторно-дренажных вод. Ведется переустройство ирригационной системы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов И.П., Марков К.К. Четвертичная геология. – М.: Учпедгиз, 1939.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР – Л.: Гидрометеоздат, Т. 7, Аральское море. – 1990. – 195 с.
3. Горшков П.П., Якушова А.Ф. Общая геология. – М.: МГУ, 1962. – 113 с.
4. Нургизаринов А.М. Экологическое дыхание Арала (каз. яз) – Алматы: Ғылым, 2006. – С. 26-75.
5. Регулирование реки Сырдарья и Северного Аральского моря. (РРССАМ-проект) – Алматы: КазГипроводхоз, 1998.
6. Федорович Б.А. Древние реки в пустынях Турана. / Материалы по четвертичному периоду СССР – М.: АН СССР, Вып. 3. – 1952.
7. Nurgizarinov A.M., Tapalova A.S., Nazarov E.A., Sharipova A.Z. New data on the ecology of the Northern Aral Sea after the construction of the first Kokaral dam on the Berg Strait. // Life Science Journal. – 2014. – 11(5s). –P. 296-299.

Поступила 25.11.2014

А-шар. ғылымд. докторы     А.М. Нургизаринов  
Техн. ғылымд. канд.         Е.А. Назаров  
   А.Ж. Шарипова

### **АРАЛДЫҚ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ДАҒДАРЫС ЖӘНЕ СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ ТАБИҒИ-ШАРУАШЫЛЫҚ КЕШЕНДЕРДІҢ ӨЗГЕРУІ**

*Мақала Арал теңізінің экологиялық жағдайына арналған. Арал теңізінің және Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы көптеген кішігірім көлдердің тартылуы, Арал өңірінің Қазақстан бөлігінде табиғи-шаруашылық кешендердің тоқырауына әкеп соққанын көрсетеді. Авторлардың пікірінше, соңғы жылдары Қазақстан тарапынан жасалып жатқан табиғатты қорғау шаралары өз нәтижесін беруде. Мақаланың негізіне осы жаңа мәліметтерді еңгізе отырып алғаш рет жариялымға ұсынылуда.*

**Сакен Каламкалиевич Давлетгалиев  
(к 80-летию со дня рождения)**

18 июня 2015 г. исполнилось 80 лет известному в Казахстане ученому гидрологу, доктору географических наук, профессору Сакену Каламкалиевичу Давлетгалиеву. Родился Сакен Каламкалиевич в п. 1-я Чижа Каменского района Западно-Казахстанской области, в многодетной крестьянской семье.

Первые четыре класса он окончил в родном поселке, а в 1947 г. приехал в г. Алма-Ату и продолжил учебу в Казахской мужской средней школе №18 им. Жамбула. С 1947 г. Сакен Каламкалиевич воспитывался в семье старшего брата Мендеша – участника войны.

После успешного окончания школы в 1953 г. он поступает в Ленинградский гидрометеорологический институт и заканчивает его в 1958 г. с дипломом инженера-гидролога. Тогда же, по распределению Сакен Каламкалиевич был направлен в Институт Энергетики АН КазССР (ныне КазНИИ Энергетики). Начинал работу в отделе водно-энергетических проблем с должности младшего лаборанта, затем последовательно занимал должности старшего лаборанта, инженера и младшего научного сотрудника. В этот период принимал участие в подготовке и издании Водноэнергетического кадастра КазССР, в исследовании годового стока Тарбагатайского Алатау, а также в исследовании внутригодовой неравномерности стока.

В 1971 г. Сакен Каламкалиевич защищает кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.279 – Гидростанции и Гидроэнергетические установки». Работа в КазНИИ энергетики сыграла большую роль в становлении Сакена Каламкалиевича как ученого. Здесь он работал в контакте с крупными учеными д.т.н. Н.С. Калачевым; д.т.н., профессором Т.Л. Золотаревым; д.т.н., профессором И.В. Бусалаевым и др.

В течение сорока с лишним лет С.К. Давлетгалиев работает в КазНУ им аль-Фараби, где прошел путь от старшего преподавателя до заведующего кафедры «Гидрология суши». В 1996 г. в г. Санкт-Петербурге им защищена докторская диссертация на тему «Статистическое моделирование гидрологических рядов и гидрографов стока».

Профессор С.К. Давлетгалиев успешно сочетает преподавательскую, методическую, научную, воспитательную и общественную деятельность. В бакалавриате и магистратуре он читает на русском и казахском языках базовые и специальные дисциплины: «Гидрологические прогнозы», «Математическое моделирование гидрологических процессов», «Математические методы обработки гидрологической информации», «Оценка точности гидрологических расчетов», «Прогноз качества природных вод» и др. Выпускные и дипломные работы, написанные студентами под руководством проф. С.К. Давлетгалиева, отличаются оригинальностью и высоким уровнем. Его ученики успешно работают во многих отраслях экономики.

Большое внимание Сакен Каламкалиевич уделяет методической работе. Он – автор 5 учебных пособий, изданных на русском и казахском языках, один из основных разработчиков 5 государственных общеобязательных стандартов образования РК по гидрологии и гидрометеорологии, опубликовал ряд типовых программ учебных дисциплин, подготовил в электронном виде лекции по основным читаемым курсам.

Преподавательскую деятельность он всегда сочетает с научными исследованиями. Научные исследования проф. С.К. Давлетгалиев проводит в рамках выполнения госбюджетных, хоздоговорных тем и грантов в приоритетных направлениях науки, связанных с проблемами оз. Балхаш, Большого Алматинского канала им. Д.А. Кунаева, канала переброски части стока Сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию, с использованием трансграничных рек Иле и Ертыс, с оценкой водных ресурсов и других гидрологических характеристик водных объектов Казахстана.

С.К. Давлетгалиев – ученый, известный не только в Казахстане, но и в других странах СНГ, автор более 100 научных работ, часть из которых опубликована в Российских изданиях «Метеорология и гидрология», «Гидротехническое строительство», в Трудах IV, V и VI-го Всесоюзных гидрологических съездов.

Свой научный опыт он передает своим ученикам. Под его руководством защищено несколько магистерских и кандидатских диссертаций. Значительную часть времени С.К. Давлетгалиев работает на общественных началах, и в настоящее время он, как ведущий ученый, является членом Ученого совета географического факультета, зам. председателя Совета по защите докторских диссертаций по специальности «25.00.27. – Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия» при Институте географии ЦГГИ и членом Совета по защите докторских диссертаций по указанной специальности в республике Кыргызстан.

За заслуги в научной и педагогической деятельности С.К. Давлетгалиев награжден медалью «Ветеран труда», нагрудным знаком «Отличник образования РК», неоднократно награждался почетными грамотами КазНУ и Министерства высшего образования РК.

Сакен Каламкалиевич заслуженно пользуется авторитетом, уважением и глубокой симпатией среди коллег и студентов, благодаря своим замечательным личностным качествам. Ему присуще исключительное трудолюбие, добросовестность, объективность, интеллигентность, строгость и вместе с тем тактичность в обращении, искренность, скромность, внимательное и доброе отношение к людям.

Сердечно поздравляем юбиляра с замечательной датой. Желаем долгих лет жизни, дальнейших творческих успехов, крепкого здоровья, свершения всего задуманного!

Коллеги, ученики и друзья,  
Редколлегия журнала

**Владимир Сергеевич Чередниченко**  
(к 75-летию со дня рождения)



29 августа 2015 года исполняется 75 лет одному из ведущих метеорологов СНГ, доктору географических наук, профессору, академику международной высшей школы Чередниченко Владимиру Сергеевичу.

Нелегкий трудовой путь, более чем пятьдесят лет Владимир Сергеевич преодолевает с упорством настоящего целеустремленного исследователя. Настойчиво поднимает отечественную науку и педагогику на высокий международный уровень. Но вряд ли кто мог предположить пятьдесят лет назад, что так все будет, а начиналось все в Харькове.

При поступлении в Харьковский Университет, по стечению неких обстоятельств, он не был зачислен. Пришлось начинать трудовую жизнь на Харьковском электроаппаратном заводе. Затем проходить стажировку на заводе отопительно-вентиляционного оборудования, откуда в 1962 г. он был призван в армию. Но еще до призывного момента, не расставаясь с мыслью о получении высшего образования, В.С. Чередниченко успешно сдает экзамены в Одесский гидрометеорологический институт на специальность «аэрология».

Неожиданно для призывника, военкомат учитывает его будущую специальность и направляет служить в роту метеообеспечения военного

аэродрома под Гурьевым. Это был подарок судьбы, так как служить пришлось с отлично подготовленными офицерами, некоторые из них закончили такие учебные заведения как Воронежское авиационное училище, Училище имени Можайского и другие. Это были профессионалы, которые при желании делились опытом и могли научить многим тонкостям будущей специальности.

Не теряя времени зря, Чередниченко В.С. продолжает заочно сдавать экзамены и изучать предмет, в свободное от службы время. Это не прошло даром, так как по окончании обучения он заслуженно получил красный диплом специалиста. После чего сразу же был направлен в Казахстан, возглавить Гурьевскую аэрологическую станцию.

За успешно налаженную работу станции и высокие показатели производства наблюдений, в качестве поощрения он был переведен в г. Алма-Ату старшим инженером в отдел гидрометеорологической сети. Здесь начался новый этап жизни Владимира Сергеевича. Благодаря огромному наличию научной литературы в библиотеке гидрометслужбы и личному упорству он смог в короткие сроки поднять свой базовый уровень знаний.

Годы упорного труда не прошли даром и в 1969 г. Чередниченко В.С. командируют в институт Арктики и Антарктики инженером аэрологом-метеорологом в аэрологический отряд Антарктической станции «Молодежная», в составе пятнадцатой Советской Арктической Экспедиции. Здесь в тяжелых условиях Антарктиды, фактически в добровольной изоляции он прошел еще один экзамен на профессионализм, длинной в полтора года.

Спустя многие годы, он будет вспоминать это время с иронией. Не смотря, на все трудности, Антарктида немало дала для будущего. Жесткая школа выживания в суровых условиях шлифует профессионалов своего дела, иначе просто не получается. Работа с ведущими специалистами Советского Союза позволила немалому у них научиться, и в то же время сравнить свои знания и навыки.

По возвращению экспедиции из Антарктиды, в 1971 г, Чередниченко В.С. вернулся в УГКС г. Алма-Аты, на должность заместителя начальника отдела наблюдений. На этой должности Владимир Сергеевич совместно с коллегами Беляковым Г.П. и Волковым Е.Н. выводит службу поверки приборов на качественно новый уровень. Основываясь на научно-методическом подходе, служба поверки и наблюдения Казахстана стала одной из лучших в СССР.

Затем, в 1974 г. он был переведен на должность начальника Вычислительного Центра УГКС Казахстана. Возросшие запросы к качеству гидрометеорологической информации требовали качественно новых подходов не только к ее сбору, но и скорости обработки и передачи в мировые центры данных. Особенно это касалось обеспечения аэрологических полетов на сети метеостанций. Время и новая должность требовали освоение новых дисциплин, в частности навыков программирования, без чего нельзя было эффективно распределить работу и контролировать ее выполнение. Кроме того, в этот период ЭВМ Казгидромета занимала целый этаж и имела немало подвижных деталей, которые требовалось время от времени заменять. В сложное время, некоторого дефицита запчастей и специалистов, работа вычислительного центра осуществлялась без сбоев и простоя.

Параллельно с основной работой, Чередниченко Владимир Сергеевич успешно защищает кандидатскую диссертацию, а затем в 1975 г. ему присваивается звание доцента. В конце этого же года за успехи в работе, с учетом предыдущих заслуг, он был поощрен особо ценным подарком, который был вручен Первым секретарем компартии КазССР Динмухамедом Ахмедовичем Кунаевым.

При всех, казалось бы, положительных сторонах новой должности, Владимира Сергеевича манили научные исследования. Багаж приобретенных знаний позволял решать поставленные задачи, с привлечением современных методик и полных исходных данных. Видимо по этому, в 1979 г. он был переведен на должность старшего научного сотрудника лаборатории опасных явлений погоды КазНИГМИ.

В стенах научно-исследовательского института было пережито немало. Здесь произошло знакомство со многими ведущими специалистами метеорологами, климатологами, гидрологами. Эта была еще одна очень значимая школа жизни, которая оставила заметный след в судьбе Владимира Сергеевича.

В 1984 г., как один из опытейших специалистов-аэрологов, в качестве оказания помощи в подготовке кадров, Чередниченко В.С. был направлен на преподавательскую деятельность во Вьетнам, на три месяца. Вьетнамский университет, оценив фундаментальные знания и профессионализм, продлевает его служебную командировку еще на три месяца.

По возвращении из затянувшейся поездки, Владимир Сергеевич переходит на должность доцента кафедры метеорологии в Казахский Государственный Университет им. Кирова (в последующем переименованный в КазНУ им. аль-Фараби).

Спустя год становится заместителем декана географического факультета по учебной работе. Через два года Чередниченко В.С. назначают заведующим кафедры метеорологии географического факультета. За эти годы, кафедра стала лучшей на факультете, а ее преподаватели становились лауреатами престижных премий – лучший преподаватель года, неоднократно выигрывали премии молодых ученых, участвовали в жизни факультета. В то же время в МГУ им. Ломоносова Владимир Сергеевич успешно защищает докторскую диссертацию, а затем заслуженно получает звание профессора. Спустя несколько лет, становится Академиком международной высшей школы.

Сегодня Чередниченко В.С. профессор кафедры метеорологии и в окружении своих учеников ведет активную жизнь. Им издано несколько учебников: Технические средства зондирования атмосферы (1994 г); Радиометеорология и аэрология (1996 г); Статистический анализ рядов температуры и осадков для Казахстана (2013 г.); Мезометеорология (2014 г.); Аэрология (2015 г.). Имея более ста опубликованных научных статей, в том числе и учебных пособий, Владимир Сергеевич разрабатывает новые курсы для студентов, готовит учебный материал.

Мы искренне желаем Владимиру Сергеевичу здоровья, творческого долголетия и надеемся, что он еще долгие годы будет готовить специалистов для гидрометслужбы Казахстана, и не однократно порадует нашу аудиторию на страницах журнала качественными научными статьями.

Товарищи и коллеги по совместной работе,  
Редакционная коллегия журнала

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ СТАТЬИ

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: основной текст статьи, не превышающий 12...14 страниц, включая таблицы, рисунки и список литературы, аннотация на русском языке. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском и английском языках. **Аннотация должна быть:** информативной (не содержать общих слов); оригинальной (для английского варианта не быть калькой русскоязычной аннотации с дословным переводом, написана качественным английским языком); содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье);- компактной (укладываться в объем от 100 до 250 слов). Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), а так же ключевые слова, в количестве 10...12 штук. Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется электронный. Для иногородних достаточно электронного варианта.

### **Оформление рукописи:**

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал – множитель – 1,2. **Параметры поля страницы:** верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

### **См. примеры**

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология

№ 3 2011

УДК 628.394(547.42+547.25)

Доктор геогр. наук  
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев  
А.Т. Иванов

### **ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК**

*ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС, МАССА ПЕСКА, РАСХОД, РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР, МОДЕЛЬ, ДОЛИНА СЕНЕК*

*Исследован дисперсный состав подвижных песков Туїесу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут 287° и модуль 773 т/(км·год).*

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей...

**Рисунки** готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Paintbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисун-

ка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

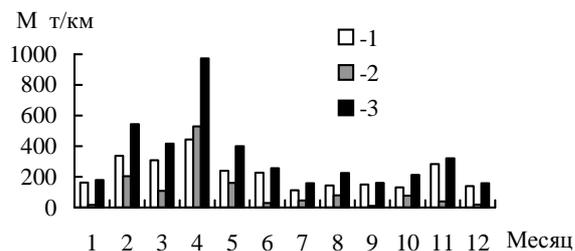


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

**Таблицы** оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	$\bar{M}$ , т/(км·год)	$\sigma$ , т/(км·год)	$C_v$
Бури	1321	605	0,46
Поземки	2687	786	0,29
Оба явления	4007	1118	0,28

*Примечание:* Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо параллельно дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

**Математические, химические обозначения и формулы** набирать в режиме редактора формул (Microsoft Equation). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также дают в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lg x}^2} \right], \quad (1)$$

где  $x$  – размер песчинок;  $x_0$  – их средний геометрический размер;  $\sigma_{lg x}$  – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

**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 леуомизина // Вестн. КазНУ. Сер. хим – 2003. – Т. 1. № 8. – С. 40-41

**Книга:**

Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполипидемическая активность леуомизина. – 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](http://bookchamber.kz/stst_2006.htm) (дата обращения: 12.03.2009).

**При оформлении пристатейной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).**

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [ ].

Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, адреса электронной почты, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени автора.

Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

С импакт-фактором журнала можно ознакомиться на сайте [auka.kz](http://auka.kz) – Национальные ресурсы НТИ – Казахская 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

№ 1 2010

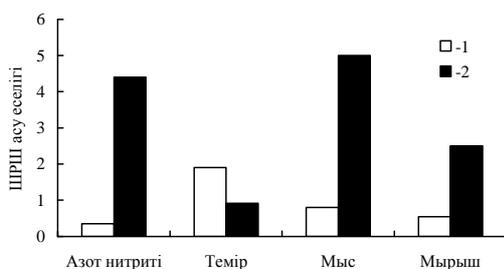
ӘОЖ 577.4:66.046.44.59

### **КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ**

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жуматаев

*Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген....*

**Суреттер** Paint (Painbrush) режимінде ГОСТ-қа сәйкес дайындалып, мәтінге сурет ретінде қойылады. Графиктер, диаграммалар, гистограммалар – Microsoft Excel режимінде және мәтінге Microsoft Excel объектісі ретінде қойылады. Суреттің жазбасы оның астына қойылып, курсивпен басылады (мысалды қараңыз). Толық сандар бөлшек бөлімнен **нүктемен емес қайырмамен бөлінеді.** Белгілеулерге түсініктеме аталудан кейін сол қатарға жазылады. Сурет алаңына индекстер мен белгілеу сандарынан басқа жазулар рұқсат етілмейді. Суреттегі сандар мен әріптердің өлшемі мәтіндегімен бірдей, ал индекстер 1,5 мм кем болмау болу керек.



Сур. 2. Іле өзенінің ақаба сулардың төгіндісінен 500 м төмен тұсындағы ластану көрсеткіштері: 1 – 2004 жыл, 2 – 2006 жыл.

**Кестелер** қосымша бағаналарсыз безендіріледі, тек кестенің «басы» мен шеткі бағаналары ғана сызылады. Кестенің нөмірі және мағыналы атауы – кестенің үстіне, қосымшалары оның астына (ГОСТ-қа сәйкес) жазылады (мысалды қараңыз).

Кесте 1

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	-28,9

Физикалық көрсеткіштердің өлшем бірліктері Халықаралық жүйеде СИ (ГОСТ 8.417-81) келтіріледі, немесе СИ жүйесіне келтірілген аудармасы қатар көрсетіледі.

Ұйымның, мекеменің, географиялық және т.б. аталуы соңғы ресми редакцияда беріледі. Тарихи аталуларына қоса жақшада кәзіргі аталуы көрсетіледі.

**Математикалық, химиялық белгілеулер мен формулалар** (Microsoft Equation) редактор режимінде басылуы керек. Формулаларда символдар ретінде ГОСТ-пен белгіленген белгілеулерді қолданады. Формулалардың нөмірі беттің оң шетінен домалақ жақшамен көрсетіледі. Мәтінде формуланың кезекті нөміріне сілтеу де жомалақ жақшада көрсетіледі. Мәтінде қатарға міндетті түрде барлық параметрлерді түсініктемесі беріледі (мысалды қараңыз).

$$K = D / 8V_1, \quad (2)$$

қайда  $D$  – байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінің диаметрі ( $D = 500$  м);  $V_1$  – қалдық сақталынған қойма көлемі.

Барлық қысқартулар ГОСТ-қа және қысқарту сөздігіне сәйкес жасалынады.

Бөлек парақта редакцияға автор туралы мәліметтер: аты-жөні, әкесінің аты (толығымен), үйі мен мекеменің мекен-жайы және телефондары, жұмыс орындалған мекеменің тура аталуы, автордың ғылыми дәрежесі жіберіледі.

Авторлар ұжымымен жазылған мақалар барлық авторлардың қолы қоюлы болу керек.

Редакция қолжазбаларды қабылдамауға немесе редакциялық жөндеулер және қабылданған қолжазбаларға қосулар мен қысқартулар жасауға құқықты. Мақала

авторға толықтыру жасау үшін қайтарылуы мүмкін. Кей жағдайларда редакция сұрауымен мақалаға рецензия талап етіледі.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС БЕЗЕНДІРІЛМЕГЕН  
ҚОЛЖАЗБАЛАР БАСЫЛЫМҒА ЖІБЕРІЛМЕЙДІ ЖӘНЕ АВТОРҒА  
ҚАЙТАРЫЛМАЙДЫ.**

**Авторам, подаваемым статьи в наш журнал, необходимо заполнить  
таблицу, приведенную ниже**

**Сведения о статье**

(заполняется на каждую статью журнала)

№	Сведения (статья)	
1	УДК	
2	Основной автор	
3	Соавторы	
4	Место работы автора	
5	Название статьи	
6	Название журнала	Гидрометеорология и экология
7	Год издания	
8	Номер издания	
9	Страницы	
10	Ключевые слова	
11	Резюме на русском языке	
12	Резюме на казахском языке	
13	Резюме на английском языке	
14	Список литературы	