

*Қазақстан Республикасының  
Экология, геология және табиғи  
ресурстар Министрлігі  
«Қазгидромет» Республикалық  
мемлекеттік кәсіпорны*

*Министерство экологии,  
геологии и природных ресурсов  
Республики Казахстан  
Республиканское государственное  
предприятие «Казгидромет»*

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

**№ 4**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2019

*ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР* М.П. Кынатов

*РЕДКОЛЛЕГИЯ*

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

## **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

**№ 4 (95)**

© Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

*Адрес редакции:* 050022, Алматы,  
пр. Абая, д. 32, к. 309,307  
*Телефон:* (7272) 67-64-91; 55-84-06;  
*E-mail:* [Hydromet.journal@gmail.com](mailto:Hydromet.journal@gmail.com)  
[caspian\\_almaty@mail.ru](mailto: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

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

<b>А.Г. Абдуллина, Қ.Т. Сапаров</b> Ақтөбе облысының орографиялық терминдер топтамасының топоним жасау белсенділігі. . . . .	7
<b>Б.Б. Имансакипова, Б.И. Кидирбаев, А.В. Чернов, Г.С. Шакиева</b> Повышение эффективности оценки паводковой ситуации на основе данных радарной интерферометрии и ГИС-технологий. . .	19
<b>М.Н. Мусабаева, Г.Б. Абиева</b> Өзен алаптарындағы табиғатты пайдалану салдарларын жүйелік тәсілдеме тұрғысынан талдау (Үлкен Бұқпа өзені мысалында). . .	29
<b>Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, А.А. Сагаев, Е.Н. Алимбаев</b> Антропогенные изменения стока в низовьях реки Сырдарья. . . .	43
<b>С.К. Давлетгалиев, А.К. Мусина</b> Определение характеристик максимального стока весеннего половодья рек Жайык-Каспийского бассейна при отсутствии данных наблюдений. . . . .	54
<b>Б.М. Мырзақұлова, К.К. Дускаев</b> Есіл өзені алабындағы су объектілерінің гидрохимиялық және гидробиологиялық көрсеткіштері бойынша қазіргі кездегі суының сапасы. . . . .	61
<b>Е.Д. Жапарқұлова, Л.В. Бажанова, К.Е. Калиева, М.С. Набиоллина</b> Тенденция изменения климата на современном этапе, прогноз на период до 2050 г. и его влияние на водность рек ледниково- снегового питания (на примере трансграничной реки Куркуреу- Суу, Таласский бассейн). . . . .	70
<b>Т.Р. Рыспеков</b> Пространственно-временное состояние экосистем и их сочетание в юго-восточной части Казахстана на нынешний период. . . . .	84

<b>Ж.Г. Берденов, А.Т. Бекетова, Г.М. Атаева, Е.Х. Мендыбаев, Marin Rusev</b>	
Изучение техногенного загрязнения снежного покрова Актюбинской агломерации. ....	96
<b>Ж.Т. Мукаев, Ж.О. Озгелдинова, М.Б. Каракулова</b>	
Оценка антропогенного воздействия на ландшафты бассейна озера Алаколь. ....	108
<b>Ж.О. Озгелдинова, Е.М. Хамзин, Ж.Т. Мукаев, А.А. Жангужина, Ж.Ф. Тенькебаева</b>	
Антропогендік әрекет жағдайында геожүйелердің тұрақтылық элеуетін бағалау (Кенгір өзені алабы мысалында). ....	117
<b>А. Кенжегалиев, Д.К. Кулбатыров, Г. Жаксиева</b>	
Возможности применения рапы Индерского соленого озера для рекреационных целей. ....	131
<b>Г.К. Казбекова, Н. Жалгасулы, Г.П. Метакса, Д.М. Казбеков</b>	
Физическое моделирование процессов возникновения водных кластеров. ....	140
<b>А.Г. Чигринец, А.Р. Жансыкпаев</b>	
Минимальный сток рек в бассейнах рек Ульби и Обы. ....	150
<b>Е.Е. Белдеубаев, С.А. Долгих</b>	
О температурном режиме приземного воздуха в холодный период в Прибалкаше и его изменения в последние десятилетия. ....	171
<b>ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ</b>	
<b>А.Г. Терехов</b>	
Потенциал спутниковых данных в задаче оценки водности сезона в китайской части бассейна реки Иле. ....	184
<b>М.Э. Шмидт, Т.В. Худякова, И. Амирова, С. Ибраев, С. Балабеков, Е.И. Васенина, Н. Лоенко, Ж. Исабекова, А. Мынжанова</b>	
Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2018 году. ....	190
Указатель статей, опубликованных в 2019 г. ....	208

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

<b>A.G. Abdullina, K.T. Saparov</b> Toponymic activity of orographic terms of Aktobe region . . . . .	7
<b>B. Imansakipova, B. Kidirbayev, A. Chernov, G. Shakiyeva</b> Improving the efficiency of flood assessment using radar interferometry and GIS technology. . . . .	19
<b>M.N. Musabaeva, G.B. Abiyeva</b> Analysis of the consequences of nature management in river basins from the position of the system approach (on the example of the river of the Bolshaya Bukpa). . . . .	29
<b>ZH.S. Mustafayev, A.T. Kozykeev, A.A. Sagaev, E.N. Alimbaev</b> Anthropogenic changes in drain in lowers of the Syrdarya River. . . . .	43
<b>S.K. Davletgaliev, A.K. Musina</b> Determination of the characteristics of the spring fluid maximum runoff of the Zhayik-Caspian basin's rivers in the absence of observation data. . . . .	54
<b>B.M. Myrzakulova, K.K. Duskaev</b> Current state of water quality according to hydrobiological and hydrochemical parameters of water bodies in the Esil River basin. . . . .	61
<b>E.D. Zhaparkulova, L.V. Bazhanova, K.E. Kalieva, M.S. Nabiollina</b> Climate change trend at the present stage, forecast for the period up to 2050 and its impact on the water content of glacial and snow-fed rivers (on the example of the cross-border Kurkureu-Suu River, Talas basin). . . . .	70
<b>T.R. Ryspekov</b> Spatial-temporal condition of ecosystems and their combination in the southeastern part of Kazakhstan in the current period. . . . .	84

<b>Zh.G. Berdenov, A.T. Beketova, G.M. Ataeva, E.H. Mendybaev, Marin Rusev</b>	
Studying of the technogenic pollution of snow cover of Aktobe agglomeration. . . . .	96
<b>Zh.T. Mukayev, Zh.O. O zgeldinova, M.B. Karakulova</b>	
Assessment of anthropogenic impact on the landscapes of the Alakol Lake basin. . . . .	108
<b>Zh.O. O zgeldinova, E.M. Khamzin, Zh.T. Mukaev, A.A. Zhanguzhina, Zh.F. Tenkebaeva</b>	
Estimating the potential sustainability of geosystems in conditions of anthropogenic impacts (a case study of Kenghir basin). . . . .	117
<b>A. Kenzhegaliyev, D.K. Kulbatyrov, G. Jaksieva</b>	
The possibility of applying the brine Inder Salt lake for recreational purposes. . . . .	131
<b>G.K. Kazbekova, N. Zhalgassuly, G.P. Metaksa, D.M. Kazbekov</b>	
Physical modeling of application processes water clusters. . . . .	140
<b>A.G. Chigrinets, A.R. Zhansykpayev</b>	
Minimum river runoff in the basins of Ulby and Oby Rivers. . . . .	150
<b>Ye.Ye. Beldeubayev, S.A. Dolgikh</b>	
About temperature regimes of surface air in the cold period in the Balkash region and its changes in the last decades . . . . .	170
<b>REVIEWS AND CONSULTATIONS</b>	
<b>A.G. Terekhov</b>	
Satellite data in task of water regime estimation in chine’s part of river Ile Basin. . . . .	184
<b>M.E. Shmidt, T.V. Khudyakova, I. Amirova, S. Ibrayev, S. Balabekov, Ye.I. Vassenina, N. Loyenko, ZH. Isabekova, A. Mynzhanova</b>	
Natural hydrometeorological phenomena on the territory of the Republic of Kazakhstan in 2018. . . . .	190
Articles published in 2019. . . . .	208

ӘОК 913.81:911.2

А.Г. Абдуллина<sup>1</sup>Геогр.ғылымд. докторы Қ.Т. Сапаров<sup>1</sup>**АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНЫҢ ОРОГРАФИЯЛЫҚ ТЕРМИНДЕР  
ТОПТАМАСЫНЫҢ ТОПОНИМ ЖАСАУ БЕЛСЕНДІЛІГІ**

**Түйін сөздер:** топоним, халықтық географиялық термин, ороним, орографиялық терминдер, ландшафттық-геоморфологиялық ерекшелік

*Мақалада Ақтөбе облысы аумағындағы топонимдер тобында кездесетін орографиялық терминдер мен олардың оронимдер жасалуындағы белсенділігі қарастырылған. Халықтық географиялық терминдерге табиғи-географиялық, лингвистикалық талдау жасау арқылы олардың аумақтың геоморфологиялық, ландшафттық ерекшеліктерімен байланысы анықталған. Зерттеу аумағында кездесетін 4000-нан астам орографиялық нысандар атауларының құрамындағы терминдер жіктеліп, кесте, диаграмма түрінде көрсетілді.*

**Кіріспе.** Халықтық (жергілікті) географиялық терминдер нақты географиялық құбылыс пен түсініктерді анықтауда қолданылады және олардың географиялық нысандармен байланысы топонимдерде көрініс тапқан. Топонимдер мен терминдер арасындағы өзара байланыста топонимикалық заңдылықтар сақталған деуге болады. Топонимикалық зерттеулерде халықтық географиялық терминдерге негізделген *географиялық әдіс-тәсілдер* пайдаланылады.

Географиялық атаулардың құрамында географиялық және халықтық географиялық терминдер жиі кездеседі. Халықтық географиялық терминдер ғылыми терминологияның негізгі қоры болып табылады. Қазақстанда географиялық терминология жаратылыс ғылымдарының басқа салаларымен салыстырғанда біршама дамыды. Бұған әсіресе Қазақстанның кең байтақ аумағы оның жекелеген бөліктеріндегі миллиондаған топонимдердің пайда

---

<sup>1</sup> Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

болуына белсене қатысқан халықтық географиялық терминдері ерекше әсер етті. Халықтық географиялық терминдер бойынша қазіргі таңда құндылығы сақталып отырған Э.М. Мурзаевтың және Қазақстанда топонимика ғылымының негізін қалаған, алғашқы қазақтың халықтық географиялық атаулары мен терминдері туралы зерттеулер жүргізген Ғ.Қ. Қоңқашбаевтың еңбектерін ерекше атауға болады. Ғ.Қ. Қоңқашбаев өзінің еңбектерінде қазақтың халықтық географиялық терминологиясының күрделілігі мен құндылығын атап көрсетті, Қазақстан аймағында сақталып қалған монғол (қалмақ) топонимикалық элементтерін, сонымен қатар түркі тілдік терминологияның заңдылықтарын анықтады, оларды сөздік түрінде құрастырып, этимологиясын анықтап көрсетті. Ғалымның диссертациялық жұмысы (1949) қазақтың халықтық географиялық терминдеріне арналып жазылған зерттеу жұмысы болды. Негізгі ғылыми жұмыстары топонимика мен терминология мәселелерін қамтиды. Ғ.Қ. Қоңқашбаев қазақтың халықтық географиялық терминдерін алғаш рет жинақтап, жарыққа шығарды. Оның *«Словарь казахских географических названий»* атты сөздігінде (1963) [11] *2000 астам географиялық атаулар мен терминдер* жинақталған, орыс әдебиетіне енгізілген жергілікті географиялық терминдер, географиялық атаулардың қазақша атауы және орысша баламасы (эквиваленті), семантикасы берілген. Э.М. Мурзаевтың топонимикалық зерттеулері халықтық географиялық терминдер бойынша құнды дерек көздері болып табылады. *«Тюркские географические названия»* (1996) еңбегінде түркі тілдес халықтардың халықтық географиялық терминдер топтамасына жан-жақты зерттеулер жүргізген [14]. Ғалымдардың топонимика бойынша еңбектері әлі күнге дейін қазіргі топонимист ғалымдардың ғылыми зерттеу жұмыстарында қолданылып келеді. Сонымен қатар топонимист-географтар К.Д. Каймулдинова, Қ.Т. Сапаров, Ә.Е. Аяпбекова, А.Е. Егінбаева және т.б. ғылыми еңбектерінде Қазақстанның аймақтары бойынша терминдердің таралуы, олардың ақпараттық жүктемесі және топонимдер жасаудағы белсенділігі туралы жан-жақты зерттелген. Ақтөбе облысы аумағы бойынша оронимдер құрамындағы халықтық терминдерді зерттеу және талдау жоғарыда келтірілген ғалымдардың теориялары мен ғылыми тұжырымдарына негізделіп отыр.

**Бастапқы материалдар мен зерттеу әдістері.** Зерттеудің бастапқы ақпараттық базасы ретінде аймақтағы топонимикалық зерттеулер бойынша ғылыми еңбектер, аймақтың географиялық атаулары туралы қарастырылған ғылыми әдебиеттер мен материалдар, Қазақстан Республикасының

мемлекеттік географиялық атаулар каталогы, Ақтөбе облысының 1:500 000 масштабтағы топографиялық картасы пайдаланылды. Зерттеу жұмыстары бойынша ақпараттар статистикалық, этимологиялық талдау, салыстырмалы-сипаттамалық әдістерді пайдаланып жүргізілген ғылыми зерттеу нәтижесінде анықталды.

**Зерттеу нәтижелері мен тұжырымдар.** Жалпы ландшафттық-топонимикалық зерттеулерде топонимдер құрамындағы халықтық географиялық терминдер арқылы ландшафт, оның тарихы мен динамикасы және ерекшеліктері туралы ақпараттар алуға болады. Яғни терминдер жер бедері формалары мен сипаты, топырақ, өсімдіктер мен жануарлар дүниесі сияқты компоненттері сияқты табиғи ландшафттың қасиеттерін анықтауға, зерттеуге мүмкіндік береді. Сондықтан халықтық географиялық терминдерді индикатор-терминдер ретінде де қарастыруға болады [17]. Ландшафттық топонимдердің құрамындағы терминдерді жер бедерінің индикаторлары ретінде: жер бедерінің оң және теріс пішіндерінің, тегіс жер бедерінің орографиялық индикаторлары деп 3 топқа бөліп көрсетуге болады.

Ақтөбе облысы аумағының көп бөлігін геоморфологиялық аудандастырылуы бойынша аласа Оңтүстік Орал мен Мұғалжар қатпарлылығының аласа таулы, ұсақ шоқылы, төбелі жазықтары мен Каспий маңы синеклизасының Жайық-Жем денудациялық үстірті алып жатыр [6]. Осы табиғат аймағының жер бедерінің ерекшеліктері оронимдер құрамындағы терминдерде көрініс тапқан. «Қазақстан Республикасының географиялық атауларының мемлекеттік каталогының» [5], Ақтөбе облысы бойынша топографиялық карта мәліметтері негізінде алынған 4737 оронимдер құрамындағы терминдер мен сөздерге статистикалық талдау жасау негізінде халықтық орографиялық терминдердің – 2014 (42,5 %) құрайтындығын анықтадық (1 сурет).



Сур. 1. Ақтөбе облысы оронимдерінің құрамы.

Ғ.Қ. Қоңқашбаевтың [10], Қ.Т. Сапаровтың [16] және К.Д. Каймулдинованың [8] еңбектеріне сүйене отырып, Ақтөбе облысы бойынша оронимдер құрамындағы орографиялық терминдерді 1-кестегідей бес топтамаға жіктеп көрсеттік.

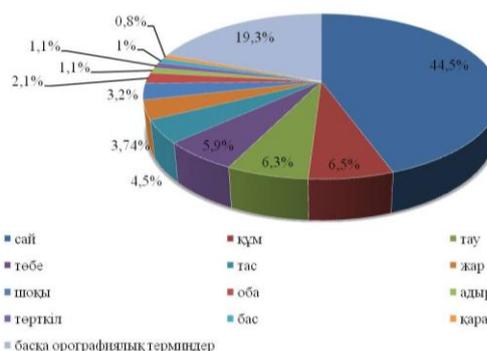
1-кесте

Ақтөбе облысы аумағындағы топоним құраушы халықтық орографиялық терминдер мен сөздер топтамасы

Терминдер топтамасы	Белсенді орографиялық терминдер
Жер бедерінің оң пішіндерін бейнелейтін	Шыңырау, адыр, айрық, асу, биік, бұйрат, ернек, дөң, жал, жар, күмбез, кия, қыр, оба, тау, толағай, төбе, шоғыр, шокат, шоқы, шың, төрткіл, үстірт
Жер бедерінің теріс пішіндерін бейнелейтін	Жыра, қуыс, құз, құлама, ой, оймауыт, ойпаң, ойық, ор, өзек, сай, табан, шат, шұқыр, жарық, жырық, жарма, үңгір
Тегіс жер бедерін бейнелейтін	Дала, жер, тегіс, жаға, жайылма
Орографиялық нысанның кеңістікте орналасуын сипаттайтын метафоралық терминдер	Құлақ, қабақ, кіндік, көз, аяқ, бас, бауыр, бел, бүйрек, мойын, мұрын, төс, тұмсық, кемер, қара, түбек, айдар, айыр, ирек, өткел
Орографиялық нысанды құраушы жыныстарға байланысты терминдер	Шағыл, кебір, тақыр, ұшпа, құм, тас

1-кестеде көрсетілгендей жер бедерінің оң пішіндерін сипаттайтын (23 термин) және орографиялық нысанның кеңістікте орналасуын сипаттайтын метафоралық терминдердің (20) басым екендігі анықталды. Оронимдер

құрамында *сай, төбе, шоқы, төрткіл, құм, тас, оба, бас, тау, жар, адыр, қара* терминдерінің топонимикалық белсенділігі жоғары (2-сурет).



Сур. 2. Ақтөбе облысы топонимдер құрамындағы орографиялық терминдер үлесі.

Көрсетілген терминдердің қайталану жиілігінің жоғары болуы облыс аумағының геоморфологиялық ерекшеліктерімен, жер бедерінің сипатымен түсіндіріледі. Сонымен қатар терминдердің топоним құрамында кеңістіктік таралу заңдылықтарының бірі «терминдердің ландшафттар бойынша шоғырлануы» деп атауға болатын құбылыспен түсіндіруге болады [3].

Халықтық географиялық терминдер арасында географиялық құбылыстың жалпы белгілері бойынша топтастыратын *өзен, су, көл, тау* т.б. терминдер бар. Мысалы, *өзен* үнемі болатын су ағынын, *тау* – көтерілімді сипаттайды. Ақтөбе облысы аумағындағы *тау* терминімен жасалған топонимдер жергілікті жердегі басқа жер бедерімен салыстырмалы көтеріңкі бөліктерін көрсетеді. Т. Жанұзақ тау терминін ежелгі заманға тән, орал-алтай тіл бірлестігі кезінде пайда болған қазақ халықтық географиялық терминдер қатарына жатқызады [4]. Бұл терминмен жасалған оронимдер саны 128 атауды құрайды және олардың басым бөлігі Мұғалжар тауы және оған жапсарлас аумақтарда шоғырланған. Бұл термин тау, төбе, шоқы сияқты жер бедерінің оң пішіндерін сипаттайтын географиялық нысан атауларында кездеседі. *Тау* деген салыстырмалы ірі көтерілімдердің жалпылама атауы болса, *Доңызтау, Қабантау, Бөрілітау, Жыландытау* сол жердегі жануарлар түрлерін; *Жамантау, Жақсытау, Суықбеттау* сияқты оронимдер жергілікті жердің географиялық ерекшеліктерін сипаттайды. «Жақсы», «жаман» деген сөздер топонимдердің құрамында нысандардың сапасын сипаттау мақсатында қолданылады. Мұғалжар таулы аймағындағы Айрық биік нүктесінен солтүстік бағытқа созылған төбе Жақсытау және оңтүстікке бағытталған төбе Жамантау

деп аталды. Қазақ даласын зерттеуші А.И. Левшин зерттеулерінде бұл төбелер жайылымдардың сапасына байланысты аталған деп көрсетілген [12].

*Ақтөбе, Ақбастөбе, Қаратөбе, Шұбартөбе, Жалғызтөбе, Жақсытөбе, Бестөбе, Жалтақтөбе* сияқты оронимдерде кездесетін түркі тілінен шыққан келесі *төбе* терминінің дәлме-дәл «шың, төбешік, шоқы» деген мағынаны білдіреді. Азербайжан тілінде *тепелик* - «ұсақ шоқы», Орта Азия мен Монғолияда кездесетін *тепе, дене, добо* формасы да «төбе, шағын тау, қорған» мағынасында қолданылады. Орыс географиялық әдебиеттерінде қолданылатын *тепе, тюбе, тепелик* «ұсақ шоқы» дегенді білдіреді [14, 10]. Жалпы облыстағы географиялық атауларға топонимикалық талдау бойынша құрамында *төбе* терминімен жасалған оронимдер саны 119 атауды құрады.

*Шоқы* термині облыс оронимдері ішіндегі 66 географиялық атаудың жасалуына негіз болған. *Шоқы* (қаз.), *чўкки* (өзб.) – конус тәрізді формадағы көтерілім немесе таудың сүйірленіп ерекшеленіп тұратын шыңы. Сонымен қатар Э.М. Мурзаев монғол тіліндегі *цохио* «жартас» сөзімен де салыстырады [13]. Аумағының көп бөлігін аласа таулы өлке, таулы қыраттар алып жатқан Ақтөбе облысы оронимдері арасындағы *адыр* терминінің көп кездесуі де қызығушылық тудырды. *Адыр* – төбелі жер, ұсақ шоқы, жазықты жер бедерінің қатты беткі бөлігі; тауды қоршаған сілемдер, аласа таулар; эрозиялық процестермен, сайлар, жыралармен қатты тілімденген тау етегі [14]. Түркменстанда *адыр* жұмсақ топырақты, құмсыз шөлді жазықтың бөлігі; Қазақстанның көптеген аудандарында салыстырмалы аласа, тілімденген тасты бұйраттар немесе аласа таулар, қатты жыныстардан құралған шоқылар. Ғ.Қ. Қонқашбаев *Қазақтың ұсақ шоқысы* осы адырлардың - шоқылардың көп болуына байланысты аталған деп көрсетті [10]. Облыс аумағында *адыр* терминімен жасалған *Адыр, Ақадыр, Қараадыр, Түлкіадыр, Қызыладыр, Мамажанадыр, Шөладыр* және тағы басқа оронимдер саны 23 атауды құрады.

*Оба* – көтерілімдерде, кейде тегіс жерлердегі тастардың үйіндісі. Монғолияда да *овоо* – «үйінді», «*тас үйіндісі*», «*қорған*» дегенді білдіреді. Термин Қазақстанның географиялық атауларының құрамында жиі кездеседі, облыс бойынша 42 ороним *оба* терминінің қатысуымен жасалғаны анықталды. Облыс аумағындағы оронимдердің 91 атауында кездесетін *тас* терминінің бірінші мағынасы қазақ тілінде «тас», «жартас», якут тілінде *тас (таас)* – «тас», «тау», «жартас», «жота», «қатты түпкі жыныстардан құралған көтерілімдер» дегенді білдіреді. Екінші мағынасы (алт., тув.) «ормансыз аласа таулар», түркі тілінде *тас, таз* – «тақыр», «жалаңаш». Облыс аумағындағы топонимдердің аталуында бірінші мағынасына сәйкес қатты жыныстардан

құралған таулар, шоқылар, төбелер және тағы басқа көтерілімдерді сипаттауда пайдаланылған. Мысалы, *Ақтас, Қаратас, Сандықтас, Қызылтас, Тастысай, Тасиоқы, Қабақтас, Көптас* оронимдері қатты жыныстардан құралған тасты жер бедерінің болуына байланысты аталған. Э.М. Мурзаев Орта Азия елдерінің топонимиясында *даш/тас/таш* терминдерімен жасалған атаулардың көп екендігін келтірген [14].

Жер бедерінің оң формаларын сипаттайтын геоморфологиялық, әрі халықтық терминдердің келесі түрі – *жар*. Оронимдер құрамында жар терминінің қатысуымен 76 географиялық атау қарастырылды. Бұл терминнің де атаулары құрамында қайталану жиілігінің жоғары болуын облыс аумағының геоморфологиялық ерекшеліктерімен түсіндіруге болады. *Жар, яр* – өзен әрекетінен шайылған биік тік жағалау; борпылдақ жыныстардан құралған теңіз жағалауындағы жарлар. Ежелгі түркі тілінде *jar* – «жар», «тік жар»; қазақша, қырғызша *жар*, өзбекше *ёр*, якут. *джар (дьаар)* – «өзеннің биік, тік жағалауы», «теңіз жағалауындағы тік жар»; татар және башқұрт тіл. *яр* - "жаға"; азербайжанша *джар* – «жыра», «құрғатылған батпақ орнында қазылған канал»; алтай тіл. *jar* – "жаға", "жар"; хакас тіл. *чар* – "жаға", "жар" деген мағыналарды береді. Бұл жерден терминнің жағалаулық жыра, жарларға, құрғақ өзен арналарына қатысты екендігін байқадық. Дегенмен *жар* термині жыра, шатқалдар мен сай атауларында пайдаланылған. Мысалы, *Қызылжар, Жарсай, Жарлы, Ақжар* атаулары облыс аумағындағы жыралар мен сайлардың атаулары. Сонымен қатар таулар мен төбелер арасында да *жар* терминімен жасалған атауларды кездестіруге болады. Аумақтағы ірі геоморфологиялық бірлік Мұғалжар тауының атауын мысалға келтіруге болады. Мұғалжар оронимінің этимологиясын түсіндіруде бұл таудың XVIII ғ. орыс деректерінде Мугулжар, Мугалжар, Магулжар, Мугалджар болып аталғандығын ескеру қажет [15]. А. Әбдрахманов, А.К. Матвеев, Е. Қойшыбаев сынды ғалымдар мадьяр (венгер), монгол, монгул, могол, могул этнонимі, мұған түрік тайпасының атауларымен байланыстырғанымен, негізгі сөз құрамындағы жар термині өзгеріссіз сақталған. Яғни, номинация барысында жергілікті жердегі геоморфологиялық ерекшелік басты назарда болған деп тұжырымдауға болады. Э.М. Мурзаев Мұғалжар тауын жар терминінің қатысуымен жасалған деп келтірген [13]. Лингвистикалық тұрғыдан келгенде, филолог ғалым Б.Н. Бияров былайша талдайды: «атаудың бірінші сыңары «мұқ/моқ» моқал-комалый (тұқыл, мұқыл)» туынды түбірі «мұқалған, мүжілген», «аласа» мағыналарын береді. Ал екінші сыңары кәдімгі жар (жарқабак) сөзі тау орографиялық терминін ауыстырып тұр,

өйткені таудың шығыс беткейі көлбеу де, батыс беткейі тік (жарлы болып келеді). Атауға дәлел болып тұрған екі белгі бар: бірі – оның мүжілген, ескі тау екені, екіншісі – таудан гөрі жарға ұқсас келуі» [1]. Бұл белгілер Мұғалжар тауының физикалық-географиялық ерекшеліктерін анықтайды. Аталған пікірлерді талдау барысында және Мұғалжар тауының геологиялық деректер бойынша ескі тау екендігін ескере отырып, атаудың «мұқалған жар» мағынасында пайда болған деп есептейміз.

*Төрткүл, төрткіл* термині (дәлме дәл аудармасы – төртбұрыш) оронимдер қатарында 23 атауда кездеседі. Ғ.Қ. Қоңқашбаев терминнің Қазақстан аумағында түрлі мағынада кездесетіндігін дәлелдеген: – Қазақстанның оңтүстік-батыс бөлігінде төрткүл тілімденген беткейлі, шөгінді жыныстардан құралған көтерілімдерді (қалдық) білдіреді. Орыс географиялық әдебиеттерінде *турткуль, турткулевый рельеф* деген геоморфологиялық термин ретінде қолданылады; – Қазақстанның оңтүстігінде төрткүл деп тегіс шағын көтерілімдер түріндегі, төртбұрыш формасындағы ежелгі қоныстар мен бекіністердің қалдықтарын атайды [10]. *Төрткіл* терминін К.Д. Каймулдинова аласа таулы жер бедері типінің таралу ареалы шектеулі терминдер топтамасына жатқызады [8]. Ақтөбе облысы аумағындағы *Төрткіл, Ақтөрткіл, Қантөрткіл, Қостөрткіл, Кертөрткіл, Төрткілсор* төбелер мен таулар атауы қатарында бірінші мағынаға сәйкес келеді.

*Қара* сөзімен жасалған топонимдерді талдау барысында оның мағынасы туралы бірнеше қорытындылар шығаруға мүмкіндік берді. Э.М. Мурзаев қазақ тілінде қара – «үлкен, қатты, күшті»; «қатты тау жыныстарынан түзілген көтерілім, шоқы»; ал қырғыз диалектінде – «таудағы қар жаппаған орын» деп көрсетті. Е. Койшыбаев қара сөзі түстік мағынадан бөлек «жер», «төбе», «көтерілім», «жота», «алыс», «қалың» т.б. мағыналар білдіретіндігін атаған [9]. Ғ.Қ. Қоңқашбаев бойынша *қара* сөзі орографиялық нысандарға қатысты қатты тау жынысынан құралған, алыстан қою түспен ерекшеленіп көрінетін шоқыны немесе басқа салыстырмалы ірі көтерілімдерді білдіреді, ал гидрографиялық нысандарда грунт суларымен қоректенетін көл немесе өзендерді сипаттайды [11]. Сонымен қатар басқа зерттеушілер Р. Юзбашев, О.Т. Молчанова еңбектерінде *қара* – «көп»; «негізгі, ұлы» деген мағыналарда да кездеседі. Біздің зерттеуіміздегі оронимдер құрамындағы *қара* сөзі орографиялық нысандарға қатысты сипаттамаға сәйкес келеді және *Шөлқара, Қосқара, Қара, Ащықара, Қарабас* сияқты географиялық атаулардың жасалуына негіз болған.

Оронимдер қатарында метафоралық терминдер қатарына да жатқызылатын *бас* термині тау, төбенің жоғарғы бөлігін, өзен бастауын және жоғарғы ағысын, жартас, құздардың жоғарғы бөлігін белгілеуде қолданылады. Ежелгі түркі тілінде *ваз* – «өзеннің жоғарғы ағысы, басталған орны» деген мағына білдірсе, татар тілінде *баш (бас)* термині «бастау орны, өзеннің жоғарғы ағыны», «бас», «жоғарғы жақ» мағынасында қолданылады және ол елде гидрографиялық нысандар атауларында жиі кездеседі [2]. Облыс аумағында *Бас, Ақбас, Тақырлыбас, Түлкібас, Сарыбас* және т.б. атаулармен тау, төбе сияқты орографиялық нысандардың номинация процесіне ұшырағаны байқалады.

Географиялық атауларда кеңінен таралған *құм* терминімен жасалған атаулар облыс аумағындағы оронимдер құрамында *Баршақұм, Жиделіқұм, Аяққұм, Аралқұм, Аққұм, Жаманқұм, Желқұм, Кішіқұм, Қаңбақтықұм, Құмжарған* және тағы басқа барлығы 131 атауды құрайды. Терминнің таралу ареалы құмды массивтердің таралуымен сәйкес келеді.

Жер бедерінің теріс пішіндерін анықтайтын орографиялық терминдер ішінде қайталану жиілігі жоғары *сай* терминін атауға болады. Статистикалық талдау барысында облыс аумағындағы оронимдер құрамында *сай* терминімен жасалған 904 атау (44,5 %) анықталды. Махмуд Кашгари еңбегіне сүйене отырып Э.М. Мурзаев: *saj* – «вулкандар әрекетінен пайда болған тасты жер», шөлді жазық»; *saj jazi* – «жазық», «тасты жазық»; *sajram, sajram suv* – «ұсақ, таяз су» деген мағыналарды көрсететіндігін талдады. Түркия, Азербайжанда *чай (сау)* – «өзен», қырғ. *сай* – «құрғаған арна немесе кеуіп қалған өзен», «уақытша өзен» дегенді, түркмен тілінде де *чай* осы мағынаны білдіреді [13, 14]. Монғолияда *сайр* формасында – «құрғақ жыра», «қар еріген немесе жауын уақытында толатын уақытша өзен арнасы» деген мағынада қолданылады [10]. Географиялық сөздіктер мен әдебиеттерде «құрғаған арна, уақытша өзен» деген мағынаға сәйкес келеді. *Сай* – көбіне құрғақ, кейде маусымдық су ағатын, беткейі көлбеулене келген ұзын ойыс, аңғар. Жер бетінің эрозияға ұшырауынан және жыралардың одан әрі дамуынан қалыптасады. Ежелгі өзен аңғарларының (кейде арналарының) орнында да қалыптасуы мүмкін [7]. Термин көбіне өзендер мен сай, жыралардың атауларында жиі кездеседі.

**Қорытынды.** Ақтөбе облысы аумағындағы топонимдер құрамындағы орографиялық терминдерге талдау жасау арқылы мынадай қорытындыға келеміз:

1. Халықтық (жергілікті) географиялық терминдер топонимдер құрамына қатысады және сол жердегі нысандардың ерекшеліктеріне сәйкес

келеді. Облыс аумағындағы оронимдер құрамында халықтық орографиялық терминдермен жасалған географиялық атаулар жартысына жуығын (42,5 %), соның ішінде *сай, төбе, шоқы, төрткіл, құм, тас, оба, бас, тау, жар, адыр, қара* терминдерімен жасалған атаулар 80 пайызға жуығын құрайды.

2. Жер бедері мен оның элементтерін белгілейтін географиялық терминдер тобының басымын жер бедерінің оң пішіндері мен типтерін сипаттайтын геоморфологиялық терминдер құрайды және олар облыстағы географиялық атауларда, соның ішінде оронимдерде жақсы көрініс тапқан.

3. Халықтық географиялық терминдер көптеген географиялық атаулардың мағынасын ашуда маңызды рөл атқарады. *Тау, төбе, тас, жар, шоқы* сияқты жиілігі жоғары халықтық орографиялық терминдердің сипаттамасын облыс аумағындағы кейбір топонимдердің этимологиясын анықтауда салыстырмалы ғылыми зерттеулердің нысаны ретінде пайдалану мүмкіндігі мол деп білеміз.

4. Ақтөбе облысындағы оротерминдер мен өзге де географиялық атаулардың топонимдер жасалуында физикалық-географиялық тұрғыда қалыптасқанын аңғартты.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бияров Б.Н. Кейбір макротопонимдердің этимологиясы. Жер-су атауларының тарихы мен бүгінгі жай-күйі. Республикалық ғылыми-практикалық конференция материалдарының жинағы. – Астана: Сарыарқа, 2013. – Б. 81-97.
2. Гарипова Ф.Г. Татар топонимиясе: халқыбызның географик атамаларында – терминнар. – Казан: ТӘҺСИ, 2017. – С. 67-74.
3. Достай Ж., Сапаров Қ. Ландшафт тұрпаттарын (типтерін) анықтаудағы топонимдердің рөлі // География және табиғат. – 2006. – №5(23). – Б. 5-9.
4. Жанұзақ Т. Халықтық географиялық терминдердің семантикалық шегі және олардың топонимдер жасаудағы өзіндік орны // Ономастикалық Хабаршы. – 2014. – №2(28). – Б. 58-64.
5. Қазақстан Республикасының географиялық атауларының мемлекеттік каталогы. 13 том. Ақтөбе облысы. – Алматы, 2016. – Б. 30-525.
6. Қазақстан Республикасының Ұлттық атласы. – Т.1. – Алматы: VIT BRAND, 2010 – Б. 51.
7. Қазақстан табиғаты: Энциклопедия /Бас ред. Б.Ө. Жақып. – Алматы: «Қазақ энциклопедиясы» ЖШС, 2012. 4-том. – Б. 304.

8. Каймулдинова К.Д. Қазақстанның аридті аймақтарының топонимиясы. – Алматы: Те-Color, 2010. – Б. 57-67.
9. Койчубаев Е. Краткий толковый словарь топонимов Казахстана. – Алматы, 1974. – С. 118-125.
10. Конкашпаев Г.К. Казахские народные географические термины // Известия Академии наук КазССР. Серия географическая. – 1951. – Вып. 3. №99. – С. 3-45.
11. Конкашпаев Г.К. Словарь казахских географических названий. – Алматы, 1963. – С. 8-139.
12. Левшин А.И. Описание киргиз-казачьих, или кирги-кайсацких орд и степей (под ред. М.К. Козыбаева). – Алматы: Санат, 1996. – Б. 44-50.
13. Мурзаев Э.М. Словарь народных географических терминов. – М.: Мысль, 1984. – С. 443.
14. Мурзаев Э.М. Тюркские географические названия. – М.: Издательская фирма «Восточная литература» РАН, 1996. – С. 16-234.
15. Рычков П.И. Топография Оренбургской губернии. – Оренбург: Бреслина, 1887. – С. 439.
16. Сапаров Қ.Т. Метафоралық терминдер және топонимия // ПМУ Хабаршысы. – 2007. – №3. – Б. 116-121.
17. Penko N. S. Engraved in the Landscape: The Study of Spatial and Temporal Characteristics of Field Names in the Changing Landscape // A Journal of Onomastics Names. – 2018. – Volume 67. Issue 1. – P. 1-14.

Поступила 08.04.2019 г.

А.Г. Абдуллина

Доктор геогр. наук

К.Т. Сапаров

### **ТОПОНИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ОРОГРАФИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ключевые слова:** топоним, народные географические термины, оронимы, орографические термины, ландшафтно-геоморфологическая особенность

*В статье рассмотрены орографические термины, встречающиеся в географических названиях Актюбинской области и их топонимическая активность. С помощью природно-географического, лингвистического анализа народных географических терминов выявлена их связь с*

геоморфологическими, ландшафтными особенностями территории. Сделана классификация терминов содержащихся в более 4000 названий орографических объектов, встречающихся на территории исследования, которые представлены в виде таблиц и диаграмм.

A.G. Abdullina, K.T. Saparov

## **TOPONYMIC ACTIVITY OF OROGRAPHIC TERMS OF AKTOBE REGION**

**Keywords:** toponym, folk geographic terms, oronyms, orographic terms, landscape-geomorphological feature

*The article discusses the orographic terms found in the geographical names of the Aktobe region and their toponymic activity. With the help of natural-geographical, linguistic analysis of popular geographical terms, is revealed their connection with the geomorphological, landscape features of the territory More than 4000 names of orographic objects found in the study area are considered, the terms were classified. The data is presented in tables and charts.*

УДК 528.8.042 (504.75.06)

PhD

Б.Б. Имансакипова<sup>1</sup>Б.И. Кидирбаев<sup>1</sup>А.В. Чернов<sup>1</sup>Г.С. Шакиева<sup>1</sup>

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ПАВОДКОВОЙ СИТУАЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

**Ключевые слова:** паводок, стихийные бедствия, радарная интерферометрия, sag, зоны затопления, sentinel 1a/sentinel 1b.

*Рассмотрены научно-методические основы оценки паводковой ситуации на основе данных радарной интерферометрии и ГИС-технологий для использования космического мониторинга исходя из рациональности выбраны радарные снимки спутниковых систем Sentinel 1A/1B. Обработка снимков осуществлялась с помощью программы SNAP (с пакетом SIToolbox) на примере паводковой ситуации в Карагандинской и Восточно-Казахстанской областях на основе радарных снимков определены зоны затопления. Показаны, что радарные снимки обладают преимуществом одновременного охвата всей исследуемой территории, оперативности получаемых результатов, независимости съемки от времени суток и атмосферных условий. Эффективность космического мониторинга повышается с использованием ГИС-технологий, включающие максимально детализированные слои с объектами инфраструктуры и подробной атрибутивной информации. Этому способствует созданная геоинформационная модель определения ущерба (ГМОУ).*

**Введение.** Ежегодно, в весенний период на территории Республики Казахстан происходит большое количество чрезвычайных событий природного характера (сходы лавин, сели, оползни и паводки). Возникновение всех этих явлений тесно связано с таянием снегов, выпавших в зимний период.

---

<sup>1</sup>Satbayev University, г. Алматы, Казахстан.

Для РК весенние паводки зачастую оказываются наиболее разрушительными, в качестве примера можно привести [4]:

– 12 марта 2010 года. Прорыв плотины водохранилища Кызылагаш в Алматинской области. По официальным данным без крова остались 2 тыс. человек (проживавших в одноименном поселке), погибли 43 человека. Общие затраты на восстановление составили 53 млн долларов.

– Апрель 2011 года. Западно-Казахстанская область, город Уральск. Резкий подъем воды в реках Чаган и Деркун, подтоплено более 100 домов, материальный ущерб составил 19 млн тенге, ущерб сельскому хозяйству 124,9 млн тенге.

– 31 марта 2014 года. Карагандинская область, поселок Кокпекты. Прорыв плотины Кокпектинского водохранилища, подтоплено более 100 домов, погибло 5 человек, материальный ущерб составил 87,6 млн тенге.

– 11 марта 2018 г. Карагандинская область, город Аягоз. В результате сильных дождей затоплены дома, пешеходные зоны и автомобильные дороги. Общий ущерб составил порядка 169 млн тенге.

Вышеперечисленное лишь малая часть того, что ежегодно происходит на территории Республики Казахстан. При этом немаловажной задачей, является не только своевременный прогноз таких явлений, но и последующая оценка нанесенного ущерба.

Задача оперативного получения информации о текущих границах зон затопления эффективно решается при использовании систем космического мониторинга. Подобная оперативная система космического мониторинга паводков и наводнений в Казахстане развивается с 2001 г., а уже с 2002 г. началось практическое использование этой системы в интересах органов ЧС различного уровня [1].

Наиболее рациональным представляется использование систем космического мониторинга, базирующихся на спутниках, оснащенных SAR оборудованием (радары X, C и L диапазонов), то есть радарных спутниковых миссиях Sentinel 1A/1B, RADARSAT-2, ALOS PALSAR, COSMO-SkyMed-1,2,3,4. Преимущество таких миссий, применительно для определения границ зон затоплений состоит в следующем:

1) всепогодность и независимость съемки от времени суток и атмосферных условий [3], что особенно актуально в дождливые сезоны, когда затопление может продолжаться и после проведения первичной съемки, а непрекращающиеся дожди и облачность мешают проведению оптической съемки;

2) области с гладкой поверхностью открытой воды легко детектируются на радарных изображениях; плоская спокойная водная поверхность действует как зеркальный отражатель, который рассеивает энергию радара в сторону от сенсора [3].

Минусом при этом можно считать достаточно высокую сложность обработки и дешифрирования (в отличие от снимков в оптическом диапазоне).

Для отработки технологии использовались радарные снимки спутниковых миссий Sentinel 1A/ Sentinel 1B (см. таблица 1). Это семейство европейских радарных спутников дистанционного зондирования Земли (запущенных в рамках проекта “Copernicus”, предыдущее название GMES), работающих совместно на одной орбите в режиме тандемной пары, и позволяющие получить радарные снимки с периодичностью 1 раз в 6...12 дней. Важным преимуществом этих спутников перед другими радарными миссиями является то, что их снимки находятся в свободном доступе (можно скачать после регистрации), скачивание возможно на специализированных европейских и американских порталах [5].

Таблица 1

Параметры спутников Sentinel 1A/ Sentinel 1B [6, 7]

Характеристика	Sentinel 1A	Sentinel 1B
Дата запуска	3 апреля 2014 года	25 апреля 2016 года
Срок активной эксплуатации	7 лет	7 лет
Высота орбиты/Наклон орбиты	693 км/98,1°	693 км/98,1°
Съемочная аппаратура	Synthetic Aperture Radar (C-band)	Synthetic Aperture Radar (C-band)
Поляризация	Одинарная (HH либо VV) или двойная (HH/HV либо VV/VH)	Одинарная (HH либо VV) или двойная (HH/HV либо VV/VH)
Период съемки, сут.	12	12
Режим работы	Тандемная пара	

Основной задачей, которая была поставлена в процессе работы является определение зон затопления во время следующих ЧС:

- Затопление прибрежных территорий в апреле 2017 года возле г. Темиртау (п. Чкалово).
- Затопление города Аягоз 11 марта 2018 г.

**Материалы и методы исследований.** В данной работе используются снимки Sentinel 1A/ Sentinel 1B с данными С-диапазона IW (interferometric wide swath), имеющие поляризации VV/VH и пространственное разрешение 5x20 метров. В первом случае использовались 2 снимка – один из них сделан на момент события ( $\pm 2$  дня), второй сделан спустя месяц (в мае). В третьем случае использовался снимок, сделанный спустя сутки после паводка (12 марта) и снимок сделанный за 6 дней до события (5 марта), что позволило определить границы подтопления максимально эффективно.

Обработка снимков осуществлялась с помощью программы SNAP (с пакетом S1Toolbox). В основе обработки лежит метод, при котором два снимка (один из них делается до начала чрезвычайной ситуации, второй в разгар бедствия) совмещаются и находится разница между амплитудными данными (которая выражается в изменении отражательной способности затопленных и сухих участков). После чего выполняется классификация пикселей и выделяются пороговые значения, на основе которых формируются зоны затоплений.

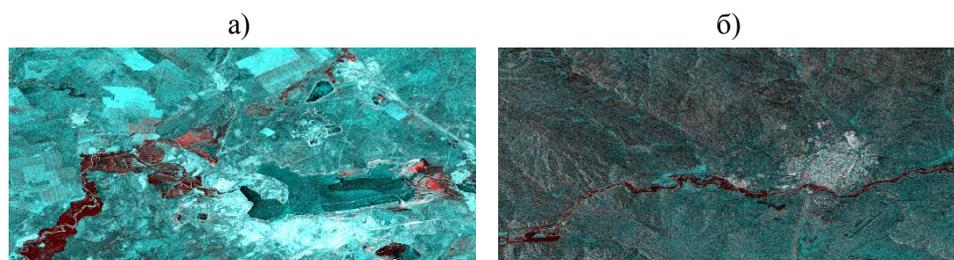
Обработка снимков включает в себя три основных этапа:

- Предварительная обработка.
- Определения пороговых значений обратного рассеяния от водной поверхности (в дБ) и создание масок, содержащих границы затопленных зон.
- Экспорт результатов в ГИС и совмещение границ зон затопления с пространственными данными ГИС [2].

Предварительная обработка включает в себя следующие шаги [3, 5]:

- 1) выделение фрагмента с исследуемой областью;
- 2) устранение некогерентного накопления;
- 3) радиометрическую калибровку;
- 4) пространственное совмещение разновременных изображений

**Результаты и обсуждение.** По результатам предварительной обработки были получены совмещенные амплитудные снимки, содержащие в себе трехцветный композит, в котором синим цветом выделены зоны, свободные от затопления, а красным зоны, покрытые водой (рисунок 1).



*Рис. 1. Амплитудные изображения с зонами затопления (выделены красным цветом) за 2017 г. (а) для Карагандинской области и 2018 (б) г. для Восточно-Казахстанской области.*

Следующим шагом является определение пороговых значений обратного рассеяния от водной поверхности. Пороги определяются по среднему значению амплитуды (в совмещенном изображении) в области с известной открытой водой на исследуемых изображениях [3]. Полученные пороговые значения служат для автоматизированной выборки пикселей, образующих маску с зонами затопления. Маска представляет собой черно-белое изображение, имеющее пространственную привязку, охват и разрешение, идентичные исходному (амплитудному) изображению, но при этом пиксели в изображении содержат всего 2 значения – 0 и 1, где 0 – зона без затопления, 1 – затопленная зона. По результатам анализа были получены пороговые значения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Обратное рассеяние в дБ от водной поверхности для исследуемых территорий

Исследуемый объект	VV поляризация	Дата съемки
Карагандинская область (г. Темиртау)	-25	16.04.2017 г.
Восточно-Казахстанская область (г. Чкалово)	-15	11.03.2018 г.

После создания масок, их можно загрузить в любую ГИС-программу для более подробного анализа. В работе было использовано программное обеспечение QGIS с заранее подгруженным набором базовых слоев (граница населенных пунктов, дороги, здания) Open Street Map и базовой картографической подложкой OSM. В результате можно видеть наложение полученных масок с зонами затопления на картографическую подложку с векторными и растровыми слоями (рисунок 2).



Рис. 2. Зоны затопления (выделены красным цветом) за 2017 г. (а) для Карагандинской области и 2018 (б) г. для Восточно-Казахстанской области.

Как видно из рисунка 2 по радарным снимкам удалось достаточно точно определить для первого рисунка (рисунок 2а) границы разлива талых вод в весенний период, когда пострадали многие мелкие поселки возле г. Темиртау, и зоны подтопления г. Аягоз для второго рисунка (рис. 2 б), когда в результате весенних дождей был практически полностью затоплен весь город.

После добавления масок к картографическим данным для выполнения поиска пострадавших от подтопления зданий и сооружений запускается геоинформационная модель определения ущерба (ГМОУ), структура которой приведена на рис. 3.



Рис. 3. Геоинформационная модель определения ущерба.

ГМОУ определяет какие из объектов попали в зону паводка и выделяет их для пользователя контрастным цветом (рисунок 4), одновременно формируя список этих объектов.



*Рис. 4. Дома в городе Аягоз, попавшие в зону затопления (зелеными кружками выделены дома, избежавшие подтопления).*

Логичным продолжением первой версии ГМОУ является ГМОУ в. 2 (рисунок 5), которая представляет собой расширенную версию данной модели, имеющую следующий функционал:

- Определение стоимости подтопленных сооружений, и как результат ориентировочных затрат на восстановление.
- Определение числа пострадавших в разрезе возраста, материального статуса и т.д., и как результат размеров гуманитарной помощи и компенсаций.

Определение площадей подтопленных сельскохозяйственных угодий, и как результат объем необходимого спонсирования фермеров.

Из вышеприведенного, можно сказать, что определение зон затоплений с использованием радарных снимков не дает возможность спрогнозировать возникновение паводка. Но его большим преимуществом является охват и оперативность получаемых результатов, которые позволяют в кратчайшие сроки (за 1...2 дня) полностью оценить размеры пострадавших территорий, количество объектов инфраструктуры и людей, попавших в зону ЧС. При этом нет необходимости использовать дорогостоящую технику (вертолеты, самолеты) для облета территории, которую можно вместо этого задействовать для оказания помощи пострадавшим. При этом необходимо учитывать, что возможно использование оперативных данных спутниковой миссии Sentinel, которые находясь в свободном доступе, еще более удешевляют процесс

проведения оценки ущерба, позволяя тратить выделенные средства на более неотложные нужды.

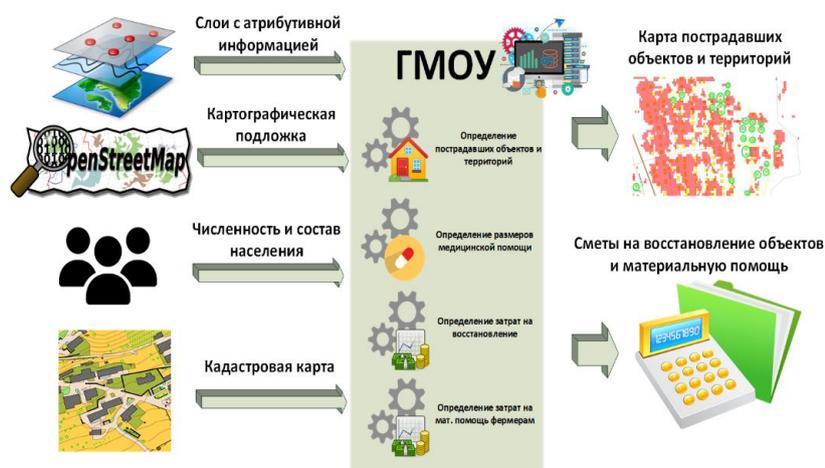


Рис. 5. Геоинформационная модель определения ущерба (расширенная версия.)

**Выводы.** Таким образом, определение зон затоплений с использованием радарных снимков малопригодно для регулярного мониторинга (в текущей методике обработки радарных снимков) и не может заменить полноценные гидрологические изыскания, но весьма эффективен для оперативного определения границ бедствия, попавших под удар стихии объектов (их числа, назначения и т.д.) и как следствие, материального ущерба и возможных затрат на восстановление инфраструктуры, разрушенных зданий и размеров компенсаций пострадавшим людям. Также вид зонирования дает возможность в дальнейшем предсказать динамику развития затопления участков местности на основе уже собранных данных и принять возможные меры к предотвращению возникновения ЧС (строительство защитных сооружений, дамб, укрепление берегов и т.д.).

Использование такого рода технологии невозможно без развитой ГИС-системы, включающей максимально детализированные слои с объектами инфраструктуры и подробной атрибутивной информацией.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипкин О.П., Сагатдинова Г.Н., Бралинова Ж.А. Оценка потенциального развития паводков на основе анализа многолетних

- временных рядов ДДЗ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. – Т. 11. № 4. – С. 127–136
2. Имансакипова Б.Б., Чернов А.В., Кидирбаев Б.И., Мустафин М.Г. Повышение эффективности оценки паводковой ситуации с использованием данных радарной интерферометрии и ГИС-технологий // Цифровые технологии в геодезии, маркшейдерии и геомеханике: Труды Международного форума маркшейдеров, 19-20 апреля 2019 – Караганда, 2019 – С. 85-88
  3. Родионова Н.В. Анализ изображений Sentinel 1 для весеннего паводка в Алтайском крае в апреле 2015 года и Рязанской области в апреле 2016 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. – Т. 14. № 1. – С. 136–146
  4. Тукпиев Ж. Адские паводки. Какие регионы Казахстана под угрозой затопления? [Электрон. ресурс]. – 2018. – URL: <https://www.kazpravda.kz/multimedia/view/adskie-pavodki-kakie-regioni-kazahstana-pod-ugrozoi-zatopleniya/> (дата обращения: 05.04.2019)
  5. Храмов Д. Обнаружение зон затопления по радарным снимкам КА Sentinel-1 [Электрон. ресурс]. – 2017. – URL: <http://dkhramov.dp.ua/obnaruzhenie-zon-zatopleniia-po-radarnym-snimkam-ka-sentinel-1#.XIaPGyzaiP> (дата обращения: 05.03.2019)
  6. Sentinel-1A, 1B [Электрон. ресурс]. – URL: <https://innoter.com/sputniki/sentinel-1a-1b/> (дата обращения: 10.03.2019).
  7. Sentinel-1 [Электрон. ресурс]. – URL: <https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/sentinel-1> (дата обращения: 10.03.2019).

Поступила 03.03.2019

PhD

Б.Б. Имансакипова  
Б.И. Кидирбаев  
А.В. Чернов  
Г.С. Шакиева

### **РАДИОЛОКАЦИОННАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ ЖӘНЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЯСЫ АРҚЫЛЫ СУ ТАСҚЫНЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ**

**Түйін сөздер:** су тасқыны, табиғи апаттар, радиолокационная интерферометрия, sar, су басу аймақтары, sentinel 1a / sentinel 1b

*Ғарыштық мониторингті пайдалану үшін радарлық интерферометрия және геоақпараттық жүйелер (ГАЗ)*

технологиялары мәліметтері негізінде су тасқыны жағдайын бағалаудың ғылыми-әдістемелік негіздері қарастырылды рационалдылыққа сүйене отырып sentinel 1A/1B спутниктік жүйелерінің радарлық суреттері таңдалған. Радарлық түсірілімдердің барлық зерттелетін аумақты бір мезгілде қамту артықшылығы, алынған нәтижелердің жеделдігі, түсірілімнің тәуліктің уақытынан және атмосфералық жағдайлардың Тәуелсіздігі, бұл әсіресе жаңбырлы маусымда, су басу алғашқы түсірілімнен кейін де жалғасуы мүмкін, ал тоқтаусыз жаңбыр мен бұлттылық оптикалық түсірілімдерді жүргізуге кедергі келтіреді; Ғарыш мониторингінің тиімділігі ГАЖ-технологияларды пайдалана отырып, инфрақұрылым объектілері бар барынша егжей-тегжейлі қабаттарды және толық атрибутивтік ақпаратты қамтитын жоғарылайды. Бұған залалдарды анықтаудың геоақпараттық моделі (ГМОУ) ықпал етеді.

B. Imansakipova, B. Kidirbayev, A. Chernov, G. Shakiyeva

### **IMPROVING THE EFFICIENCY OF FLOOD ASSESSMENT USING RADAR INTERFEROMETRY AND GIS TECHNOLOGY**

**Key words:** flood, natural disasters, radar interferometry, sar, flooding zones, sentinel 1a/sentinel 1b

*The scientific and methodological basis for assessing the flood situation based on radar interferometry and GIS technologies for the use of space monitoring is considered. based on the rationality, radar images of Sentinel 1A/1B satellite systems are selected. The images were processed using the SNAP program (with the SIToolbox package). the flood situation in the Karaganda and East Kazakhstan regions was shown as an example. It is shown that radar images have the advantage of simultaneous coverage of the entire study area, the efficiency of the results obtained, and the independence of the survey from the time of day and atmospheric conditions. The effectiveness of space monitoring is enhanced using GIS technologies that include the most detailed layers with infrastructure objects and detailed attribute information. This is facilitated by the created geoinformation model for determining damages.*

ӘӨЖ 911.8 (574)

Геогр.ғылымд. докторы М.Н. Мусабаева<sup>1</sup>  
Г.Б. Абиева<sup>1</sup>**ӨЗЕН АЛАПТАРЫНДАҒЫ ТАБИҒАТТЫ ПАЙДАЛАНУ  
САЛДАРЛАРЫН ЖҮЙЕЛІК ТӘСІЛДЕМЕ ТҮРҒЫСЫНАН ТАЛДАУ  
(ҮЛКЕН БҰҚПА ӨЗЕНІ МЫСАЛЫНДА)**

**Түйін сөздер:** кіші өзен, өзен алабы, геожүйе, жүйелік тәсілдеме, табиғат пайдалану, табиғат пайдалану түрлері, судың ластануы.

*Мақалада өзен алаптары шегіндегі экологиялық жағдайды жүйелі көзқарас тұрғысынан зерттеу мүмкіндігі қарастырылды. Мысал ретінде Үлкен Бұқпа өзені алабындағы антропогендік өзгерістер мен экологиялық жағдай зерттелді. Экологиялық жағдай табиғи жағдайлар мен табиғат пайдалану қарқындылығының өзара іс-қимылының нәтижесі ретінде қаралып, табиғат пайдалану түрлері анықталды.*

**Кіріспе.** Гидрологияда жүйелік тәсілдемені қолдану су нысандарын зерттеу барысында жүйелік әдіснаманың негізгі қағидаларын пайдалануды қарастырады. Осы қағидаларды қолдану кез-келген жүйе бөліктерінің динамикасы мен құрылымының ерекшеліктерін ескере отырып, оны талдауға және жинақтауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты барлық бөліктерінің, үдерістері мен құбылыстарының тұтастығы, иерархиялығы, өзара тәуелділігі мен өзара шарттастығы ерекше болып келетін зерттеу нысанын (геожүйелерді) анықтау үлкен маңызға ие. Егер геожүйе – ортақ негізі бар элементтердің жиынтығымен сипатталатын, осы жиынтықтың тұтастығын айқындайтын географиялық қабықтың бөлігі дейтін болсақ, онда кез келген су нысаны геожүйе болып табылады. Ол бірыңғай негізге ие, оның құрамдас бөліктері бір-бірімен тығыз байланысты [6].

Зерттелетін су нысанына жүйелік тәсілдемені қолдану зерттеу мақсатын нақты тұжырымдауды қажет етеді. Бұл нысанның құрылымын,

---

<sup>1</sup> Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

оның қызметі мен дамуын қамтамасыз ететін өзара байланысты үдерістерді зерттеу сызбасын дайындауға мүмкіндік береді.

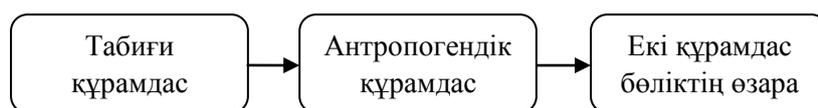
Жүйелік тәсілдеме тұрғысынан бір де бір табиғи ресурс басқаларынан дербес пайдаланылуы немесе қорғалуы мүмкін емес. Мысалы, суару жүйелері арқылы суару нәтижесінде топырақтың құнарлылығын арттыру су ресурстарының сарқылуына әкелуі мүмкін, сондықтан оны алдын ала болжап, ескерту қажет. Өзенге қалдықтардың төгілуі олардың балықтарға ғана емес, сонымен қатар, осы су нысанының биохимиясына, өзен ағып өтетін ауданмен қоса өзеннің құяр сағасына дейінгі ауданның сумен қамтамасыз ету жүйесіне тигізетін әсері бойынша да бағалануы тиіс [7].

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Зерттеу жұмысында өзен алабын парадинамикалық жүйе ретінде қарастырамыз, онда екі функционалдық деңгей – су жинау аумағы мен гидрографиялық торы ажыратылады. Өзен алабы – табиғаттың барлық компоненттері өзара әрекеттесетін табиғи жүйе; оған жер бедерінің белгілі бір түрлері, климаттың ерекше белгілері, топырақ жамылғысы мен органикалық дүниесі сипатты.

Қазіргі жағдайда өзен алаптары табиғи-шаруашылық жүйелер болып табылады, олардың шегінде табиғи және антропогендік факторлар бірлесе әрекет жасайды. Антропогендік әсер алаптағы экологиялық тепе-теңдікті бұзады, соның нәтижесінде табиғи экожүйенің жаңа сапаға ауысуы орын алады. Жүйе жағдайының параметрлері рұқсат етілген нормалар мен шекаралар шегінен асып кетпеуі үшін табиғи кешендердің өзін-өзі дамыту режимімен шаруашылық қызметтің әртүрлі түрлерінің өзара әрекеттерін оңтайландыру жолдарын табу маңызды [4].

Табиғат пайдалануды басқаруда жүйелік тәсілдемені пайдаланудың әдістемелік негізін аса күрделі иерархиялық құрылған табиғи-шаруашылық жүйе ретіндегі өзен алабы туралы түсінік құрайды, оның шегінде табиғи заттың, энергия мен ақпараттың бір бағытты ағыны табиғи және шаруашылық компоненттердің құрылымдалуына, олардың арасындағы тығыз байланыстар мен өзара іс-қимылдарға ықпал етеді. Суайрықтан өзен сағасына қарай бағытталған су ағындары өзен алабын қалыптастырушы қуатты ұзақ мерзімді біріктіруші факторлар, ал өзен – алаптың табиғи бөлінуін, тұрғындар мен шаруашылықтың аумақтық құрылымын анықтайтын жүйе түзуші фактор болып табылады.

Алаптың табиғи және шаруашылық компоненттерінің жүйелік өзара байланысы, алап шекарасын бөлудегі айқындығы мен нақтылығы уақыт пен кеңістікте алаптың табиғи құрамдас бөліктері мен кешендері жағдайының өзгерісін болжау мүмкіндігі табиғатты пайдалануды басқарудағы жүйелік тәсілдемені кеңінен қолданудың негізін құрайды. Оны төмендегі 1- суретте берілген өзен алабын геожүйе ретінде зерттеу сызбасынан байқауға болады. Бұл жерде өзен алабының табиғи құрамдас бөліктеріне алаптың географиялық сипаттамасы мен алаптың құрылымы кіретін болса, антропогендік құрамдас бөлікке алаптағы табиғат пайдалану құрылымы мен қарқыны, геожүйелердің қызметі жатады. Ал, екеуінің бірігуінен туындаған құрамдас бөліктердің өзара іс-қимыл нәтижесі ретінде өзен алабында пайда болған экологиялық мәселелер мен геожүйенің қазіргі жағдайын атап кетуге болады.



*Сур.1. Өзен алабын геожүйе ретінде зерттеу сызбасы.*

Кіші өзендердің су ресурстары зоналық және азоналық факторлардың әсерлерінен қалыптасады. Өзен алабы шағын болса, ағынның зоналық сипаттамалардан ауытқу ықтималдығы артады. Кіші өзендердің ағынына жергілікті (азональды) факторлар: мезо- және микрорельеф, геологиялық құрылым, топырақ, микроклимат, қар жамылғысы және басқалар үлкен ықпалын тигізеді. Осылайша, азональды факторлар кіші өзендердің ерекшелігін анықтайды. Зоналық және азональды факторлардың үйлесімі аумақты пайдалану үшін негіз болып табылатын, физикалық-географиялық жағдайлардың бірегейлігіне алып келеді [8].

Өзен алаптарының антропогендік ластануы мен өзгеруі сулардың химиялық сипатын өзгертеді. Бұл өзгерістің деңгейі табиғат пайдаланудың түрі мен қарқындылығына байланысты болады. Антропогендік жүктеменің арту деңгейі мен табиғи кешендердің өзгерісі бойынша игерілген аудандарда табиғат пайдаланудың бірнеше түрі ажыратылады: табиғат қорғау, рекреациялық, кәсіптік, ауылшаруашылықтық, орман пайдаланушы, селитебті, жол-көлік, өнеркәсіптік.

Кіші өзендер әсіресе антропогендік әсерлерге қатты сезімтал келеді және су жинау алабында болып жатқан күрделі табиғи-

антропогендік үдерістердің кешенді көрсеткіші болып табылады. Кіші өзендердің жағалауларында еліміздегі халықтың едәуір бөлігі қоныстанғаны бәрімізге белгілі. Қалалық құрылымдар қала және оның маңындағы кіші өзендер жүйесінің ресурстарын тиімсіз пайдаланудың негізгі көзі болып табылады және су экожүйесін сақтау мен қалпына келтіру туралы іс-шараларға аса көңіл бөлмейді. Сондықтан қалалық кіші өзендердің су режимін талдау және болжау аймақтағы шаруашылық қызметті жүргізудегі өзекті мәселе болып табылады.

Үлкен Бұқпа өзені алабы Орталық Қазақстандағы көптеген кіші өзендерден қала аумағын кесіп өтуімен ерекшеленеді. Өзен алаптарындағы табиғат пайдалану түрлерінің әртүрлілігіне қарамастан олардың ішінен өнеркәсіпті және селитебті басым түрлерін (аумаққа барынша әсер ететін) бөліп көрсетуге болады.

Өзеннің ұзындығы 14 км, су жинау ауданы 79,3 км<sup>2</sup> [5]. Бастауын №38 байыту фабрикасының (БФ) қалдықтұндырғышынан алады да оңтүстік-батысқа қарай ағады. Өзен арнасы ескі қала ауданында оңтүстікке бұрылып, шахта кеніштерімен, қала сыртымен, стадион жанымен ағып отырып, саябақ аймағында коллектор арқылы жер астымен және хайуанаттар бағы ауданында қайтадан өз табиғи арнасы арқылы тоғаннан өтіп, Федоров су қоймасынан төменгі тұста Соқыр өзеніне құяды.

Аумақтың жер бедері ұсақ шоқылармен күрделіленген толқынды жазық ретінде көрсетілген. Алаптың абсолюттік белгілері – 490...530 м. Зерттеліп отырған аумақ геологиялық қатынасы жағынан орталық бөлігі Қарағанды ортаңғы-жоғарғыпалеозой мұльдасымен (Қарағанды көмір алабы) көрсетілген Қарағанды синклиний шегінде орналасқан. Шөгіндінің денудацияланған беті сазды делювиалды-пролювиалды және қиыршық тасты элювиалды шөгінділердің әлсіз (1...3 м) жабындысымен көмкерілген. Проллювиалды шөгінділер тар жолақ түрінде кіші өзендер мен уақытша су ағындарының арналарын толтырады, ол ұсақ тастар, құмдар, саздар, құмдақтар және саздақтармен көрсетілген. Қалыңдығы 1...2 м, кейде 3...5 м жетеді [5].

Орталық Қазақстанның гидрогеологиялық аудандастыруының сызбасы бойынша Үлкен және Кіші Бұқпа өзендерінің алаптары жарықшақты сулардың Қарағанды алабының батыс бөлігінде орналасқан. Сонымен бірге сулылық горизонты аллювиалды шөгінділерден тұратын Қарағанды синклиналына да еніп жатыр.

Ортаңғытөрттік–қазіргі аллювиалдық шөгінділердің сулылық горизонты ( $aQ_{II-IV}$ ). Құрамына өзендердің аңғарлары мен бірінші және екінші жайылма үсті террасалардың шөгінділері кіреді. Кіші өзен аңғарларындағы аллювиалдық шөгінділердің қалыңдығы 2...6 м құрайды. Жерасты суларының жату деңгейінің тереңдігі 0,7...8,2 м, көбіне I жайылма үсті террасаларының ішінде 1,2...3,3 м, ал өзен аңғарларының құрғаған учаскелеріне қарай 4...6,5 м дейін ұлғаяды. Жер асты суларының минералдануы мен химиялық құрамын жер беті суларының сапасы анықтайды [3].

Михайлов свитасының ортаңғыюра шөгінділерінің сулылық кешені ( $aQ_I$ ) 17,6 м тереңдікке дейінгі жыныстардың жарықшақты зона ішінде дамиды. Жер асты сулары хлоридті-сульфатты натрийлі құрамның басым болуымен сипатталады. Судың минералдануы  $1,7 \text{ г/дм}^3$  [3].

Қарастырылып отырған аумаққа топырақ түзілудің алуантүрлі жағдайы, әртүрлі топырақ жамылғысы, сор және сортаң топырақтардың болуы сипатты болып келеді. Ұсақ шоқылар аумағындағы топырақ түзуші жыныстарға негізінен төрттік шөгінділер жатады. Аумақтың көп бөлігін қоңыр қызғылт өте сортаң тұзды топырақтар алып жатыр. Кей жерлерінде бұл топырақтар сор және сортаң топырақтар кешенімен бірге кездеседі. Сор және сортаң топырақтар біртекті алқапта орналасқан, кей жерлерде топырақ жамылғысының негізгі қорын құрайды. Олар Қарағанды қаласының ішінде 44,2 % алып жатыр. Бұл топырақтар қоңыр қызғылт және шалғындық топырақтармен бір кешенде ұшырасады. Топырақтар неогендік жастағы көлдік-аллювиалды жазықтар аймағына жатады. Шалғындық-қызғылт топырақтар грунт сулары терең емес жерлерде кездеседі. Механикалық құрамы – сазды, саздақты. Өзен аңғарындағы әртүрлі шалғындық-қызғылт топырақтарда алуантүрлі астықтәріздес-шөптесінді интрозональды өсімдіктер топтасып таралған.

Зерттеген аумақтың өсімдіктер дүниесі өте жұтаң және бозды-бетегелі-жусанды шөпті жамылғысымен (жусан, бетеге, боз, мия, қараған және т.б.) көрсетілген [2].

Жер беті ағыны тек еріген қар суынан қалыптасады. Ыстық жаз мезгілінде және өте құрғақ топырақ грунтына жауған жауын-шашынның көп бөлігі булануға жұмсалғандықтан, оның өзендер мен уақытша өзендер ағынына еш маңызы болмайды. Су ағындарының грунтпен қоректенуі өте аз, тіпті кейде мүлдем болмайды. Сондықтан, еріген қар суының

қарастырып отырған аумақтың су ағындарына маңызын ескере отырып, олардың режиміндегі басты кезең көктемгі су тасқыны болып табылады.

Гидрографиялық тор жер бедері сияқты халықтың орналасуын сипаттайды. Қаланың түрлі функционалдық аймақтарын орналастыру және жоспарлау жер беті және жер асты суларының режимімен байланысты. Топырақ, өсімдіктер мен жануарлар әлемі көбінесе аумақты пайдалану түрлерін, қаланың функционалдық аймақтарын орналастыруды, сондай-ақ абаттандыру мен көгалдандыру тәсілдерін анықтайды.

Аталған аумақтардағы антропогендік қызмет түрлері өнеркәсіппен, коммуналдық шаруашылықпен, кейде жоғарғы және төменгі ағысындағы мал жаю және жеке сектордың бақшалары түріндегі ауыл шаруашылығымен көрсетілген. Тұрғындардың тығыздығы жоғары болғанымен, жоғарғы, ортаңғы және төменгі ағыстарының арасында айырмашылық бар. Ең көп халық тығыздығы ортаңғы ағыста, Қарағанды қаласының орталық бөлігімен өзен арнасының түйісетін ауданында байқалады. Өзеннің суы № 38 БФ қалдықтұндырғышы орналасқан ауданында технологиялық қажеттіліктер үшін, сонымен қатар хайуанаттар бағының төменгі жағында жеке тұлғалар үй жанындағы жерлер мен саяжай телімдерін суару үшін алынады.

Үлкен Бұқа өзеніне жақын орналасқан жерлер жол-көлік желісін, қаланың тұрғын үй қорын, рекреациялық аймақтарды, коммуналдық мақсаттағы нысандарды орналастыру үшін өнеркәсіптік мақсаттарда пайдаланылады. Жоғарғы ағысында арнаға іргелес жатқан аумақ №38 БФ қалдықтұндырғышымен (ішінара қалпына келтірілген), қалпына келтірілген бос шахталармен және бос жерлермен көрсетілген. Орта ағысында өзен арнасы тұрғын үй қоры мен әкімшілік ғимараттар орналасқан аумақтармен, сонымен қатар орталық саябақты (жер асты коллекторындағы арна учаскесі) кесіп өтеді.

Өзеннің төменгі ағысындағы жер қорын негізінен оң жағалаудағы өндірістік нысандар, орман қорының жерлері, бір қабатты тұрғын үйлер және коммуналдық мақсаттағы нысандар (кәріздік коллекторлар, «Қарағанды Су» тазарту құрылғылары) алып жатыр.

Бұл жерде өзеннің жоғарғы және төменгі ағыстағы арнаға іргелес аумақтардағы табиғат пайдалану жағдайының неғұрлым күрделі екенін атап өткен жөн. Бұған басты себеп – № 38 БФ қалдықтұндырғышының қалдықтарды орналастыру нысаны мен «Қарағанды Су» тазарту құрылғысының тұнба аландарының орналасуы болып табылады.

**Зерттеу нәтижелері мен тұжырымы.** Жоғарыда аталған факторларды есепке ала отырып, Үлкен Бұқпа өзені арнасын ластайтын, әрекеттегі немесе ықтимал көздерін сипаттау мақсатында жүргізілген зерттеулер барысында өзен арнасына антропогендік әсер ету қарқындылығының 2 аумағын ажыратуға болады:

1) Жоғарғы ағыс – өзеннің бастауынан Бұқар Жырау даңғылының Сәтпаев көшесімен қиылысына дейінгі бөлігі (одан төмен қарай өзен жерасты коллекторымен ағады). Өзеннің бастауы Қарағанды қаласындағы көмір өнеркәсібінің даму барысында үлкен өзгеріске ұшыраған аумағында орналасқан. № 38 БФ қалдықтұндырғышы қаланың солтүстік бөлігінде, байыту фабрикасының өнеркәсіп алаңына ұштастырылған, нысан өзеннің табиғи арнасында салынған және қазіргі кезде өзеннің беткі ағыны қалдықтұндырғыштың батыс бүйірін (борт) бойлай созылып жатқан бетондалған арыққа енгізілген (2-сурет).



*Сур.2. Қалдықтұндырғыштың арнасының батыс бүйірін бойлап өтетін өзен арнасы.*

Қалдықтұндырғыштың солтүстік-батыс бөлігі қалпына келтірілген, жерасты суларының мониторингі жүргізілуде. Өзен бастауының оң жағалауында бір қабатты шағын тұрғын үй ғимараттары орналасқан (Т. Боқин көш.), аулаларында бақшалар, шаруашылық құрылыстары бар, санитарлық жағдайы көң-қи қоймаларымен, тұрмыстық қатты қалдықтар және құрылыс материалдарының кішігірім қалдықтарымен шиеленіседі.

Сонымен қатар, осы жағалауда көлік құралдарына техникалық қызмет көрсету бекеттері мен жанармай бекеті орналасқан, бекеттің және іргелес аумақтың санитарлық-техникалық жағдайы қанағаттанарлық, зерттеу барысында ластану ошақтары мен көздері, мұнай өнімдерінің

төгілуі байқалған жоқ. Қарастырып отырған аумақтың оң жағалауымен Қарағанды-Теміртау көлік жолы өтеді.

Новгородская көшесі ауданымен өтетін оң жағалау құрылыс және тұрмыстық қалдықтардың ұйымдастырылмаған үйінділерімен ластанған (3-сурет).



*Сур.3. Өзеннің Новгородская көшесі ауданындағы ластанған оң жағалауы.*

Осы көшенің төменгі жағына бойлай орналасқан өндірістік алаңдар қоймалармен, техника тұрағына арналған ғимараттармен көрсетілген. Тюленин және Аманжолов көшелері бойында орналасқан жеке үй қожалықтары 4-суретке сәйкес, арнаның сол жағалауының санитарлық-экологиялық жағдайын шиеленістіруде. Ол ТҚҚ жинауға арналған контейнерлердің қалдыққа лық толуымен, сонымен бірге тазартылмаған, лас шаруашылық-тұрмыстық сулардың өзенге ұйымдастырылмаған шығарындыларының төгілуінен көрінеді.

Тюленин көшесі ауданында саланы бойлай орналасқан нысандар бір қабатты жеке үй қожалықтарымен, ал оң жағалауы кей жерлері жасыл желекті, қалған бөлігі құрылыс материалдарының үйінділері және қалдықтары орналасқан алаңқайлармен көрсетілген. Сонымен бірге осы жағалауда малдар жайылады, арнаның кей жерлерінде үйілген күл қоқыстары, құрылыс қалдықтары мен ескі шиналар кездеседі. Жалпы алғанда саланың жағалау аумағының санитарлық-экологиялық жағдайын нашар деп сипаттауға болады.



*Сур. 4. Тюленин көшесіндегі өзеннің сол жағалауы.*



*Сур. 5. Хайуанаттар бағы ауданындағы өзен арнасы.*



*Сур. 6. Өзен арнасының эрозиялық үдеріске ұшыраған хайуанаттар бағы ауданындағы сол жағалауы.*



*Сур. 7. Үлкен Бұқпа өзенінің тазарту құрылғысының қалдық тасталатын каналмен қосылуы.*

2) Төменгі ағыс – өзеннің жерасты коллекторынан, хайуанаттар бағы ауданындағы шығатын бөлігінен, сағасына дейін (Соқыр өз.). Ортаңғы ағысында Үлкен Бұқпа өзені Қарағанды қаласының Орталық мәдени және демалу саябағы аумағындағы жерасты коллекторынан ағып өтеді. Қарастырып отырған арна учаскесі өзеннің хайуанаттар бағы ауданындағы жерасты коллекторынан шығатын бөлігінен басталады (5-сурет). Арнаның сол жағалауында эрозиялық үдеріс яғни жағалаудың тасқын сулармен шайылуы байқалады (6-сурет), одан әрі қарай өзен жағалауы айқын білінетін арна ішімен ағып өтеді.

Өзен арнасының осы аумақтағы жағалау маңы аудандарының (коллектордан – Ермеков көш. мен Баженов көш. автокөлік көпіріне дейін) санитарлық-экологиялық жағдайы қанағаттанарлық, жағалаулары шалғынды және бұталы өсімдіктермен көмкерілген, сол жағалауындағы автокөлік жолының артында «Қарағанды мемлекеттік хайуанаттар бағы»

орналасқан, ал оң жағалауын бір қабатты жеке үйлер алып жатыр (Речная көш.).

Оң жағалауда арнаны бойлай «Қарағанды Су» ЖШС-не жататын жерасты кәріз коллекторы созылып өтеді, одан бөлек бұл жерде техногендік сипаттағы қалдықтар мен тұрмыстық қалдықтар (Речная, Радишев көшелеріндегі тұрғын үй массивтері) қоршаған орта жағдайын күрделендіре түседі.

Көпірден төмен қарай сол жағалауда «Б. Бейсенов атындағы ҚР ПМ Қарағанды академиясының» кешені орналасқан. Осы аудандағы шағын саяжай учаскелері Үлкен Бұқпа өзенінен су сорғу арқылы өз бақшаларын суарады. ПМ Академиясы мен саяжайлар өзен арнасынан тасқынға қарсы бөгеттермен қоршалған. Саяжайдан төмен қарай өзенді теміржолдың төсеме үйіндісі кесіп өтеді, арнада бетон тіреуден жасалған көпір салынған.

Теміржолдың төсеме үйіндісінен төменірек өзен көптеген салаларға, тармақтар және арналарға бөлініп кетеді және жағалауындағы кең жайылмаларда бұталы тоғайлар (итмұрын, жиде) кездеседі. Өзен арнасының төменгі ағысында тоған орналасқан, оның қос жағалауын «Жануарлар дүниесі мен ормандарды қорғау жөніндегі Қарағанды шаруашылығы» басқармасына тиесілі жасыл желектер алып жатыр, сонымен бірге «Арка Орманы» ЖШС орман тәлімбағы орналасқан. Өзен арнасының тоғаннан төмендегі бөлігі екі жағалауынан да топырақпен үйіп бекітілген, іргелес аумақтар антропогендік микрорельефтің: шағын шұңқырлар, ойыстар, жыралар секілді әртүрлі элементтерімен шиеленіскен бос жерлермен көрсетілген.

Өзен «Қарағанды Су» ЖШС тазарту құрылғыларына апаратын жолды кесіп өткеннен кейін жазық жерге шығып, табиғи түрге енеді. Жағалаулары аласа, жайпақ, арнаға жақын аумақтар құрылыс және тұрмыстық қалдықтардың кішігірім үйінділерімен ластанған, тазарту құрылғылары орналасқан аудан маңындағы жағалаулар жайылым ретінде қарқынды пайдаланылады. Өзен сағасының тура алдында, сол жағалауда «Қарағанды Су» ЖШС тиесілі Қарағанды қаласының тазарту құрылғыларының өнеркәсіп алаңы орналасқан (7-сурет) және осы жерде өңделген белсенді тұнбалардың (лай) жинақталуы жүзеге асырылады. Өзен арнасын тұнбалар алаңынан қорғайтын ешқандай бөгет қойылмаған, нәтижесінде еріген қар суы немесе жауын-шашын арқылы тұнбалар өзен арнасына түседі. Тұндырғыш тоғандар маңында өзен жасанды каналмен

қоршалған және содан соң тазарту құрылғысының тасталу каналына, әрі карай Соқыр өзеніне құяды [1].

Зерттеу нәтижесі бойынша алап ауданының санитарлық-экологиялық жағдайын өзен арнасының басқа бөлігімен салыстырғанда өте нашар деп қорытынды жасауға негіз бар. Өзен алабындағы табиғат пайдаланушылар мен олардың су нысанына тигізетін ықпалы туралы қысқаша сипаттама төмендегі 1-кестеде берілген.

Және де көп жылдар бойы Бұқпа өзені көмір өнеркәсібінің, сонымен қатар ұйымдастырылмаған коммуналды-шаруашылық (кәріз, жылу трассалары, су құбырлары) ақаба сулары төгілетін каналға айналған.

Кесте 1

Үлкен Бұқпа өзені алабындағы табиғат пайдаланушылар мен олардың су нысанына тигізетін әсері

Табиғат пайдаланушылар атауы	Нысанның атауы	Нысанның су көзіне әсері
Қарағанды қаласы, «Каруглересурс» ЖШС, «Еркин К» ЖШС	№ 38 қалдықтұндырғыш	Қалдықтұндырғыш өзеннің сол жағалауында орналасқан Нысанның құрылысы барысында өзен арнасы жасанды арнаға бөлінді. Қазіргі уақытта су қорғау аймағының шегіне түсетін қалдықтұндырғыштың көп бөлігі қайта құнарландырылды, жер асты суларына мониторинг жүргізілуде. Қалдықтұндырғыш су бетін ластаушы басты көз болып табылады және қалпына келтіру жұмыстары жүргізілуі тиіс. Бұл бөлікте табиғат пайдаланудың өнеркәсіптік түрі байқалады.
Қарағанды қаласы	Көлік құралдарына қызмет көрсететін нысандар: техникалық қызмет көрсету бекеттері, автожуу орындары, жанармай бекеттері	Өзен қаланың халық жоғары қоныстанған аймағымен өтетін болғандықтан жол көлік желілері мен көлік құралдарына қызмет көрсететін қолданыстағы нысандар (техникалық қызмет көрсету нысандары, жанар-жағармай бекеттер) және т.б.) өте көп орналасқан. Өзеннің жоғарғы ағысында мұндай нысандар өзен арнасының бойымен өтетін Қарағанды-Пришахтинск-Теміртау автожолына ұштасып жатыр. Аймақ қалдық және қокыстармен ластанған яғни табиғат пайдаланудың селитебті түрін байқауға болады.

Табиғат пайдаланушылар атауы	Нысанның атауы	Нысанның су көзіне әсері
Қарағанды қаласы	Өзен жағалауындағы су қорғау аймағының шегіне еніп жатқан қалалық тұрғын үй құрылысының учаскелері	Қарағанды қаласының тұрғын үй құрылысы су қорғау белдеулері мен аймақтарына едәуір еніп жатыр. Бұл нысандар негізінен үй жанындағы учаскелері бар бір қабатты тұрғын үй қорымен қатар көп қабатты үйлерден тұрады. Санитарлық жағдайы қанағаттанарлық болғанымен тұрмыстық және құрылыс қоқыстарының ыдыраған ұсақ үйінділері кездеседі. Бұдан басқа, Тюленин көшесі ауданында жеке меншік үй иелерінен тазартылмаған ағындарды өзенге рұқсатсыз ағызу жүзеге асырылады. Тазарту құрылысының өндірістік алаңы Үлкен Бұқпа және Соқыр өзендерінің қосылу ауданында орналасқан. Өзеннің сол жағалауында орналасқан лайлы тұнба алаңынан шығарылған тұнбалар өзеннің арнасына түсіп, сол арқылы Бұқпа өзенінің суын ластайды. Бұл жерде табиғат пайдаланудың өнеркәсіптік түрі айқын байқалады.
Қарағанды қаласы «Қарағанды Су» ЖШС	Тазарту құрылысының өндірістік алаңы	Тазарту құрылысының өндірістік алаңы Үлкен Бұқпа және Соқыр өзендерінің қосылу ауданында орналасқан. Өзеннің сол жағалауында орналасқан лайлы тұнба алаңынан шығарылған тұнбалар өзеннің арнасына түсіп, сол арқылы Бұқпа өзенінің суын ластайды. Бұл жерде табиғат пайдаланудың өнеркәсіптік түрі айқын байқалады.

Жоғарыда берілген суреттер мен талдауларға және кестеге зер салатын болсақ, Үлкен Бұқпа өзені алабындағы табиғат пайдаланудың келесі түрлерін ажыратуға болады: 1) жоғарғы ағысында (бастауы) және төменгі ағысында (сағасы) өнеркәсіптік түрі; 2) қала ортасымен өтетін ортаңғы ағысында селитебті; 3) орталық саябақ маңы мен қала ортасында рекреациялық.

**Қорытынды.** Осылайша, антропогендік әсердің қарқындылығы өзеннің бастауынан сағасына дейін артып отырғаны байқалады. Табиғат пайдалану түрлерінің ұлғаюы техногендік кешендердің пайда болуына әкеледі, демек, алаптың табиғи жағдайларының өзгеруінде табиғат пайдаланудың рөлі арта түседі. Негұрлым өзгертілген табиғи кешендерді анықтау барысында табиғат пайдаланудың түрлерін, кешенді антропогендік әсерді және осы табиғи кешеннің әлеуетті тұрақтылығын ескеру қажет.

Бұл жерде кіші су ағындарындағы көптеген теріс құбылыстар мен олардың жай-күйінің нашарлауы тек антропогендік әсерден ғана емес, сонымен қатар табиғат пайдаланушылардың экологиялық сауатсыздығынан туындап отырғандығын да айта кеткен жөн. Осы ретте тұрғындарды, шенеуніктерді, әкімшілікті экологиялық тәрбиелеуге баса назар аудару қажет. Экологиялық

зандарды сақтамайтын су қорғау аймағы мен белдеуіндегі жер пайдаланушылардың, жалға алушылар мен табиғат пайдаланушылардың тәртіп бұзушылығына қатаң талап қоятын уақыт келді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абиева Г.Б. Үлкен Бұқпа өзенінің қазіргі жағдайына урбандалу үдерісінің әсері // Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации. Сагиновские чтения №7: Труды междунар. науч. конф., КарГТУ. – Караганда, 2015. – С. 384–386.
2. Акпамбетова К.М. Физическая география Центрального Казахстана. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2005. – 76 с.
3. Божков И.И., Циг Л.Л., Курдюков В.А. Гидрогеологический очерк Карагандинской области КазССР. – ЦКГУ, Караганда, 1959. – 140 с.
4. Власова А.Н. Оценка значимости и чувствительности бассейна малой реки Крыма // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: материалы II Всерос. школы-конф. – Ярославль: Филигрань, 2014. – С. 67–70.
5. Гидрогеология СССР. Том XXXIV. Карагандинская область. М.: «Недра», 1970. – 564 с.
6. Девяткова Т.П. Исследование водного режима крупных долинных водохранилищ (на примере Камских) на основе системно-диалектической методологии: дис. в виде науч. доклада ... д-ра геогр. наук. – Пермь, 1997. – 47 с.
7. Жигулина Е.В. Трансформация ландшафтов бассейнов малых рек Воронежской области. Автореф. дисс. ... канд. географ. наук. – Воронеж, 2013. – 24 с.
8. Коротный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. – 163 с.

Қабыладанды: 17.05.2019

Доктор геогр. наук М.Н. Мусабаева  
Г.Б. Абиева

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В  
БАССЕЙНАХ РЕК С ПОЗИЦИИ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА  
(НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БОЛЬШАЯ БУКПА)**

**Ключевые слова:** малая река, бассейн реки, геосистема, системный подход, природопользования, виды природопользования, загрязнение вод.

*В статье рассмотрена возможность изучения экологической ситуации в пределах речных бассейнов с позиций системного подхода. В качестве примера был изучен антропогенное изменение и экологическая ситуация в бассейне реки Большая Букпа. Экологическая ситуация рассматривается как результат взаимодействия природных условий и интенсивности природопользования. Определены виды природопользования в бассейне реки.*

M.N. Musabaeva, G.B. Abiyeva

**ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF NATURE  
MANAGEMENT IN RIVER BASINS FROM THE POSITION OF THE  
SYSTEM APPROACH (ON THE EXAMPLE OF THE RIVER OF THE  
BOLSHAYA BUKPA)**

**Keywords:** small river, river basin, geosystem, systems approach, nature management, types of nature management, water pollution.

*The article considers the possibility of studying the ecological situation within river basins from the point of view of a systematic approach. As an example, anthropogenic changes and the environmental situation in the Bolshaya Bukpa river basin were studied. The ecological situation is considered as a result of the interaction of natural conditions and the intensity of environmental management. The types of nature management in the river basin are determined.*

УДК 556.54

Доктор техн. наук  
Доктор техн. наук  
Кандидат техн. наук

Ж.С. Мустафаев<sup>1</sup>  
А.Т. Козыкеева<sup>1</sup>  
А.А. Сагаев<sup>2</sup>  
Е.Н. Алимбаев<sup>2</sup>

### АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬЯ

**Ключевые слова:** река, бассейн, гидрология, режим, естественный, антропогенный, современный, анализ, оценка, уравнение

*На основе анализа информационно-аналитических материалов Главного управления гидрометеорологической службы СССР, РГП «Казгидромет» и «Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан произведена оценка антропогенного изменения стока в низовьях реки Сырдарья по гидрологическим постам, с определением коэффициента усыхания, характеризующегося уменьшением пропускной способности реки под влиянием не только изменения гидрологического режима реки в верховьях, но и хозяйственной деятельности, проведенной в водосборах бассейна реки.*

**Введение.** В настоящее время в бассейне реки Сырдарья сложилась катастрофическая водно-экологическая обстановка, что объясняется, прежде всего, его трансграничным положением, а также приуроченностью нижней части бассейна к засушливым внутриконтинентальным районам, где река почти не принимает притоков. Усугубляет ситуацию то, что именно на этих участках в пределах Казахстана река Сырдарья является основной водной артерией и источником водообеспечения населения и различных отраслей хозяйства, к ее долине тяготеют основ-

<sup>1</sup>Казахский Национальный Аграрный Университет, г. Алматы, Казахстан.

<sup>2</sup>Кызылординский государственный университет имени Коркыт-Ата, г. Кызылорда, Казахстан.

ные ареалы заселенности, а также промышленной и сельскохозяйственной освоенности.

Нерациональная хозяйственная деятельность на водосборе, включая использование водных ресурсов, также оказывает большое влияние на экологическое состояние бассейно-речной системы в низовьях реки Сырдарья [1, 3, 5, 9, 10, 11, 12, 13].

**Цель исследования** заключалась в том, чтобы на основе анализа информационно-аналитических материалов Главного управления гидрометеорологической службы СССР, РГП «Казгидромет» и «Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан произвести оценку изменения стока в низовьях реки Сырдарья под воздействием хозяйственной деятельности.

**Объект исследований.** Сырдарья – вторая по водности и первая по длине река Центральной Азии. От истоков Нарына ее длина составляет 3019 км, а площадь бассейна 219 тыс. км<sup>2</sup>. Истоки Сырдарьи лежат в Центральном (Внутреннем) Тянь-Шане. После слияния Нарына с Карадарьей реку называют Сырдарьей. Питание реки ледниковое и снеговое, с преобладанием последнего. Для водного режима характерно весенне-летнее половодье. Наибольший сток приходится на июнь. Основной сток Сырдарьи формируется на территории Кыргызской Республики. Затем Сырдарья пересекает Узбекистан и Таджикистан и впадает в Аральское море на территории Казахстана. Общая длина русла в водосборе реки Сырдарьи 22212 км и площадь бассейна составляет 219 000 км<sup>2</sup> [1, 7, 10...13].

В водосборе бассейна реки Сырдарья созданы несколько водохранилищ: Токтогульское (19,5 км<sup>3</sup>, Кыргызстан), Кайраккумское (4,2 км<sup>3</sup>, Таджикистан), озеро Айдаркуль (41 км<sup>3</sup>, Узбекистан) и Шардаринское (5,7 км<sup>3</sup>, Казахстан). С целью урегулирования весенних паводков и сбросов воды с Токтогульской ГЭС Казахстан построил в Южно-Казахстанской области Коксарайское водохранилище (длина плотины 45 км) с объёмом в три миллиарда кубометров, которое впервые было заполнено весной 2010 года [15].

Сырдарья ранее впадала в Аральское море, но, ныне, вследствие катастрофического снижения его уровня и распада моря на две части в 1989 году, река впадает в северную часть моря, так называемое «Малое

море». Воды Сырдарьи в значительной мере разбираются на хозяйственные нужды, в связи с этим нынешний объём стока в устье снизился более чем в 10 раз (с 400 м<sup>3</sup>/с до 30 м<sup>3</sup>/с) по сравнению с условно-естественным периодом (до 1960 года) [7].

**Материалы и методы исследования.** Изучение многолетних гидрологических данных относительно гидрологических постов реки Сырдарьи, расположенных ниже Шардаринского водохранилища, проводилось по материалам Главного управления гидрометеорологической службы СССР, РГП «Казгидромет» и «Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан [8, 14...17].

Гидрологическая изученность реки Сырдарьи в пределах нижнего течения сравнительно-удовлетворительная, так как наибольшую длительность наблюдений имеют гидрологические посты «Шардара», «Томенарык», «Кызылорда», «Казалинск» и верховьях реки Нарын гидрологический пост «Нарын» с 1911 по 2015 годы. При этом, постоянные наблюдения с 1911 года до настоящего время имеют гидрологические посты «Нарын» и «Шардара», которые могут служить как реки-аналоги при восстановлении среднегодового расхода реки по гидрологическим постам «Томенарык», «Кызылорда» и «Казалинск», то есть гидрологический пост «Нарын» расположен в зоне формирования стока реки Сырдарьи, а гидрологический пост «Казалинск», как замыкающий створ в зоне магазинирования стока.

Таким образом, в результате статистического анализа информационно-аналитических материалов Главного управления гидрометеорологической службы СССР, РГП «Казгидромет» и «Арало-Сырдарьинской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, для восстановления стока по гидрологическим постам по методу гидрологической аналогии получены уравнения регрессии с высоким коэффициентом корреляции (таблица 1).

Оценка влияния хозяйственной деятельности на формирование стока в водосборах бассейна реки сопряжена с большими трудностями, так как сложность их состоит в том, что влияние антропогенных факто-

ров приходится оценивать на фоне естественных колебаний стока и природных стокообразующих факторов.

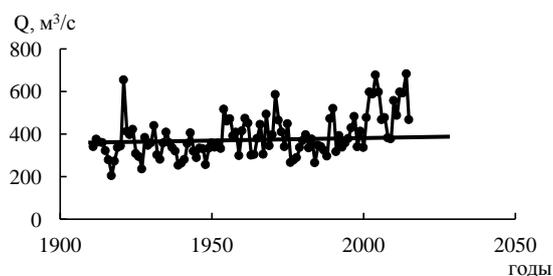
Таблица 1

Сведения о реконструкции рядов среднегодового расхода воды  
р. Сырдарья

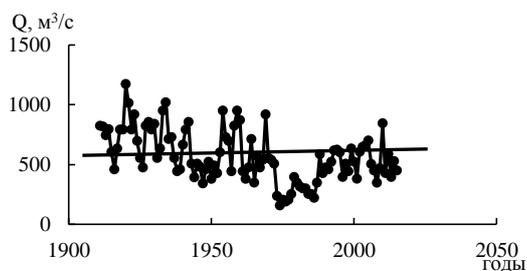
Река пункт	Река аналоги, гидрологический пост	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции
Естественный режим			
Томенарык	Шардара	$Y=0,9742X$	$R=0,90$
Кызылорда	Шардара	$Y=0,8251X$	$R=0,87$
Антропогенный режим			
Томенарык	Шардара	$Y=0,7844X$	$R=0,93$
Современный режим			
Томенарык	Шардара	$Y=0,7655X$	$R=0,97$
Кызылорда	Шардара	$Y=0,5869X$	$R=0,93$
Казалинск	Шардара	$Y=0,4451X$	$R=0,89$

**Результаты исследования.** На основе использования уравнений регрессии, полученных при восстановлении среднегодовых расходов воды реки Сырдарья по гидропостам «Томенарык», «Кызылорда» и «Казалинск» методом гидрологической аналогии в годы отсутствия наблюдения, что позволило представить многолетний ход среднегодовых расходов воды в створах реки Сырдарья по гидрологическим постам Нарын, «Шардара», «Томенарык», «Кызылорда» и «Казалинск» (рис. 1...5).

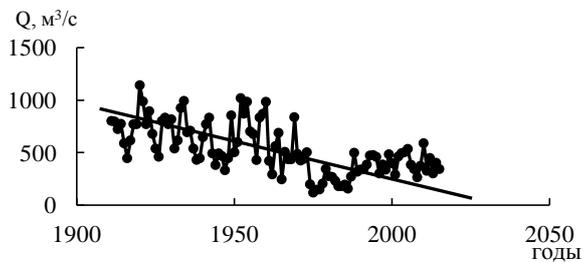
Как показано на рисунках 1...5, многолетний и современный период имеет тенденцию к увеличению, которая наблюдается на гидрологических постах Нарын и Шардара, а на постах Томенарык, Кызылорда и Казалинск, расположенных ниже Шардаринского водохранилища, наоборот, наблюдается постоянное уменьшение среднегодового расхода воды. При этом, следует отметить, что в многолетнем колебании среднегодового расхода воды на гидрологическом посту Нарын, расположенного выше Токтогульского водохранилища и на гидрологическом посту Шардара, расположенного ниже Шардаринского водохранилища, за период наблюдений имеет место слабая положительная тенденция, которая особо не повлияла на общее направление изменения среднегодового расхода воды за многолетний период.



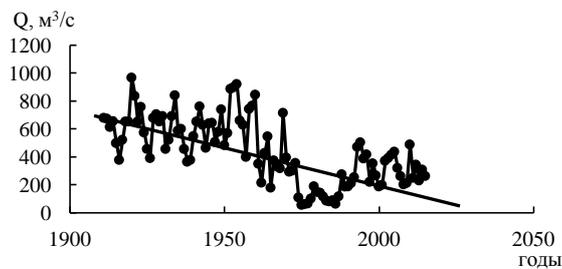
*Рис. 1. Многолетний ход среднегодового расхода воды р. Сырдарья – г. Нарын.*



*Рис. 2. Многолетний ход среднегодового расхода воды р. Сырдарья – г.п. Шардара (ниже Шардаринского водохранилища).*



*Рис. 3. Многолетний ход среднегодового расхода воды р. Сырдарья – г.п. Томенарык.*



*Рис. 4. Многолетний ход среднегодового расхода воды р. Сырдарья – г. Кызылорда.*

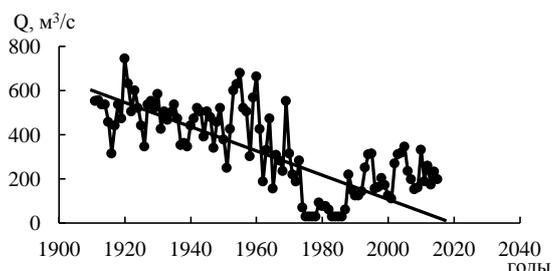


Рис. 5. Многолетний ход среднегодового расхода р. Сырдарья – г. Казалинск.

Таким образом, анализ данных наблюдений за среднегодовыми расходами воды в низовьях реки Сырдарья показал, что начиная с 1970-х годов среднегодовые расходы начали существенно меняться под влиянием антропогенных факторов и хозяйственной деятельности. На рисунке 6 приведены разностно-интегральные кривые стока по гидрологическим постам Нарын, Шардара, Томенарык, Кызылорда и Казалинск, а также линия тренда, начинающаяся от переломного периода, после которого сток начал уменьшаться (за 1970...2015 гг.) [2].

Таким образом, репрезентативный период определялся по разностным интегральным кривым среднегодового расхода воды в гидрологических постах, расположенных в бассейне реки Сырдарья.

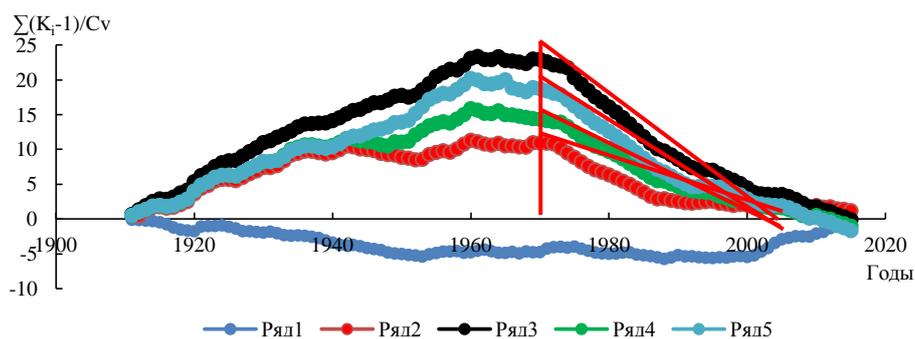


Рис. 6. Совмещенные разностно-интегральные кривые стока р. Сырдарья в гидрологических постах (1- г. Нарын; 2- ниже Шардаринского водохранилища (Шардара); 3- Томенарык; 4- г. Кызылорда; 5- г. Казалинск).

В качестве расчетного периода выбраны данные с 1911 по 2015 годы. Их можно разделить на три периода [7]: – условно естественный (1911...1970 гг.); – период устойчивого водопотребления – ирригационный

режим работы Токтогульской ГЭС (1976...1992 г.); –период устойчивого водопотребления – энергетический режим работы Токтогульской ГЭС (1993...2015 г.). Разделение периода устойчивого водопотребления на два связано с тем, что начиная с 1993 года, режим Токтогульского водохранилища изменился, то есть ранее оно работало в ирригационном режиме, сбросы из него проводились в основном в осенне-летний период, и составляли около 75 % от общего стока. В середине 90-х годов прошлого столетия режим работы Токтогульского водохранилища резко изменился, то есть для выработки необходимой для Кыргызстана электроэнергии основные попуски воды осуществлялись в зимние месяцы, в течение которых сбрасывалось около 60 % общего объема стока, что привело к некоторому увеличению среднегодового расхода воды в низовьях реки Сырдарья [7, 2, 4, 6].

Уравнения линии тренда (рисунок 6) имеют следующий вид:

- для г.п. Шардара (ниже Шардаринского водохранилища):  
 $Y = -0,4796 \cdot X + 955,43$ ;
- для гидрологического поста Томенарык:  $Y = -0,5000 \cdot X + 1010,46$ ;
- для г. п. Кызылорда:  $Y = -0,3359 \cdot X + 675,73$ ;
- для г. п. Казалинск:  $Y = -0,4463 \cdot X + 897,62$ .

Сложившаяся гидрологическая ситуация в низовьях реки Сырдарья требует сбалансированного использования водных ресурсов. Это вызывает необходимость оценки воздействия антропогенных факторов на сток и гидрологический режим реки. Вопрос оценки направленности и величины речного стока под влиянием изменения климата и хозяйственной деятельности человека приобретает исключительно важное практическое и научно-методическое значение, т.к. его решение позволит учесть характер и степень изменения водных ресурсов, природных условий и комплексного обустройства водосбора речных бассейнов [7].

Таким образом, приведенная динамика изменения расходов воды в низовьях реки Сырдарья в гидрологических постах Шардара, Томенарык, Кызылорда и Казалинск в период наблюдений с 1911 по 2015 годов показала, что по мере зарегулирования стока в верховьях водохранилищными гидроузлами с 1955 по 1980 годы (Кайраккумское (1956 г.), Шардаринское (1965 г.), Шарвакское (1970 г.), Токтогульское (1975 г.) и Андижанское (1978 г.) с общей полезной емкостью 33,1 км<sup>3</sup>), начался процесс усыхания, который коренным образом изменил все гидравлические и геоморфологические условия протекания воды, показатели потока и русла.

Динамика усыхания реки выражается коэффициентом, учитывающим отношение расходов, оставленных в русле реки для сохранения его гидроэкологического равновесия между смежными гидропостами [15]:

$$\eta = Q_{noc} / Q_{np}, \quad (1)$$

где  $\eta$  – коэффициент усыхания реки;  $Q_{np}$  – расход верхнего гидропоста;  $Q_{noc}$  – расход нижнего гидропоста.

Изменение коэффициента усыхания реки между смежными гидрологическими постами ниже Шардаринского водохранилища относительно гидрологического поста Шардара приведено в таблице 2.

Анализ показателя коэффициента усыхания в низовьях реки Сырдарья ниже Шардаринского водохранилища за рассматриваемый период с интервалами 10 лет, показал, что между гидрологическими постами Томенарык, Кызылорда и Казалинск в неблагоприятных условиях находились участки ниже Кызылординского гидроузла, где коэффициент усыхания в период антропогенной деятельности (ирригационный режим работы Токтогульской ГЭС 1976...1992 гг.) составлял ниже 0,56.

Таблица 2

Изменение коэффициента усыхания в разные периоды антропогенных воздействий ниже Шардаринского водохранилища

Гидрологический пост	Показатели	Расходы воды р. Сырдарья по периодам, м <sup>3</sup> /с										
		1911...1920	1921...1930	1931...1940	1941...1950	1951...1960	1961...1970	1971...1980	1981...1990	1991...2000	2001...2010	2011...2015
Шардара	$Q_{np}$	764	777	673	525	699	542	304	349	533	562	479
Томенарык	$Q_{noc}$	744	757	655	559	798	493	282	266	406	436	367
	$\eta$	0,97	0,97	0,97	1,07	1,14	0,91	0,93	0,76	0,76	0,82	0,76
Кызылорда	$Q_{noc}$	631	738	546	611	733	387	170	137	329	332	281
	$\eta$	0,82	0,95	0,81	1,16	1,05	0,71	0,56	0,39	0,62	0,59	0,59
Казалинск	$Q_{noc}$	517	526	444	459	517	329	107	83,4	199	246	213
	$\eta$	0,68	0,68	0,66	0,88	0,74	0,61	0,35	0,24	0,37	0,44	0,44
Томенарык	$Q_{np}$	744,	757	655	559	798	493	282	266	406	436	367
Кызылорда	$Q_{noc}$	631	738	546	611	733	387	170	137	329	332	281
	$\eta$	0,85	0,97	0,83	1,09	0,92	0,78	0,60	0,51	0,81	0,76	0,77
Казалинск	$Q_{noc}$	517	526	444	459	517	329	107	83,4	199	246	213
	$\eta$	0,69	0,70	0,68	0,82	0,65	0,67	0,38	0,31	0,49	0,56	0,58
Кызылорда	$Q_{noc}$	631	738	546	611	733	387	170	137	329	332	281
Казалинск	$Q_{noc}$	517	526	444	459	517	329	107	83,4	199	246	213
	$\eta$	0,82	0,71	0,81	0,75	0,70	0,85	0,63	0,60	0,60	0,74	0,76

Таким образом, анализ многолетнего хода среднегодового расхода воды и разностные интегральные кривые по гидрологическим постам, расположенным ниже Шардаринского, показывают, что в низовьях Сырдарьи происходит интенсивный процесс усыхания реки.

**Вывод.** Для принятия целесообразного решения при использовании водных ресурсов исследуемого бассейна необходимо изменить современные принципы в сфере природопользования. Традиционные методы необходимо поменять на новые, базирующиеся на свойствах и законах природной среды, обеспечивающие экологическую устойчивость водной экосистемы в пространственно-временном масштабе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрологические проблемы, вопросы вододеления. – Алматы: Дау-ир, 2001. – 180 с.
2. Бурлибаев М.Ж., Фашевский Б.В., Опп К., Бурлибаева Д.М., Кайдарова Р.К., Вагапова А.Р. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. – Алматы: Издательство «Канагат», 2014. – 408 с.
3. Взаимосвязь водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии. Улучшение регионального сотрудничества в бассейне Сырдарьи. Регион Европы и Центральной Азии, Всемирный Банк, 2004. – 62 с.
4. Взаимосвязь водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии: Улучшение регионального сотрудничества в бассейне Сырдарьи. – Вашингтон, Округ Колумбия, 2004. – 65 с.
5. Водно-энергетические ресурсы Центральной Азии: проблемы использования и освоение (отраслевой обзор). – Евразийский банк развития, 2008. – 44 с.
6. Водные ресурсы и адаптационные интервенции в Центральной и Западной Азии. – 2012. – 12 с.
7. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том IX. Внутренние и окраинные водоемы Казахстан (Арал, Балкаш, Каспий). Книга 1. – Алматы, 2012. – 456 с.
8. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Том 14. Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 268 с.
9. Ибатуллин С.Р. Водные ресурсы Центральной Азии: современное состояние, проблемы и перспективы использования. – Алматы, 2013. – 144 с.

10. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее – Тараз, 2012. – 318 с.
11. Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Пути улучшения природно-экологической ситуации в бассейне Аральского моря (Аналитический обзор). – Тараз, 1997. – 70 с.
12. Мустафаев Ж.С., Пулатов К., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Экологическая оценка природных систем в зонах бассейна Аральского моря (Аналитический обзор). – Тараз, 1997. – 80 с.
13. Мустафаева Л.Ж., Сейдуалиев М.А. Эколого-экономическая эффективность использования водных и земельных ресурсов (на примере реки Сырдарья) (Аналитический обзор). – Тараз, 2003. – 80 с.
14. Оценка водных ресурсов и руслового баланса реки Сырдарья в пределах Казахстана. – Ташкент-Алматы, 2011. – 52 с.
15. Разработка комплекса неотложных и перспективных мероприятий по увеличению пропускной способности русла реки Сырдарья ниже Шардаринского водохранилища до впадения в Малый Арал с учетом ухудшения гидрологического режима и возросших антропогенных нагрузок: отчет НИР (заключительный). – Тараз, 2005. – 148 с.
16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Азия. Бассейн реки Сырдарья. Том 14. Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 256 с.
17. Ресурсы поверхностных вод. Основные гидрологические характеристики. Средняя Азия. Бассейн реки Сырдарья. Том 14. Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 320 с.

Поступила 17.05.2019

Техника ғылым. докторы	Ж.С. Мустафаев
Техника ғылым. докторы	А.Т. Козыкеева
Техника ғылым. кандидаты	А.А. Сагаев
	Е.Н. Алимбаев

### **СЫРДАРЬЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АЛАБЫНДАҒЫ СУ АҒЫНЫНЫҢ ТЕХНОГЕНДІК ӨЗГЕРУІ**

**Түйін сөздер:** өзен, алабы, гидрология, тәртібі, табиғи, техногендік, замандық, талдау, бағалау, тендеу.

*ССРО-ның гидрометеорологиялық қызметінің бас басқармасының, «Қазгидромет» РМК-нің, Республика Қазақстанның ауылшаруашылық министрлігінің Су ресурстар*

комитетінің «Арал-Сырдарья алабтық су ресурстарын падалану және қорғау инспекциясының» ақпараттық-талдау мәліметтерін талдаудың негізінде, Сырдарья өзенінің төменгі саласына орналасқан гидрологиялық бекеттер бойынша су ағынының өзгеруін, тек қана өзеннің жоғарғы жағындағы гидрологиялық тәртібтің өзгеруінің әсерінен, өзеннің су өткізу қаблетін төмендеуі, өзеннің сужинау алабындағы шаруашылық қызметтің әсерін сипаттайтын кебіу көрсеткіш анықтау арқылы, техногендік тұрғыда бағалау жүргізілген.

ZH.S. Mustafayev, A.T. Kozykeev, A.A. Sagaev, E.N. Alimbaev

#### **ANTHROPOGENIC CHANGES IN DRAIN IN LOWERS OF THE SYRDARYA RIVER**

**Keywords:** river, basin, hydrology, regime, natural, anthropogenic, modern, analysis, assessment, equation.

*Based on the analysis of information and analytical materials of the Main Administration of the USSR Hydrometeorological Service, RGP «Kazgidromet» and the «Aral-Syrdarya Basin Inspectorate for Regulation of Use and Protection of Water Resources», the Committee on Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan has estimated the anthropogenic flow change in the lower reaches of the Syrdarya River on hydrological posts, with the determination of the coefficient of desiccation, characterized by a decrease in the carrying capacity of the river under the influence of not only changes in the hydrological regime of the river in the upper reaches, but also economic activities carried out in the catchments of the river basin.*

УДК 556.16.5

Доктор геогр. наук, профессор  
Кандидат геогр. наук

С.К. Давлетгалиев<sup>1</sup>  
А.К. Мусина<sup>1</sup>

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РЕК ЖАЙЫК- КАСПИЙСКОГО БАСЕЙНА ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Ключевые слова:** весеннее половодье, модуль максимального стока, норма максимального расхода, районные зависимости, физико-географические факторы, графики связи, карта изолинии

*В статье исследованы зависимости модуля и коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья от физико-географических факторов. Построены карты изолиний модуля и коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья посредством программного продукта ArcGIS 10.5. Произведена оценка точности расчетов стока.*

При отсутствии данных наблюдений максимальный сток весеннего половодья можно определить по районным зависимостям от определяющих факторов или по картам изолиний стока, приведенных в [7, 8]. Однако материалы 60...70-х годов прошлого века устарели, нуждаются в уточнении с учетом данных последних сорока лет.

Для оценки нормы максимального стока исследуемого района рассмотрена возможность расчета его по указанным способам. Для этого наблюдаемые данные максимального стока приведены к многолетнему периоду (1940...2015 гг.). В качестве основных физико-географических факторов выбрана площадь водосбора.

Обратные удовлетворительные зависимости получены для модуля максимальных расходов весеннего половодья от площади водосбора (табл. 1, рис.1) для отдельных бассейнов Жайык-Каспийского района. Теснота зависимостей для бассейна рек Жем оценивается коэффициентом корреляции  $R = -0,92$ , для бассейна рек Ойыл и Сагыз  $R = -0,89$ , для рек,

---

<sup>1</sup>КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан.

расположенных на восточной части Прикаспийской неизменности – положительным коэффициентом  $R= 0,64$ ; для рек бассейна Елек (без данных р. Актасты)  $R = -0,77$ , включение данных р. Шынгырлау приводят к уменьшению коэффициента корреляции до  $R= -0,68$ . Удовлетворительная зависимость получена также для рек Чижа 1 и 2, Деркул и Шаган ( $R= -0,71$ ). Для всех рек Жайык Каспийского района значение коэффициента корреляции составляет  $R= -0,47$ .

Таблица 1

Характеристики зависимости модуля максимального стока  $q$  л/сек с  $1 \text{ км}^2$  от площади водосбора

Бассейн реки	Количество створов	Уравнение регрессии	R	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$	$K/\sigma_K$
Жем	7	$q= -48,2 \lg F + 226,0$	-0,92	0,07	-13,88	5,86
Ойыл-Сагыз	10	$q= -96,8 \lg F + 397,4$	-0,89	0,07	-12,1	-5,86
Елек	16	$q= -103,6 \lg F + 446,8$	-0,77	0,11	-7,00	-4,64
Елек, Шынгырлау	21	$q= -180 \lg F + 713$	-0,68	0,12	-5,53	-4,16
Бессточные реки восточной части Прикаспийской неизменности	8	$q= 280 \lg F - 6980$	-0,64	0,24	2,61	2,18
Чижа, Деркул, Шаган	5	$q= -155 \lg F + 617,2$	-0,71	0,28	-2,50	-2,03
Жайык-Каспийский ВХБ	51	$q= -113,8 \lg F + 190,8$	-0,47	0,11	-4,14	-3,74

Надежная зависимость коэффициента вариации максимального стока от площади водосбора получилось лишь для бассейна рек Жем  $R = -0,97$ , а для этой реки зависимость от модуля максимального стока получилась прямой  $R= 0,87$ . Удовлетворительная связь между коэффициентом вариации и модулем стока получены также для бассейна р. Ойыл (без Сагыз)  $R= 0,69$ , а также рек правобережья р. Жайык ( $R= 0,71$ ).

Использование метода множественной корреляции для установления зависимостей коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья от площади водосбора и модуля максимального стока особо положительных результатов не дали. Теснота зависимости для рек бассейна Жем получилось также как от площади водосбора ( $R= -0,97$ ), однако зависимость получилось обратной. Для бассейна рек Жем, Ойыл и Сагыз теснота зависимости оценивается коэффициентов корреляции  $R= 0,47$ , для рек восточной части Прикаспийской неизменности –  $R = 0,41$ , правобережья р. Жайык –  $R = 0,98$ , для всех рек Жайык-Каспийского бассейна  $R= 0,12$ .

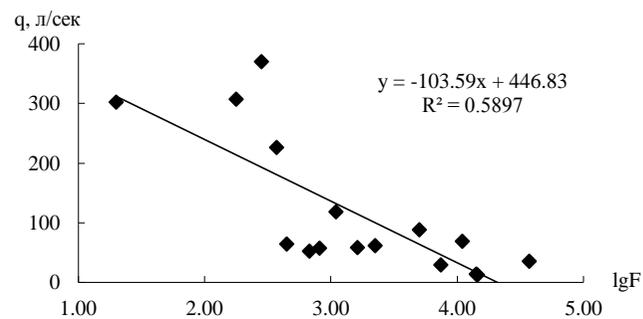
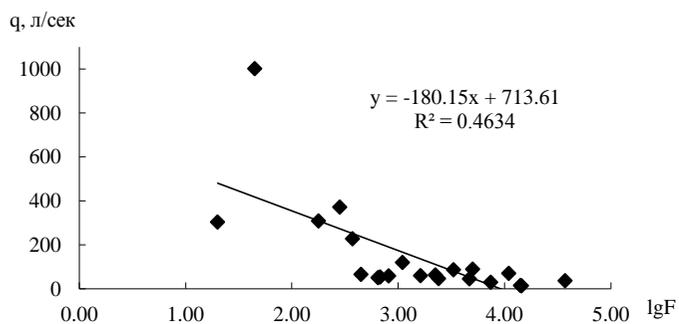
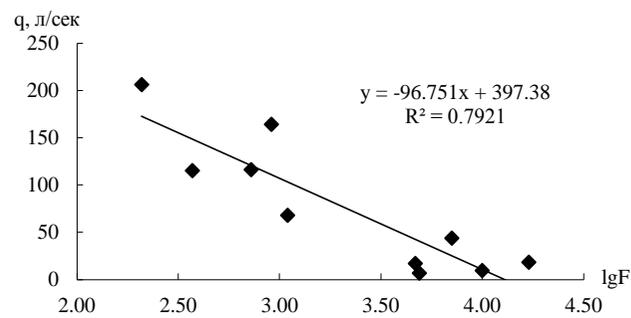
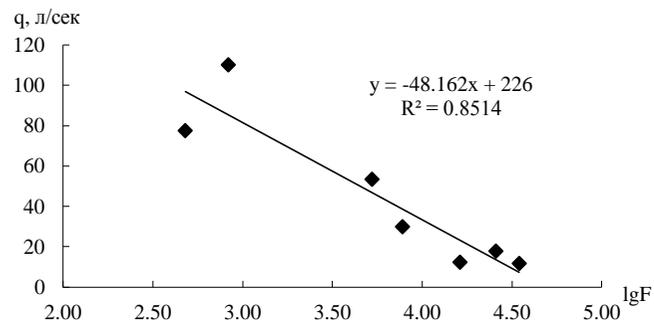


Рис. 1. Зависимости модулей максимального стока бассейнов рек Жайык-Каспийского бассейна от площади водосбора  $lgF$ .

Таким образом, коэффициент вариации максимального стока надежно может быть определен лишь для бассейна р. Жем в зависимости от площади водосбора или модуля максимального стока и для рек правобережья р. Жайык (Чижа, Деркул, Шаган), а также бассейна р. Ойыл.

Карта модуля максимального стока весеннего половодья Жайык-Каспийского бассейна построена по данным 55 гидрологических постов. Из-за отсутствия надежных данных об естественных характеристиках весеннего стока рек Караозен (Бол. Узень) и Сарыозен (Мал. Узень) карты изолинии слоя весеннего стока и модуля максимального стока не охватывают бассейны этих рек.

Карты модуля максимальных расходов весеннего половодья и коэффициента вариации максимального стока построены по методике [3...6], подробно изложенной в статье [2].

Точность результатов методом «выбрасывания точек» определялась с помощью формулы, указанной в [3...4] и составляет 1,9...17 %.

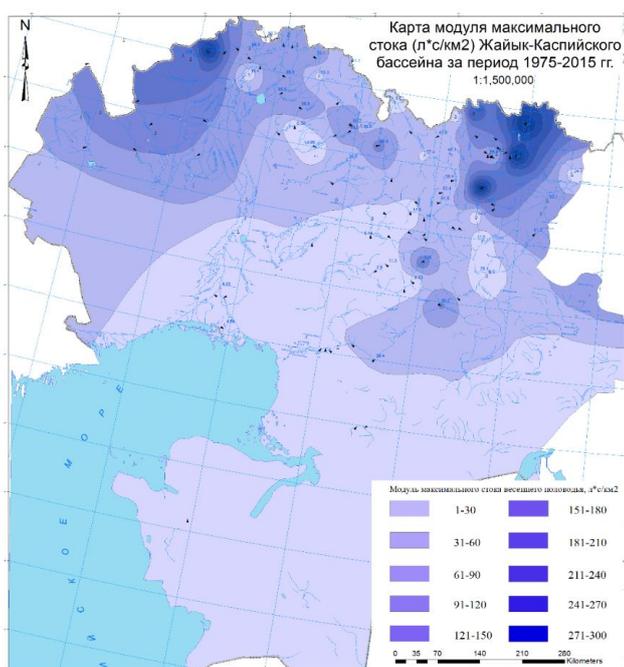


Рис. 2. Карта модуля максимального стока (л/с\*км<sup>2</sup>) Жайык-Каспийского бассейна за период 1975...2015 гг.

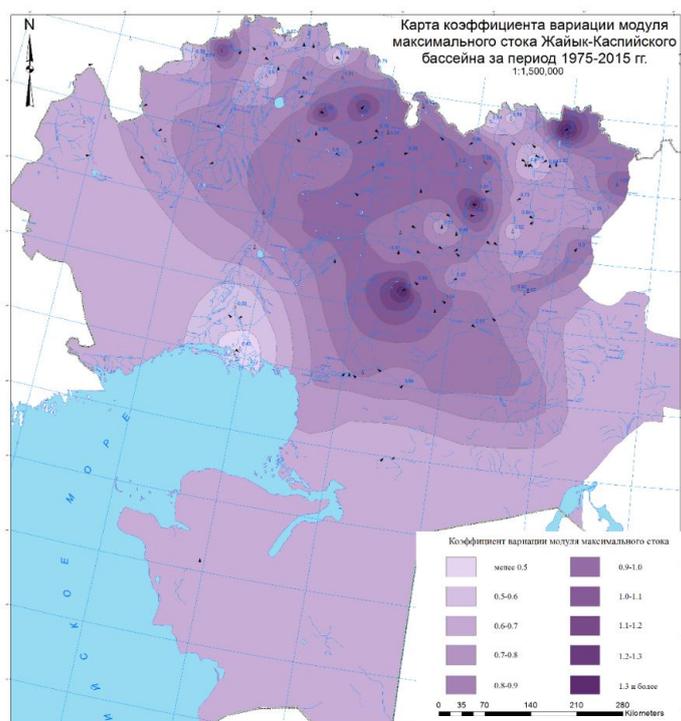


Рис. 3. Карта коэффициента вариации модуля максимального стока Жайык-Каспийского бассейна за период 1975...2015 гг.

Параметры максимального стока в отдельных случаях могут быть оценены с учетом двух независимых методов, т.е. использованием зависимости стока от физико-географических факторов и карты изолиний-стока. При этом расчетное значение характеристик максимального стока представляется как средневзвешенная по сумме значений, полученных по разным методикам [1].

$$\bar{\mu}_{0j} = \sum_{j=1}^m a_j \mu_{0j}, \quad (1)$$

где  $a_j$  – весовой коэффициент величины  $\mu_{0j}$ , определенной по  $j$ -ой методике;  $m$  – количество методик.

Весовые коэффициенты  $a_j$  принимаются обратно пропорциональными дисперсии погрешности методик:

$$a_j = \frac{1}{\sigma_j^2} / \sum_{j=1}^m \frac{1}{\sigma_j^2}, \quad (2)$$

где  $\frac{1}{\sigma_j^2}$  – дисперсии погрешности методик.

Таким образом модуль и коэффициент вариации максимального весеннего стока основных рек Жайык-Каспийского бассейна при отсутствии данных наблюдений могут быть определены по полученным картам изолиний, что позволит построить кривую обеспеченности модуля максимального стока и определить сток различной обеспеченности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давлетгалиев С.К. Оценка нормы годового стока рек Жайык-Каспийского района при отсутствии данных наблюдений // Гидрометеорология и экология, 2009. – №1. – С. 7-17.
2. Давлетгалиев С.К., Мусина А.К. Оценка слоя весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна при отсутствии данных наблюдений // Гидрометеорология и экология, 2018. – №3. – С. 125-132.
3. Магрицкий Д.В. Речной сток и гидрологические расчеты: практические работы с выполнением при помощи компьютерных программ. – М.: Изд-во Триумф, 2014. – 184 с.
4. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометеорологических наблюдений. – СПб.: Изд-во Нестор-История, 2009. – 193 с.
5. Орлова Е.В. Методические основы применения ГИС в гидрологических расчетах // Докл. VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 5. Гидрофизические явления и процессы. Формирование и изменчивость речного стока, гидрологические и водохозяйственные расчеты. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – С. 197-204.
6. Орлова Е.В. Гидрологическое картирование в среде ГИС // Геоэкология и рациональное природопользование: Материалы научной конференции, посвященной 15-летию кафедры картографии и геоэкологии, 28-29 мая 2005 г. – Тверь: ТГУ, 2005. – С. 111-114.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР, Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т.12. – Вып. III. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 515 с.

8. Ресурсы поверхностных вод СССР, Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т.12. – Вып. II. Урало-Эмбенский район. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 512 с.

Поступила 22.05.2019 г.

Геогр. ғылым. докторы, профессор С.К. Давлетғалиев  
Геогр. ғылым. кандидаты А.К. Мусина

**ЖАЙЫҚ-КАСПИЙ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ БАҚЫЛАУ  
МӘЛІМЕТТЕРІ БОЛМАҒАН ЖАҒДАЙДА КӨКТЕМГІ СУ  
ТАСУ КЕЗЕҢДЕГІ МАКСИМАЛДЫ АҒЫНДЫ  
СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУ**

**Түйін сөздер:** көктемгі су тасқыны, максималды ағынды модулі, максималды су өтімі нормасы, аймақтық тәуелділіктер, физикалық және географиялық факторлар, байланыс кестесі, изосызық картасы

*Мақалада көктемгі су тасқыны кезіндегі максималды ағынды модулі мен вариация коэффициентінің физикалық және географиялық факторларға тәуелділігі зерттелген. Көктемгі су тасқынының максималды ағындысының модулі және вариация коэффициентінің изосызық карталары ArcGIS 10.5 бағдарламалық өнімінің көмегімен жасалды. Су ағындысын есептеу дәлдігі бағаланды.*

S.K. Davletgaliev, A.K. Musina

**DETERMINATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE  
SPRING FLUID MAXIMUM RUNOFF OF THE ZHAYIK-CASPIAN  
BASIN'S RIVERS IN THE ABSENCE OF OBSERVATION DATA**

**Keywords:** spring flood, maximum flow module, maximum flow rate, regional dependencies, physical and geographical factors, graphics of dependencies, contour map

*The article investigates the dependences of the modulus and the coefficient of variation of the maximum spring flood runoff on physical and geographical factors. Maps of the isolines of the module and the coefficient of variation of the maximum spring flood runoff were constructed using the ArcGIS 10.5 software product. The accuracy of runoff calculations has been evaluated.*

УДК 504.4.054

Б.М. Мырзақұлова<sup>1</sup>

Техн. ғылымд. канд.

К.К. Дускаев<sup>1</sup>

**ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫНДАҒЫ СУ ОБЪЕКТІЛЕРІНІҢ  
ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГИДРОБИОЛОГИЯЛЫҚ  
КӨРСЕТКІШТЕРІ БОЙЫНША ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ СУЫНЫҢ  
САПАСЫ**

*Түйін сөздер:* гидробиологиялық көрсеткіштер, фитопланктон, перифитон, зоопланктон, бентос, биотикалық индекс, шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК), судың ластану индексі (СЛИ)

*Мақалада Есіл өзені суының сапасы мен құрамының қалыптасу ерекшеліктері және өзеннің су сапасына химиялық заттардың әсері қарастырылды. Сонымен қатар РМК «Қазгидромет» стационарлы торабының соңғы жылдардағы бақылауларының мәліметтерін қолдану арқылы гидробиологиялық және гидрохимиялық көрсеткіштері арқылы Есіл өзенінің қазіргі жағдайын бағалау және су сапасының анализі жүргізіледі. Алынған нәтижелер бойынша Есіл өзенінің ластану деңгейі «орташа ластанған» сулардың үшінші классына сәйкес келетінін көрсетті.*

**Кіріспе.** Есіл – Ертіс өзенінің сол саласы, Обь өзен жүйесіне жатады, Ақмола, Солтүстік Қазақстан облыстары және Ресейдің Түмен, Омбы облыстары жерімен ағады. Ұзындығы: 2450 км, су алабының ауданы 177 мың км<sup>2</sup>. Су алабы: Солтүстік Мұзды мұхит, өзендерінің су алабы Ертіс өзені, Обь өзені. Су шығыны – 56,3 м<sup>3</sup>/с. Сағасы: Ертіс өзені. Орналасқан жері: Усть-Ишим. Бастауын Сарыарқадағы Нияз тауы етегінен алып (560 м биіктіктен), Ертіс өзеніне сол жағынан құяды. Қазақстандағы ұзындығы: 1400 км. Дүние жүзінде екінші реттегі ең ұзын сала саналады [7].

Есіл өзені – Ақмола облысындағы ең ірі су көзі болып табылады. Салалары: Колутон, Жабай, Терс-Аққан. Өзінің режиміне байланысты, қар суымен қоректену басымырақ. Есіл өзені Нұр-Сұлтан қаласы тұстамасындағы максималды шығыны 1080...1100 м<sup>3</sup>/с, жылдық ағынды

---

<sup>1</sup>әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы қ, Қазақстан

көлемі 1299967 мың. куб/жыл, жылдық орта шығын 1,11 м<sup>3</sup>/с. Маусым және шілде айлары арасында судың орташа температурасы 15...20° С [5].

Есіл су шаруашылығы алабында 50-ге жуық су қоймалар орналасқан және пайдаланылуда, олардың ең ірілері Астана, Сергеевское және Петропавл су қоймалары. Су қоймалар кешенді мақсатқа ие және өнеркәсіп пен халықты сумен қамтамасыз етуге, балық шаруашылығына, суаруға және ауыл шаруашылықты сумен қамтамасыз етуге арналған. Ал ұсақ су қоймалары – нысаналы мақсатта, іргелес жерлерді суландыру, жайылымдарды суландыру, темір жол станциялары мен кеніштерді сумен жабдықтау үшін пайдаланылады [2].

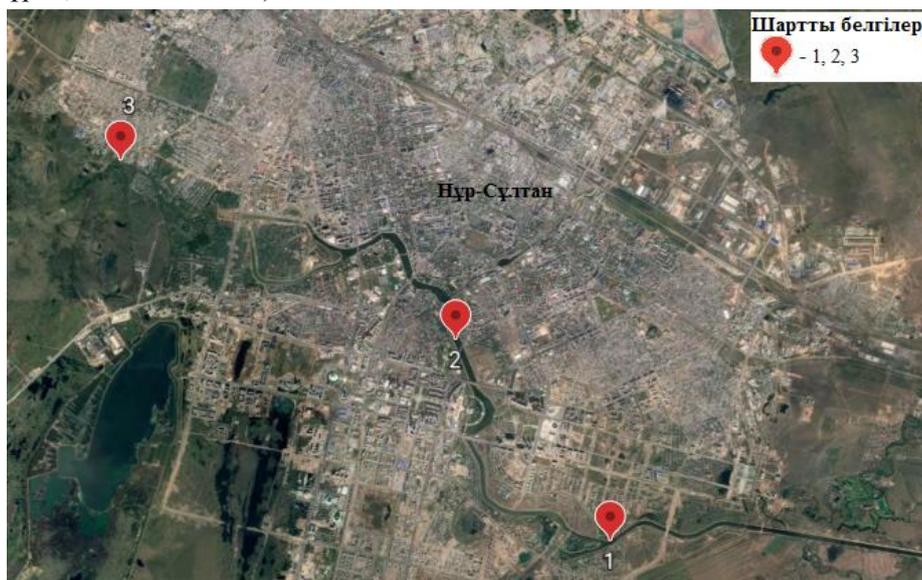
**Мәліметтер және зерттеу әдістері.** Гидробиологиялық көрсеткіштер су ортасының ластануын бақылау жүйесінің маңызды элементі болып табылады. Себебі қоршаған ортаны бақылау су экожүйелерінің жай-күйін бағалау мүмкіндігін қамтамасыз ететіндіктен, олар антропогендік факторлардың зиянды әсеріне ұшыраған.

Бұл жұмыстың материалы ретінде, 2017 жылы маусым айының басы, шілде айының соңы және қыркүйек айында Есіл өзеніндегі үш тұстамадан алынған фитопланктон, зоопланктон, перифитон және бентос сынамаалары болды. Олар: Нұр-Сұлтан қаласынан 3 км жоғары орналасқан Тельман кентінің жанынан, қаладағы саябақ көпірінің маңынан және қала шегінен 8 км төмен Көктал кентіне жақын жерден таңдап алынды (Сур. 1).

Судағы микроорганизмдер органикалық және минералды заттардың трансформациясын орындайтын су экожүйелеріндегі ең маңызды байланыс болып табылады. Бұл процестегі жетекші рөл органикалық заттардың оңай бөлінуін игеретін гетеротрофты сапрофитті бактерияларға жатады. Бұл бактериялардың көбісі белгілі бір жағдайларда ластаушы заттардың барлық түрлерін – фенолдарды, көмірсутектерді және басқаларды жоюға қабілетті [3, 8].

Фитопланктон әр жерден 10 литрдан су бетінен жиналып, бір тәулік ішінде екі әдісте (10 литрден 1 л-ға дейін және 1 л-ден 50 мл-ға дейін) қойылтылды және тұндырылды, сондай-ақ Утермель фиксаторымен (5 г екі рет сублимацияланған йоды бар 20 см<sup>3</sup> тазартылған суда 10 г калий йодидін ерітеді, 50 см<sup>3</sup> тазартылған су және 5 г сірке қышқылды натрий қосады, алынған ерітіндіні тығыны бар қара шыныдан жасалған сауытта 1 айдан аспайтын мерзімде сақтайды) бекітілді, олардың көпшілігі көгілдір жасыл болып табылады. Консервант құрамында формалиннің бар болуы,

сынаманы ұзақ уақыт сақтауға мүмкіндік береді. Ұяшықтар Нажотта камерасында есептелген (фитопланктонды есептеу үшін пайдаланатын құрал, көлемі 1/20 мл).



Сур. 1. Сынамалар алынған аймақтар. 1 - Нұр-Сұлтан қаласынан 3 км жоғары, Тельман кенті, 2 - қаладағы саябақ көпірінің маңы, 3 - Нұр-Сұлтан қаласынан 8 км төмен, Көктал кенті.

Зоопланктон сынамасының іріктелуі қайықтан өте шағын Джеди торының (диаметрі 19 см, елеуіш № 72 сүзгіш капронды конустан, жоғарғы жалғанған жағы тығыз материалдан кері қиылған конустан тұрады) көмегімен жүзеге асырылды. Судың бүкіл бағанасы түбінен су бетіне дейін жиналды. Әрбір жерден 50 литр су жиналды, ол Джеди торы арқылы фильтрациядан кейін 25 мл дейін қойылтылды. Зоопланктонның әрбір сынамасы бірден бекітілді. Зоопланктонның сынамасын бекіту 40 % -дық бейтарап формалинмен жүргізілді. Жиналған үлгілер Богорова камерасында талданды (зоопланктонның ағзаларын есепке алу үшін әзірленген құрылғы).

Перифитон сондай-ақ шағын Джеди торымен (диаметрі 19 см, елеуіш № 72) жиналды. Эритрозинмен боялған № 2 мембраналық фильтрлерінде су сынамасындағы микробтық планктонның жалпы саны, А.С. Разумов бойынша тікелей санау әдісі (микроорганизмдердің жалпы санын анықтау) арқылы есептеледі.

**Есіл өзені алабының гидробиологиялық көрсеткіштер бойынша су сапасы. 2017...2018 жылдар аралығындағы Нұр-Сұлтан**

қаласы бойынша Есіл өзенінің бассейніндегі жер үсті суларының сапалық сипаттамаларын талдау су ресурстарының ластану деңгейі бойынша төмендегідей сипатталуы мүмкін: Есіл өзені – екінші классқа – таза (судың ластану индексі (СЛИ) 0,8...0,7 шегінде өзгерді), оның салалары Ақбұлақ өзені – екінші классқа – таза (СЛИ 1,0...0,9) және Сарыбұлақ өзені – үшінші классқа орташа ластанған (СЛИ 1,3...1,1) деңгейге жатады. Су сапасының жалпы нашарлауы әлі болған жоқ.

Нұр-Сұлтан қаласы бойынша Есіл өзенінің экологиялық бағалауы гидробиологиялық көрсеткіштері бойынша су қоймадағы су объектілерінің сапалық және сандық құрамына, олардың түр алуандығына, сондай-ақ сапробиологиялық талдау нәтижелеріне қатысты ақпаратты қамтиды (кесте 1).

Есіл өзенінің фитопланктоны балдырлардың 110 түріне дейін анықталды. Зерттеу жұмыстары барысында фитопланктонның мөлшері 0,10...4,00 мың кл/мл ауытқыды, орташасы 1,05 мың кл/мл тең болды. Ал биомассасы 0,350...15,343 мг/л дейін жетті, орташа есеппен 4,890 мг/л құрағаны анықталды. Биомассасының құрамы бойынша диатомды, жасыл және көк-жасыл балдырлардың саны салыстырмалы түрде тең болып келді. Анализ нәтижелеріне сәйкес сапробтылық индексі (СИ) – 1,53...2,25 дейін жоғарылады және орташа алғанда 2,05 құрады. Демек, су сапасы аз мөлшерде нашарлап, «орташа ластанған» үшінші классқа сәйкес келгені байқалды. Сапробтылық зонасы бета-мезосапробты ағзалардан тұрды.

В.Я. Пильгук [1, 6] зерттеулері бойынша перифитон қауымдастығы бай түрлер құрамымен сипатталған. Диатомды балдырлар басым болып келген, көбінесе *Navicula*, *Nitzschia*, *Diatoma*, *Synedra*, *Gomphonema* тұқымдастығының түрлері кездескен. Жасыл балдырлардың пайда болу жиілігі аз болып келген. Көк-жасыл және басқа балдырлар ең кіші тығыздықты құраған. Сынамаларда бета-мезосапробты ағзалар басым болған, сондықтан су сапасы перифитонның көрсеткіші бойынша «орташа ластанған» сулардың үшінші классына сәйкес келген.

Зерттеліп отырған нысанға сәйкес перифитонның түрлік құрамы көбейіп, сапробтылық индексі – 1,90...2,02 айтарлықтай жоғарылады. Перифитонның негізгі бөлігін бета-мезосапробты ағзалар алып жатты.

Биоиндикация әдістеріне сәйкес гидробиологиялық көрсеткіштері бойынша Есіл өзенінің су сапасын бағалау

Гидробиологиялық көрсеткіштер	Сапробтылық индекс балл, Пангле және Букк бойынша		Биотикалық индекс, балл, Вудивисс бойынша	Ластану деңгейі, сапалық классы	Сапробтылық зонасы
	2017 жыл 2-ші маусым	2018 жыл 3-ші маусым			
Фитопланктон	1,53	2,25	6	3-орташа ластанған	бета-мезосапробты
Перифитон	1,90	2,02	5	3-орташа ластанған	бета-мезосапробты
Зоопланктон	1,70	1,85	6	3-орташа ластанған	бета-мезосапробты
Бентос	1,68	1,95	5	3-орташа ластанған	альфа-бета-мезосапробты

Зоопланктон 42 түрден тұрды, олар бұтақмұртшалы шаяндар - 6 түр, ескекаяқты шаяндар – 20 түр, коловраткалар – 16 түрімен ерекшеленді. Cyclops strenuus пен Eucyclops setulatus түрлері кеңінен таралды. Зоопланктон қауымдастығының саны мен биомассасы маусымға байланысты өзгеріп отыратындығы байқалды. Максималды санына қарай 4,10 мың экз.м<sup>3</sup> құрады, ал биомассасы 9,75 мг/м<sup>3</sup> көктем айларында жетті. Жазғы зоопланктонның максималды саны 8,50 мың экз.м<sup>3</sup>, биомассасының шамасы 65,45 мг/м<sup>3</sup> тең.

Сапробиологиялық анализдердің нәтижелеріне сүйенсек, зоопланктонның индикаторлы түрлерінің көп болуымен сипатталды. Ескекаяқты шаяндар басым болып келді, бета-мезосапробты топқа жатқызылды. Сапробтылық индекстері 1,70...1,85 дейін ауытқып отырды. Сондықтан үшінші классқа сәйкес, яғни ластану деңгейі «орташа ластанған».

Бентос бойынша негізгі түр алуандылығының құрамы аз болып келді. Gastropoda және Chironomidae өкілдерінің түрлері көбінесе жаз уақытында көбейгендігі анықталды. Алынған нәтижелерге сәйкес бентостың негізгі массасын альфа-бета-мезосапробты ағзалар құрады. Ал

биотикалық индексті анықтау арқылы көрсеткіші 5-ке тең болып, өзен түбі «орташа ластанған» деп бағаланды.

Бактериопланктонның жалпы саны мен сопрофитті бактериялардың санының көрсеткіші бойынша өзен салыстырмалы түрде қанағаттанарлық күйде болады.

**2018 жылы Есіл өзені алабындағы су объектілерінің ластануының гидрохимиялық көрсеткіштері бойынша сипаттамалары.** Гидрохимиялық көрсеткіштер бойынша су сапасының негізгі критерилері балық шаруашылық суқоймалар үшін ластаушы заттардың шекті рұқсат етілген концентрациялары болып табылады. Құрлықтағы беттік сулардың сапасы кешенді судың ластану индексінің деңгейіне байланысты бағаланады, ол су сапасының өзгеру динамикасын салыстыру және анықтау үшін қолданылады.

Беткі сулардың сапасын бақылау РМК «Қазгидромет» бекеттерінің деректері бойынша Есіл өзені бассейнінің 7 су нысанында жүргізілді: Есіл, Ақбұлақ, Сарыбұлақ, Жабай өзендері, Астана су қоймасы, Қопа, Зеренді көлдері.

Есіл өзені суының сапасы гидрохимиялық көрсеткіштер бойынша су сапасы үшінші классқа сәйкес келді, яғни «орташа ластанған». СЛИ - 1,56 тең болды. Шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК) бойынша асқандығы сульфаттар, мырыш, мыс, марганец бойынша 1,3...2,4 ШРК шегінде жоғары болды.

Ақбұлақ өзенінде су сапасы «орташа ластанған» болып келді. СЛИ 1,67 шамасын көрсетті. Сульфаттар, хлоридтер, магний мен кальций 1,6...4,7 ШРК, ал нитритті азот, фторидтер 1,9...5,1 ШРК, мырыш пен мыс бойынша 1,6 ШРК деңгейінің нормадан асқаны байқалды.

Сарыбұлақ өзеніндегі нәтижелер сульфаттар, хлоридтер, магний бойынша көрсеткіші 1,7...6,1 ШРК болды, фторидтер, нитритті азот, тұзды аммоний 1,3...5,7 ШРК тең, мырыш пен мыс 1,7...2,5 ШРК аралығында көтерілді. Су сапасы «орташа ластанған» деп бағаланды. СЛИ 1,84 ие болды.

Жүргізілген зерттеу жұмыстары бойынша Астана су қоймасында су сапасы «орташа ластанған» деген сипатта болды. Ал СЛИ 1,59 мәніне жетті. Шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК) шамасы ауыр металдар бойынша мыс пен мырыш 1,1...2,4 ШРК дейін асты.

Жабай өзенінде сульфаттар 1,5 ШРК тең, жалпы темір, тұзды аммоний мен нитритті азот 1,5...3,4 ШРК жетті, ал марганец 14,1 ШРК

көрсеткіштерінің нормадан жоғары болғаны анықталды. Сондай-ақ, Жабай өзенінің су сапасы «ластанған» төртінші классқа сәйкес, және СЛИ 2,73 болды.

Қопа көлінің су сапасына келетін болсақ, «ластанған» төртінші класс болып табылғандығы анализ нәтижелерінде белгілі болды. СЛИ көрсеткіші 2,88 ие. Шекті рұқсат етілген концентрациядан асуы сульфаттар бойынша 1,6 ШРК, ал марганец 5,9 ШРК құрады.

Зеренді көлінде сульфаттар мен магний бойынша 1,2...1,5 ШРК жетті, фторидтер 3,5 ШРК болса, марганец 3,2 ШРК құрады. Су сапасының ластану деңгейі «орташа ластанған» үшінші класспен бағаланды.

Есіл, Ақбұлақ, Сарыбұлақ өзендері, Зеренді көлі, Астана су қоймасының ластану деңгейі бойынша «орташа ластанған», ал Жабай өзені мен Қопа көлінің су сапасы «ластанған» су нысандары ретінде тіркелді.

Су сапасын 2017 жылдың көрсеткіштерімен салыстыра келе, Қопа көлі біршама нашарлаған, Есіл өзені, Ақбұлақ өзені, Зеренді мен Жабай және Астана су қоймасында салыстырмалы түрде өзгеріс байқалған жоқ.

Кезекті су сапасының ластану деңгейін анықтаудың шамасы оттегіні 5 тәулікте биохимиялық тұтыну (ОБТ<sub>5</sub>) бойынша Ақбұлақ, Сарыбұлақ өзендерінде «орташа ластанған», ал қалған су объектілерінде «нормативті таза» болып табылды.

2017 жылмен салыстырғанда ОБТ<sub>5</sub> шамасы бойынша Ақбұлақ өзенінде нашарлаған; Қопа көлінде жақсарған; қалған су нысандарында айтарлықтай өзгерген жоқ [4].

**Қорытынды.** Гидрохимиялық көрсеткіштері бойынша су ресурстарының ластану деңгейі төмендегідей: Есіл өзені екінші классқа-таза (СЛИ 0,8...0,7 шегінде өзгерді), оның салалары Ақбұлақ өзені - екінші классқа - таза (СЛИ 1,0...0,9) және Сарыбұлақ өзені – үшінші классқа орташа ластанған (СЛИ 1,1...1,3) деңгейге жатады. Алынған мәліметтерге сай Есіл өзені және оның салалары су сапасының классы орташа алғанда екіге тең болды, ал бұл жағдай «нормативті таза» суларға сәйкес.

Гидробиологиялық көрсеткіштері бойынша сынамаларда бета-мезосапробты ағзалар басым болды, сондықтан су сапасы перифитонның көрсеткіші бойынша «орташа ластанған» сулардың үшінші классына сәйкес келеді. Бентостық ағзалар альфа-бета-мезосапробты топқа жатқызылды, сондықтан бентос күйіне сәйкес өзен түбі «орташа

ластанған» деп бағаланады. 2017 жылдағы гидробиологиялық көрсеткіштер бойынша су сапасының айтарлықтай өзгеруі алдыңғы маусымдармен салыстырғанда байқалмайды.

Есіл өзені суының сапасы бойынша алынған жұмыстағы нәтижелер Есіл өзені алабындағы су қорғау шараларын іске асыруда және жобалауда қолданылуы мүмкін.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Водоросли.- Наукова думка, 1989. - С. 156-170
2. Тюменев С.Д. Водные ресурсы и водообеспеченность территории Казахстана. - Алматы: КазНТУ, 2008. - С. 61-66
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984.- С. 560
4. Қазақстан Республикасы қоршаған орта жай-күйі жөніндегі Ақпараттық бюллетені, Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі, РМК «Қазгидромет», Экологиялық мониторинг департаменті, 2018. - Б. 208-211
5. Нор П.Е., Фитисова М.С. Оценка экологического состояния бассейна реки Ишим // Молодой ученый.-2014.-№5 (64).- С. 183-185
6. Пильгук В.Я. Зоопланктон реки Ишим//Водоемы Сибири и перспективы их использования.-Томск,1973.-С.156-166
7. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Акмолинская область. - Л.: Гидрометеиздат, 1958. -Вып. 1. - С. 9-35
8. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. – Орел, 2004. -С. 125

Қабылданды 14.06.2019

Канд. тех. наук

Б.М. Мырзақұлова  
К.К. Дускаев

#### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ И ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЕСИЛЬ**

**Ключевые слова:** гидробиологические показатели, фитопланктон, перифитон, зоопланктон, бентос, биотический индекс, предельно допустимая концентрация (ПДК), индекс загрязнения воды (ИЗВ)

*В статье рассмотрены особенности формирования состава и влияние химических веществ на качество воды реки Есиль. Кроме того, проводится анализ качества воды и оценка современного состояния реки Есиль по гидробиологическим и гидрохимическим показателям с использованием данных наблюдений за последние годы на стационарной сети РГП «Казгидромет». Согласно результатам, уровень загрязнения реки Есиль соответствует третьему классу «умеренно загрязненных» вод.*

B.M. Myrzakulova, K.K. Duskaev.

#### **CURRENT STATE OF WATER QUALITY ACCORDING TO HYDROBIOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL PARAMETERS OF WATER BODIES IN THE ESIL RIVER BASIN**

**Key words:** hydrobiological indicators, phytoplankton, periphyton, zooplankton, benthos, biotic index, maximum permissible concentration (MPC), water pollution index (WPI)

*The article discusses the features of the formation of the water quality composition of the river Esil, the influence of chemicals on the water quality of the river Esil, the assessment of the current state and analysis of the water quality of the river Esil on hydrobiological and hydrochemical indicators using observations in recent years on the stationary network of RSE "Kazhydromet". According to the results, the level of pollution of the Esil river corresponds to the third class of "moderately polluted" waters.*

УДК 504.38, 504.45

Канд. сельскохоз. наук

Е.Д. Жапаркулова<sup>1</sup>Л.В. Бажанова<sup>2</sup>К.Е. Калиева<sup>1</sup>

Канд. сельскохоз. наук

М.С. Набиоллина<sup>1</sup>

**ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СОВРЕМЕННОМ  
ЭТАПЕ, ПРОГНОЗ НА ПЕРИОД ДО 2050 г. И ЕГО ВЛИЯНИЕ  
НА ВОДНОСТЬ РЕК ЛЕДНИКОВО-СНЕГОВОГО ПИТАНИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ КУРКУРЕУ-СУУ,  
ТАЛАССКИЙ БАССЕЙН)**

**Ключевые слова:** водные ресурсы, сток, гидрологический режим, расход воды, температура воздуха, атмосферные осадки, оледенение, изменение климата, прогноз.

*В данной статье приводятся результаты исследования, полученные авторами в процессе работы в проекте РЭЭЦ «Вода, образование и наука» (2019) по проблеме изменения климата и его влияния на водные ресурсы небольших трансграничных бассейнов. В число таких бассейнов вошла река Куркуреу-Суу ледниково-снегового питания, расположенная в Таласском бассейне, сток которой используется двумя государствами – Кыргызстаном и Казахстаном. Также предпринята попытка прогноза изменения температуры воздуха и стока реки на период до 2050 г. при условии сохраняющейся тенденции изменения основных стокоформирующих факторов – температуры воздуха, атмосферных осадков и оледенения.*

**Краткая гидрологическая характеристика бассейна р. Куркуреу-Суу.** Географически река Куркуреу-Суу, расположена в бассейне р.Талас, но не является её притоком. Река формирует сток на северном склоне Таласского Ала-Тоо, течет по ущельеобразной долине, прорезает хребет Кара-Тоо, и правым притоком сливается с р.Терс, после чего река называется Асса.

<sup>1</sup> КазНАУ, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> ИВП и ГЭ НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан

Недалеко от г. Тараз р. Асса, не впадая в р. Талас, поворачивает на запад и впадает в крупное озеро Бийлюколь. Вытекая из озера, река течет на север, питает ряд мелких озер, проток и теряется [11].

Административно бассейн реки находится на территории двух государств: Кыргызстана – горная часть (область формирования стока) и Казахстана – предгорная и равнинная часть (область рассеивания, трансформации стока). Сток реки используют оба государства для орошения и водохозяйственных потребностей, что и причисляет её к разряду трансграничных.

**Глобальное изменение климата.** Изменение климата – постепенное изменение средних характеристик факторов (температуры, осадков, испарения и т.д.), определяющих его, в течение длительного периода времени. Проблема изменения климата является актуальной не только в настоящее время, но и в обозримом будущем, как в глобальном, так и региональном аспекте [6].

Проблема климатических изменений в семидесятых годах прошлого столетия приобрела глобальный характер, поскольку все более отчетливо начали проявляться признаки изменения климата, следствием которых стали учащавшиеся засухи, катастрофические наводнения, увеличение амплитуд межгодовых, межсезонных колебаний температуры воздуха при общей тенденции увеличения как сезонных, так и среднегодовых, среднемесячных температур [6].

Величина повышения температуры воздуха согласуется с прогнозом глобального потепления климата, вследствие увеличения содержания углекислого газа в атмосфере, впервые сделанного М.И. Будыко более 40 лет назад на основе энергобалансовой модели. Процесс потепления, начавшийся в прошлом столетии, сохраняется в настоящее время, когда наблюдаются рекордные положительные аномалии средней глобальной температуры [4].

Исследование закономерностей изменений количества атмосферных осадков связано с некоторыми трудностями, обусловленными с одной стороны большой временной и пространственной изменчивостью осадков, с другой – неточностью инструментальных измерений. Очевидно, что изменение климатических условий приведет к изменениям водных ресурсов бассейнов рек в различных регионах и странах. От направленности этих изменений будет зависеть и общая стратегия водообеспечения населения и экономики в XXI веке [1, 2]. Последствия того, как мы поступаем в отношении изменений климата сегодня, будут действовать и через столетия. Те изменения, которые обусловлены выбросом парниковых газов в обозримом будущем необратимы.

**Региональные климатические изменения.** Современное глобальное изменение климата, оказывающее влияние на водные ресурсы, отмечено и на

территории Центральной Азии. В Таласском бассейне анализ основных климатических параметров – температуры воздуха и атмосферных осадков, проведен по метеостанции (МС) Талас, имеющей продолжительный непрерывный ряд наблюдений – 90 лет, (1930...2019 гг.). Метеостанция расположена в Центральной части бассейна на высоте 1212 м.

Трендовый анализ среднегодовой температуры по МС Талас за период наблюдений однозначно положительный. Рост температуры от исходного 7,00 до конечного 9,10 °С значения тренда составил 2,10 °С (интенсивность роста 0,020 °С/год (рис. 1).

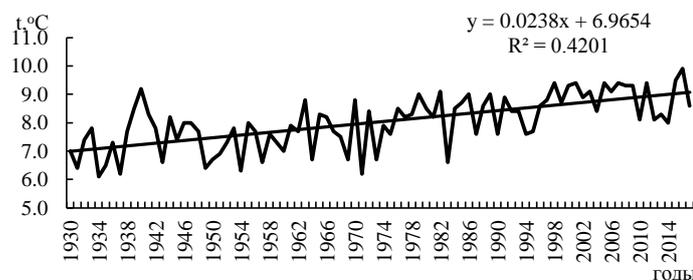


Рис. 1. Тренд среднегодовой температуры по МС Талас.

Более динамичное повышение температуры произошло после 1972 г., что отражено трендами за сравниваемые периоды 1932...1972 и 1973...2017 гг. (рис. 2).

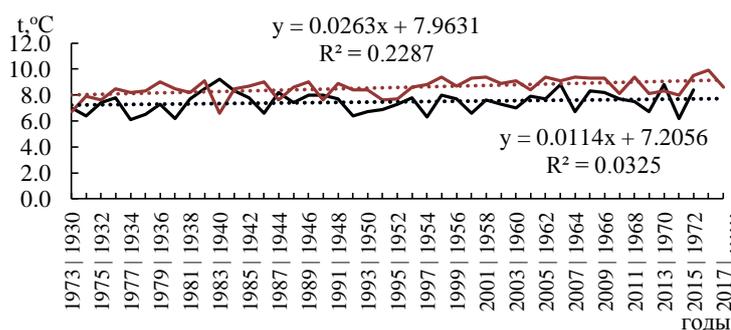


Рис. 2. Тренды средней годовой температуры МС Талас за сравниваемые периоды.

На рисунке 3 показано отклонение средней годовой температуры за период 2012...2017 гг. от среднего многолетнего значения, из которого можно сделать вывод: тенденция потепления климата после 2000 г. не только сохраняется, но и становится более значимой, чем за весь период наблюдений.

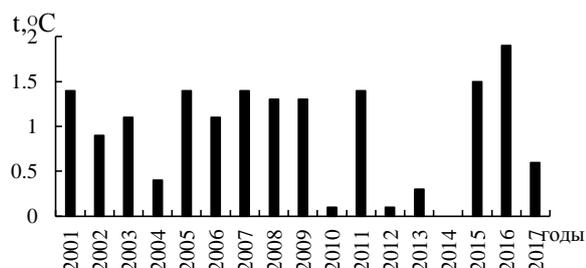


Рис.3. Отклонения средней годовой температуры МС Талас за 2012...2017 гг. от нормы.

На рисунке 4 приведена среднегодовая температура МС Талас за разные расчетные периоды.

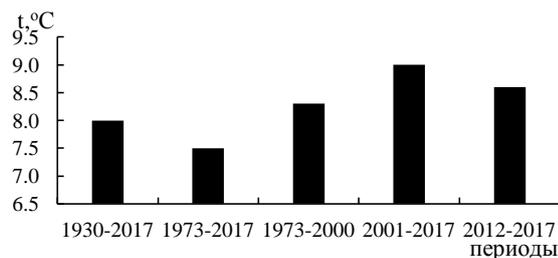


Рис.4. Среднегодовая температура за разные расчетные периоды МС Талас.

Тенденция потепления климата сохраняется и приобретает более динамичный характер. Разностные интегральные кривые среднегодовой температуры, показывают, что расчетный период включает периоды понижения и повышения температуры, при этом период после 1973 года находится в положительной фазе – тенденции повышения (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ изменений среднегодовой температуры за период наблюдений 1930...2017 гг. и за сравниваемые периоды

Характеристики	Расчетные периоды			
	1930...2017	1930...1972	1973...2000	2001...2017
Число лет	88	43	71/28	88/71/17
Средняя температура °С	8,0	7,5	8,3	9,0
Разность температур °С	–	-0,5	0,3 / 0,8	1,0 / 1,5 / 0,7
Разность темп. %	–	-6,2	3,8 / 11	12 / 20 / 8,4
Темп роста Т°С/год	–	-0,10	0,004 / 0,029	0,011/0,021/0,041

Примечание: – с 1930 по 2000 гг.

Тенденция роста температуры воздуха сохраняется, и наиболее значимая отмечена в период 2001...2017 гг. 0,04 °С/год.

**Прогноз по данным ретроспективного анализа инструментальных наблюдений и экстраполяции темпов повышения температуры.** Сущность прогнозирования заключается в предвычислении с различной заблаговременностью и степенью точности того или иного элемента климата (в данном случае температуры). Разработка методов прогнозирования и их дальнейшего использования, позволяющих заранее (с определенной заблаговременностью) определить развитие процессов и явлений, основывается на данных наблюдений в предшествующий период [12, 13].

Данный метод прогноза на такой длительный период можно принимать как консультацию, составленную на основании ретроспективного анализа данных среднегодовой температуры периода наблюдений при условии сохраняющейся тенденции и темпов потепления климата (роста среднегодовой температуры) в течение прогнозируемого периода до 2050 г.

В используемом подходе к прогнозу на столь длительный срок до 2050 г. (34 года), был использован метод ретроспективного анализа данных периода наблюдений, инерционность изменения температуры и прогноз (экстраполяция) темпов изменения в течение прогнозируемого периода [3, 10].

Темпы роста температуры после 2000 г. возросли, средняя величина роста температуры за период 2001...2017 составила 0,040 °С/год, поэтому при прогнозировании на период до 2050 г. принято это значение, а за базовую взята среднегодовая температура периода 1973...2000 гг., равная 8,30 °С. По результатам расчетов ( $0,04 \cdot 34$ ) повышение температуры за период до 2050 г. составит 1,360 °С (1,40 °С), а средняя годовая температура 9,70 °С.

Согласно прогнозу по климатическим сценариям повышение температуры ожидается по сценарию A2-ASF к 2050 в пределах 1,8...2,80 °С; по сценарию B2-MESSAGE в пределах 1,7...2,50 °С. Данные сценарии основываются на прогнозируемом увеличении выбросов парниковых газов, и дают значительный интервал прогнозируемого повышения температуры [1, 2].

Потепление климата уже отражается на многих экосистемах, состояние которых зависит от температурного режима – реки, озера, ледники, влажность почвы, биоразнообразие и т.д.

**Гидрологический режим р. Куркуреу-Суу.** Река Куркуреу-Суу является трансграничным водотоком, сток которой используется двумя государст-

вами – Кыргызстаном и Казахстаном, и то, как изменяется сток реки на фоне климатических изменений, интересует обе стороны.

Далее представлены результаты анализа стока реки и его динамика в разные временные периоды, а также дан прогноз-консультация ожидаемой водности на период до 2050 г. При этом использованы все имеющиеся публикации других разработчиков по составлению прогноза и дан прогноз авторов.

По форме гидрографа р. Куркуреу-Суу относится к Тянь-Шанскому типу с двумя ярко выраженными фазами режима – половодье (апрель–сентябрь) и межень (октябрь–март). (рис.5) [13].

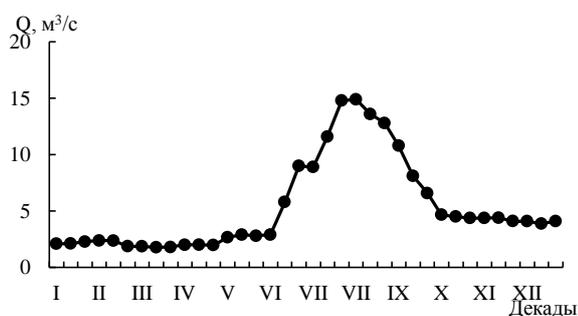


Рис.5. Гидрограф средних декадных расходов воды р. Куркуреу-Суу.

В таблице 2 приведены гидрографические характеристики реки.

Таблица 2

Основные гидрографические характеристики р. Куркуреу-Суу [11]

Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота, м	Уклон реки, средн. ‰	Степ. Олед, %	Показатель питания δ	Тип питания
454	2870	70	3,0	2,04	ледниково-снеговое

По данным Каталога ледников СССР (1970-х годов) бассейн реки имеет значительно оледенение 3 % (13,6 км<sup>2</sup> площади). Величина показателя типа питания (отношение объема стока за июль–сентябрь к объему за март–июнь) составляет 2,04. Это указывает на значительную ледниковую составляющую стока и относит реку к ледниково-снеговому типу питания.

В таблице 3 приведено внутригодовое распределение стока по месяцам и сезонам (в % от годового), а на рисунке 6 – средние

месячные расходы воды в годы различной водности (обеспеченности).

Таблица 3

Внутригодовое распределение стока (%)

Месяцы												Сезоны		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	весна	лето	осень-зима
3,5	3,2	3,0	3,4	5,5	14,0	22,4	19,9	10,5	5,9	4,7	4,0	22,9	52,8	24,3

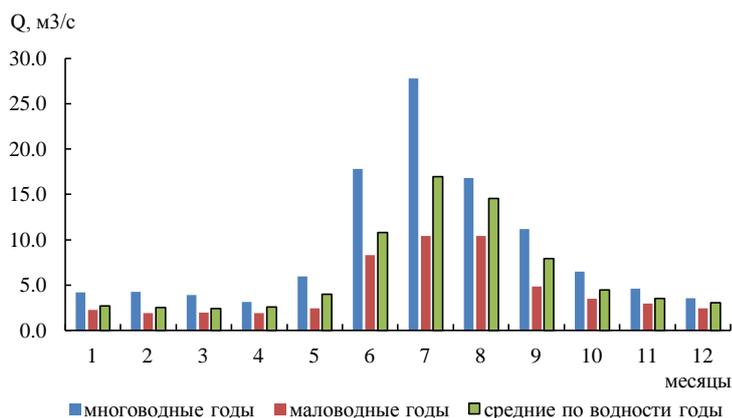


Рис. 6. Среднемесячные расходы воды р. Куркуреу-Суу в годы различной водности.

Средние годовые расходы изменяются от 4,46 до 9,15 м<sup>3</sup>/с, в зависимости от водности года, в год средней водности – 6,34 м<sup>3</sup>/с (в объёме стока это – 141, 288 и 200 млн. м<sup>3</sup> соответственно).

Сток реки формируется за счёт накопления сезонного снега (снегозапасы холодного периода). Снеговой сток – первая фаза половодья, вторая фаза – от таяния ледников и снежников высокогорного пояса – это ледниковая составляющая стока. Жидкие осадки (дождевое питание) существенной роли в формировании стока не играют и составляют 3...5 % от годового объёма.

Период половодья продолжается от 108 до 186 дней. В зависимости от сопутствующих метеорологических условий, объём стока половодья колеблется от 85,8 млн. м<sup>3</sup> до 214 млн. м<sup>3</sup>. Средние

и максимальные срочные характеристики стока приведены в таблице 4.

Таблица 4

Максимальные расходы воды р. Куркуреу-Суу

Средний годовой		Максимальный срочный		
год	Q м <sup>3</sup> /с	год	Q м <sup>3</sup> /с	Дата
1969	9,15	1953	40,2	15.07
1959	8,30	1998	36,6	24.07
1978	8,12	1968	36,4	7.07
1988	7,90	1958	35,1	15.07
1973	7,89	1933	34,5	10.08
1966	7,55	1988	33,8	14.07

**Меженный сток, минимальные расходы воды, ледовые явления.** Период межени на реках ледниково-снегового питания приходится на холодное время года (октябрь-март), когда процесс таяния прекращается и речной сток формируется за счет подземных вод зоны активного водообмена. Для межени характерны устойчивые, небольшие расходы воды, снижающиеся к началу половодья. Продолжительность межени составляет до 190 дней.

Минимальные расходы наблюдаются в конце межени – март, апрель, когда запасы грунтовых (подземных) вод в бассейне реки достигают истощения. В таблице 5 приведены минимальные расходы р. Куркуреу-Суу различной обеспеченности.

Таблица 5

Минимальные расходы воды различной обеспеченности

Характеристика	Обеспеченность, %				Миним. срочный расход	
	80	90	95	97	99	
Расход, м <sup>3</sup> /с	1,83	1,69	1,57	1,48	1,33	0,84 16.03.1940
Модуль стока, л/с км <sup>2</sup>	4,02	3,73	3,45	3,26	2,94	0,38

Река Куркуреу-Суу относится к группе рек с неустойчивым ледоставом. Сроки наступления основных фаз ледового режима и число дней с ледовыми явлениями представлены в таблице 6.

Таблица 6

Данные ледового режима

Характеристика	Начало лед. явлений	Окончание лед. явлений	Продолжительность ледовых явлений
Ранняя (наибольшая)	19.10	16.02	135 дней, 1950...1951 гг.
Поздняя (наименьшая)	17.12	20.04	11 дней, 1939...40 гг.

### Анализ динамики стока реки на фоне потепления климата.

Трендовый анализ среднегодовых расходов воды за период наблюдений (в котором есть пропуски, общий период наблюдений составляет 80 лет) показал, что с 70-х годов прошлого века началось увеличение водности реки, которое сохраняется и в настоящий период 2001...2017 гг. Начальное значение тренда (1927 г.) по сравнению с конечным (2017 г.) возросло с 5,6 до 7,3 м<sup>3</sup>/с, на 1,7 м<sup>3</sup>/с (30 %). (рис. 7).

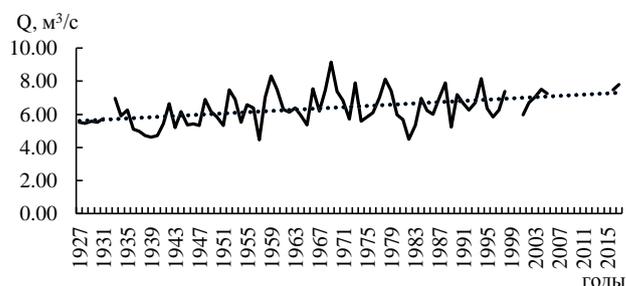


Рис. 7. Тренд среднегодовых расходов воды р. Куркуреу-Суу за период наблюдений.

Средние годовые расходы воды за разные временные периоды, рассчитанные по данным наблюдений, также указывают на увеличение стока. Из данных таблицы 7 можно сделать вывод: средняя годовая величина расхода воды за сравниваемые периоды увеличивается после 1972 г. и особенно значимое увеличение произошло после 2000 г.

Таблица 7

Средние годовые расходы воды за разные периоды

Характеристики	Расчетные периоды			
	1927...2017	1927...1972	1973...2000	2001...2017
Средний, м <sup>3</sup> /с	6,34	6,19	6,55	7,11
Разность, м <sup>3</sup> /с	–	-0,15	0,21/0,36	0,76/0,82/0,46
Разность, %	–	-2,4	3,3/5,8	12/13/7,0

*Примечание:* В каждом расчетном периоде приведены отклонения: 1 – от среднего значения за весь период наблюдений; 2 и 3 – от средних значений предшествующего периода.

Увеличение расходов воды находится в прямой зависимости от роста температуры воздуха за те же временные периоды (рис.8). Связь тесная, коэффициент корреляции, отражающий тесноту связи, близок к 1 (R=0,96).

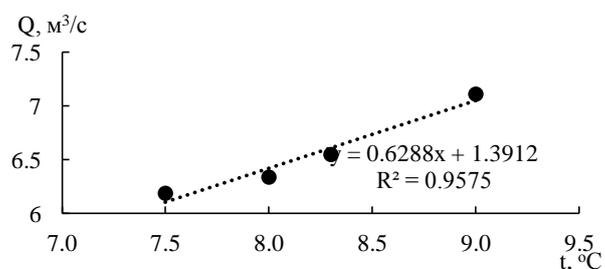


Рис. 8. Связь средней температуры (МС Талас) и расходов воды (р. Куркуреу-Суу) за сравниваемые периоды.

Эта связь является подтверждением того, что увеличение водности рек ледниково-снегового питания (степень оледенения бассейна больше 2...4 %) происходит за счет более интенсивного таяния ледников на фоне происходящего потепления климата. Атмосферные осадки существенно не изменяются и определяющей роли в увеличении стока в целом не имеют.

Уравнение регрессии, описывающее связь ( $y=0,629x+1,39$ ), можно применять для расчета среднегодового стока на период 2050 г., используя данные прогноза температуры. Однако, данные прогнозы имеют характер консультаций, поскольку их оправдываемость и эффективность оценить нашему поколению будет практически невозможно.

**Прогноз среднего годового стока на период 2050 г.** Прогноз стока р. Куркуреу-Суу на период 2050 г. дан с использованием того же метода что и прогноз температуры воздуха, и основан на данных наблюдений за весь иеющийся период.

Используя в уравнении регрессии ( $y=0,629x+1,39$ ), прогнозируемую на 2050 г. температуру 9,70 °С, то по расчетам расход воды р.Куркуреу-Суу в 2050 г. должен составлять 7,55 м³/с. Но такая величина расхода воды могла бы иметь место при сохраняющейся тенденции и интенсивности (темпов) роста температуры воздуха, рассчитанной по трендовому анализу и имеющейся в настоящее время степени оледенения водосбора (3 %).

Согласно прогнозу стока рек, который был составлен для рек Кыргызстана в 2000 г. на период 2001...2020 гг., на реках со значительным оледенением (степень оледенения более 3...4 %) до 2020...2025 гг. сток будет увеличиваться за счет более интенсивного

таяния ледников, т.е. ледниковой составляющей. Однако, после сокращения площади и массы оледенения, объём ледникового стока будет сокращаться, а вместе с ним и общий объём стока [3, 10].

В начале 2000-х годов в ИВПиГЭ НАН КР были исследованы и картированы возможные последствия изменения климата на состояние ледников Кыргызстана (В.А. Кузьмиченок, 2003). Согласно выполненным расчетам и составленным картам количество и площади ледников к 2050 г. сократятся до минимума, а к 2100 г. они исчезнут полностью. По состоянию на 2003 г. ледники Кыргызстана уже сократились в среднем на 20 % по сравнению с данными Каталога ледников СССР (1968...1970 гг.) [8, 9].

По разделению гидрографа стока р. Куркуреу-Суу на генетические составляющие (снеговое, ледниковое, подземное), ледниковый сток (июль-сентябрь) в год средней водности составляет 53 % от общего годового стока. Если этот процент стока условно принять за полностью ледниковый, то при прогнозируемом сокращении ледников к 2050 до минимума, средний годовой расход реки должен уменьшиться на величину ледникового стока, т.е. 53 %, что составит  $4,0 \text{ м}^3/\text{с}$  от прогнозируемого расхода  $7,55 \text{ м}^3/\text{с}$ , и величина среднего годового расхода будет равна  $3,55 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минимальный средний годовой расход за период наблюдений составляет  $4,46 \text{ м}^3/\text{с}$  (рис.6).

При полном исчезновении ледников сток реки будет зависеть (формироваться) в основном за счет сезонного накопления осадков холодного периода в высокогорной зоне (снеговой сток) и сопутствующих осадков периода половодья – апрель-сентябрь (снег в высокогорной зоне, дожди в низкогорье). В результате изменится гидрологический режим и внутригодовое распределение стока, половодье сместится на более ранние месяцы (май-июнь), а ледниковые паводки (июль-сентябрь) уменьшатся и в эти месяцы будет отмечаться дефицит поливной воды. Вариация (изменчивость) стока по годам возрастёт, поскольку сток в основном будет зависеть от количества атмосферных осадков каждого конкретного года, а роль ледников как регуляторов стока в засушливые годы снизится до минимума.

Разрабатывая рекомендации по адаптации в сфере водных ресурсов при прогнозируемом их сокращении в части водопользования

и вододеления надо ориентироваться на маловодные года, которые уже отмечались в течение периода наблюдений.

**Выводы:**

- при дальнейшем сохранении тенденции роста температуры воздуха и активного таяния ледников, произойдет сокращение площади и массы ледников, питающих реки;
- потеря площади ледников и ледниковой массы в будущем приведет к уменьшению ледникового стока и, как следствие, к сокращению водности рек ледниково-снегового типа питания, что уже отмечено на реках, в бассейнах которых было незначительное оледенение в виде отдельных небольших по площади и массе ледников

Последствия столь значительного прогнозируемого уменьшения поверхностного стока негативно скажутся на условиях проживания и хозяйственной деятельности в бассейнах трансграничных рек в сфере водопользования, вододеления и гидроэнергетики.

Руководство Республик (в данном случае Кыргызстана и Казахстана) уже в настоящее время должны разработать правильную, согласованную стратегию водопользования трансграничными водными ресурсами на взаимовыгодных условиях, чтобы в дальнейшем избежать, недопонимания и политических конфликтов.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Первое национальное сообщение КР по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2003. – 98 с.
2. Второе национальное сообщение КР по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2008. – 216 с.
3. Бажанова Л.В. Прогноз водности рек и распределения водных ресурсов на 2020 год // Фонды проекта ГЭФ / ПРООН KYR /00/G31/ Бишкек, 2002. – 47 с.
4. Будыко М.И. Антропогенное изменение климата. – Л.: ГИМИЗ, 1978. – 405 с.
5. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 431 с.
6. Изменения климата и их последствия: материалы специал. сессии Учен. совета Центра междунар. сотрудничества по проблемам окружающей среды, посвящ. 80-летию М.И.Будыко, 19–20 мая 1999 г. – СПб.: Наука, 2002. – 269 с.

7. Климат Киргизской ССР. / Под ред. З.А. Рязанцевой. – Фрунзе: Илим, 1965. – 291 с.
8. Кузьмиченок В.А. Объём ледников Кыргызстана (оценка, изменения, прогноз) // Материалы семинара «Экология и чистая вода». Фонд «Сорос», Иссык-Куль, 2003. – 341 с.
9. Кузьмиченок В.А. Математико-картографическое моделирование возможных изменений водных ресурсов и оледенения Кыргызстана при изменении климата. // Вестн. Кыргызско-Российского Славянского Университета. – Т.3. – №6. – 2003. – С. 53-64.
10. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. – Бишкек, 2006. – 265 с.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 14, вып. 2. Бассейн оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим / Под ред. М.Н. Большакова. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 307 с.
12. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 с.
13. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1964. – 222 с.
14. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691 с.

Поступила 19.05.2019

Ауылшаруаш. ғылымд. кандидаты

Е.Д. Жапаркулова

Л.В. Бажанова

К.Е. Калиева

Ауылшаруаш. ғылымд. кандидаты

М.С. Набиоллина

**ҚАЗІРГІ КЕЗЕНДЕГІ КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУ ҮРДІСІ, 2050 ЖЫЛҒА  
ДЕЙІНГІ КЕЗЕНГЕ БОЛЖАМ ЖӘНЕ ОНЫҢ МҰЗДЫҚ-ҚАРМЕН  
ҚОРЕКТЕНЕТІН ӨЗЕНДЕРДІҢ СУЛЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ  
(КҮРКҮРЕУ-СУУ ТРАНШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНІ, ТАЛАС ӨЗЕНІ  
АЛАБЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА)**

**Түйін сөздер:** су ресурстары, ағын, гидрологиялық режим, су шығыны, ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын, мұздану, климаттың өзгеруі, болжам

*Бұл мақалада климаттың өзгеруі және оның шағын трансшекаралық бассейндердің су ресурстарына әсері мәселесі бойынша "Су, білім және ғылым" ОААЭО (2019) жобасында жұмыс істеу барысында алынған зерттеу нәтижелері келтіріледі. Мұндай бассейндердің қатарына екі мемлекет – Қырғызстан мен*

*Қазақстан пайдаланатын Талас су алабында орналасқан Күркүреу-Суу мұздық-қармен қоректенетін өзені кірді. Негізгі ағынды реттеуші факторлар – ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын және музданудың өзгеру үрдісі сақталған жағдайдағы 2050 жылға дейінгі ауа температурасымен өзен ағынының өзгерісіне болжам жасалады.*

E.D. Zhaparkulova, L.V. Bazhanova, K.E. Kalieva, M.S. Nabiollina

**CLIMATE CHANGE TREND AT THE PRESENT STAGE, FORECAST FOR THE PERIOD UP TO 2050 AND ITS IMPACT ON THE WATER CONTENT OF GLACIAL AND SNOW-FED RIVERS (ON THE EXAMPLE OF THE CROSS-BORDER KURKUREU-SUU RIVER, TALAS BASIN)**

**Keywords:** water resources, runoff, hydrological regime, water consumption, air temperature, atmospheric precipitation, glaciation, climate change, forecast

*This article presents the results of the research obtained by the authors in the process of working in the CAREC project "Water, education and science"(2019) on the problem of climate change and its impact on the water resources of small transboundary basins. These basins include the Kurkureu-Suu River of glacial-snow nutrition, located in the Talas basin, the flow of which is used by two States-Kyrgyzstan and Kazakhstan. An attempt was also made to forecast changes in air temperature and river flow for the period up to 2050 providing the continuing trend of changes in the main runoff-forming factors – air temperature, atmospheric precipitation and glaciation.*

УДК 502.05: 502.52

Канд. сельскохозяйств. наук

Т.Р. Рыспеков<sup>1</sup>**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ  
И ИХ СОЧЕТАНИЕ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАЗАХСТАНА  
НА НЫНЕШНИЙ ПЕРИОД**

**Ключевые слова:** используемые территории, экспедиционные наблюдения, сочетания экосистем, восстанавливающаяся растительность, антропогенная нагрузка, функционирование территорий

*В работе показано, что при анализе функций и динамики экосистем должны учитываться, как время антропогенного пространственного воздействия на межкомпонентные связи, так и на межкомплексные связи. Следует иметь в виду, что из-за уменьшения влияния сельскохозяйственного, горнорудного производства на компоненты ландшафта нашей республики, происходят постагрогенные сукцессионные процессы на больших площадях. Эти процессы направлены на восстановление природных ресурсов различных участков ландшафта, включая одновременно территории нескольких природных зон вертикальной поясности и примыкающих к ним пространств. Поэтому на фоне разнообразных территориальных изменений, следует учитывать сочетание естественных, измененных и восстанавливающихся компонентов различных экосистем. Таким способом изменяется типичное функционирование различных ландшафтов между собой. На этой основе предлагается учитывать возможности в проведении правильной оценки происходящих экологических изменений на современном этапе.*

**Введение.** Современные взаимоотношения общества и природы должны предусматривать экологические последствия осуществляемых мероприятий по преобразованию природы. Оптимизация

---

<sup>1</sup>Казахский Национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан.

взаимоотношений различных территорий Юго-Восточной части Республики Казахстан должна включать в себя рациональное научно-обоснованное и технологически совершенное использование природных ресурсов. Оценка природных комплексов можно производить путем учета различных нагрузок на строго научной основе. На основе таких информации производится активное регулирование природных процессов и решение возникающих проблем.

Как известно, в географии главными объектами изучения становятся разнопорядковые природные границы. Это как переходные (контактные) зоны, так и геосистемы, образованные генетическим и функциональным сопряжением внутризональных единиц. Географические экотоны, выделяются и изучаются на основе парадинамического единства, слагающих их природные компоненты, по принципам контрастности и пространственной упорядоченности их структур и состояний.

Много лет учитываются свойства самого географического пространства: расстояние между объектами, степень их соседства, конфигурация ареалов, характер границ и другое. Необходимость одновременного учета межкомпонентных и межкомплексных связей при изучении геоэкотонов требует и более сложных методов оценки по сравнению с методами анализа однородных районов. Изучение территории исходит из утвердившихся уже в физической географии представлений о фоновых и пространственно-дифференцирующих свойствах природных компонентов (факторов). В.Б. Сочава [10] рассматривает природно-территориальный комплекс, как пространственно-временные единицы (геосистемы), обладающие целостностью, иерархичностью, структурой (взаимосвязь между компонентами), функционированием, устойчивостью. Н.К. Мукитанов [7], для решения методологических проблем теоретизации географии, придавал важное значение роли пространственно-временных характеристик.

Для многих территорий методология такого исследования является основой, чтобы изучать происходящие изменения от антропогенного воздействия между компонентами и между комплексами. Изменения в длительном по срокам и большом пространственном объеме ведет к возникновению новых закономерностей функционирования объекта. Необходимо показать трансформацию природных категорий в агрономические или земледельческие. При трансформации ландшафта в

агроландшафт следует учитывать изменения энерго-массопереноса во всей его структурно-функциональной иерархии.

Следует учитывать, что рациональное природопользование предлагает выбор оптимальных вариантов достижения экологических, экономических и социальных эффектов в использовании природной среды. Сегодня очень актуально сохранение, восстановление, обогащение и рациональное использование природных ресурсов и увеличение их продуктивности. Природная среда требует для своего воспроизводства значительных материальных средств и усилий на очистку воды и воздуха, сохранение и повышение плодородия почв, восстановление лугов и лесов, рекультивацию коренных ландшафтов [8].

Экосистемы Юго-Восточной части Казахстана имеют значительные разнообразия территорий, для различной минимизации факторов загрязнения и деградации территорий. Здесь на разных пространствах, предотвращение экологической дестабилизации окружающей среды, происходит согласно нынешней и прежней степени антропогенного воздействия и устойчивости компонентов экосистем.

**Материалы и методы исследования.** Как выглядит и с чем связано современное пространственное состояние экосистем Юго-Восточной части Казахстана можно объяснить только на основе длительных наблюдений. Наше участие в экспедиционных поездках по территории Казахстана показало нам, что растительность от зон с горными почвами до зон с серо-бурыми почвами сильно изменилась. Эти наблюдения за растительностью в периоды с 1984 по 1992 гг. показывают о деградации естественной растительности биогеоценозов. В доступных местах повсеместно проводится распашка плодородных земель и возделывание на них культурных растений. Следующие сравнительные наблюдения за ландшафтами были произведены в периоды с 2002 по 2003 гг. и с 2015 по 2018 гг. Они показывают об уменьшении или прекращении антропогенных нагрузок. Это повлекло за собой восстановление на этих участках растительности, животных, увеличение биомассы, биоразнообразия растений и животных, и восстановление в целом экосистем.

Такая последовательность анализа природной среды позволяет сопоставлять происходящие изменения в почве и окружающей среде. Как известно, детальную качественную характеристику почв дают при

агропроизводственной группировке и бонитировке почв. Наряду с этим, при комплексном изучении и сопоставлении всех компонентов составляют классификацию земель. Составление классификации земель является детальным природно-сельскохозяйственным районированием. На современном этапе развития функционирования экосистем данные по агропроизводственной группировке, бонитировке почв и классификации земель, могут являться исходной точкой исследования в восстановлении некоторых территорий.

Отклик на сельскохозяйственное воздействие зависит от устойчивости к нему геосистем разных порядков и типов. Разная устойчивость геосистем приводит к образованию различных модификаций их функционирования и динамики. Это определяется для того, чтобы применить полученные практические наблюдения за ряд лет к установлению новых пространственно-временных закономерностей в функционировании интенсивно освоенных территорий. Новизна связана с тем, что часть освоенных территорий оказались в переходном положении к естественным: из группы используемых были перенесены в группу неиспользуемых.

Целью исследования является создание нового подхода (методологического), направленного для оценки состояния человеческого воздействия на структуру и функционирование провинций, при сельскохозяйственном и другом освоении, а также роли временно-естественных территорий.

Задачи для достижения цели: – описание территориальной особенности провинций; – описание освоенности территорий; – познание «механизмов» возникновения и функционирования временно естественных территорий; – учет наличия связей природных, освоенных и восстанавливаемых экосистем, как сочетание комплексов в функционировании провинции.

**Результаты и обсуждение.** На территории Республики Казахстан сейчас формируются новые стадии развития растительности на ландшафтах после уменьшения или прекращения антропогенных воздействий. Такие ландшафты являются объектами для их оценки по рациональному использованию природных ресурсов, охране, оздоровлению и обогащению окружающей человека среды. В некоторых ландшафтах для поддержания природного равновесия целесообразно экстенсивное «приспособительное» использование земель, потому что тут

появились ландшафты, где полностью или частично прекратилось использование их ресурсов. Они временно переходят в условия естественного развития. Естественные ценозы полнее используют солнечную энергию и воду, чем культурные, и при определенных условиях экономически более эффективны.

Для условного примера можно взять 3 монографии, где работа [9] является информацией о природных почвах, работа [11] дает информацию об использовании и почвенных процессах в освоенных почвах, в другой работе показана эрозионно-мелиоративная характеристика склоновых земель [3]. Затем описываются пастбищная эрозия, линейная эрозия. В линейную эрозию авторы включили овражно-балочный размыв, оползни, обвалы и ирригационную эрозию [3].

В работе [9] горные почвы представлены в основном пастбищными, лесохозяйственными и сенокосными угодьями. На Юго-Востоке страны горные почвы частично возделываются под плодово-ягодные культуры. Антропогенная нагрузка на предгорные почвы больше по площади, интенсивности, продолжительности во времени, чем на горных территориях.

В работе [11] приводятся исследования по обработке почв, применению удобрений, планировке полей, орошению, культурным растениям. Авторы работы [3] дают классификацию пастбищной эрозии, ее повсеместные и локальные формы. Повсеместные формы созданы отарной, гуртовой и комплексной дигрессией, и делятся на 3 вида: с наложенной дефляцией, с наложенной эрозией, с наложенной денудацией с различными степенями регрессированности (от незначительной до абсолютной). Локальные формы эрозии состоят из тех, которые находятся в зоне дефляции и в зоне эрозии. В зоне дефляции находятся стойбищные, скотопргонные и водопойные участки. В зоне эрозии находятся водопойные и спуско-подъемные участки [3].

Такие информационные данные о пространственном использовании природных ресурсов, функциональном зонировании и др. хорошо отражены в географических атласах [1, 2]. Преобразовательная деятельность природных систем антропогенными факторами связана и с численностью населения. За период после распада Советского Союза произошла существенная миграция населения из мелких сельских населенных пунктов. Также начиная с 1991 по 1995 гг. поголовье животных в стране стало резко сокращаться. По данным [4] поголовье

крупного рогатого скота с 1990 до 1999 г. снизилось в 2,5 раза, а овец и коз – в 3,8 раза. Значительно уменьшилось возделывание почвы под посевы культур. Это привело к состоянию равновесия средообразующих компонентов на пастбищных территориях. Появились в разной степени возможности самоорганизации и саморегуляции относительно непреобразованных природных систем.

Создается новый научный аспект для изучения изменений в составе растительности, почвы и других компонентов экосистем, направленных для установления пространственно-временных сочетаний объектов. Это направление имеет большой набор степени освоения, ухудшения, воспроизводства, которые связаны с рельефом, экспозицией. Юго-Восточная часть освоенных земель делится на орошаемые и неорошаемые; пастбища делятся на деградированные, восстанавливающиеся, восстановленные и даже улучшенные.

Поэтому следует подойти по новому к оценке территорий. Если природное экологическое сочетание компонентов и комплексов региона обозначим через  $\mathcal{E}_0$ , то можем показать направления их изменений.

$$\mathcal{E}_0 = A_0 - B_1 - C_2 - D_3, \quad (1)$$

где  $A_0$  – начало интерпретации временно-пространственных образований, включая данные естественных образований, не зависимо от устойчивости к воздействиям;  $B_1$  – антропогенные изменения почв и окружающей среды, включая все изменения объектов произошедшие от пастбищной нагрузки;  $C_2$  – земли для возделывания культур;  $D_3$  – селитебные территории, участки с выемкой грунтов, искусственные насыпи.

Естественные территориальные образования с 1955 по 1992 гг. уменьшались по площади.

Осваиваемые пространства со временем все больше трансформировались, образуя измененные экосистемы ( $\mathcal{E}_H$ ). При этом разные экосистемы изменялись по разному.

$$\mathcal{E}_H = B_1 + C_2 + D_3, \quad (2)$$

Степень уменьшения деградации и эрозии почв происходит по мере удаления от источников воздействия. Не удобные для использования земли, включая почвы высокогорных альпийских и субальпийских лугов

гораздо меньше подвержены деградации, чем сероземы обыкновенные и светлые.

Начиная с 1992 г. естественные территориальные образования перестали уменьшаться, то есть  $\mathcal{E}_i$  сократилась в 2...4 раза. Тогда из года в год стали появляться самовосстанавливающиеся территории.

$$\mathcal{E}_0 = A_0 - \frac{B_1 + C_2 + D_3}{2-4}, \quad (3)$$

Приведенные примеры показывают возникновение новых сочетаний пространственно-временных территорий, у которых изменились функции и динамика взаимодействий между собой вследствие ускоренной (антропогенной) эрозии. Если мы возьмем равнинную территорию (в рамках изучаемого регионального объекта), то здесь новых сочетаний пространственно-временных территорий больше, чем в горной местности. То есть, новых пространственно-временных сочетаний меньше на территориях, которые имеют более сильное пересечение местности (склоны различной крутизны). В тоже время, как известно, «Орографические и инсоляционные особенности территории обуславливают большое разнообразие местных систем циркуляции. Скорости ветра невелики (1...3 м/сек), но есть очаги повышенных скоростей: Джунгарские ворота (Тохты, 4,9 м/сек), Курдайский перевал (5,4 м/сек), Чокпарский перевал (5,0 м/сек)» [3].

Чтобы показать такое разнообразие природы, антропогенных территорий и их функционирование нужно учитывать время перемен. Для систематизации подобных информаций, следует применять различные коэффициенты. Так прямые использования различных пространственных объектов в течение длительного периода ведут к истощению запасов, загрязнению окружающей среды, деградации пастбищ, сенокосов и возделываемых полей. Динамика функционирования экосистем при сельскохозяйственном использовании сильно изменяется за вегетационный период. Изучения причин изменений ведутся повсеместно. Применяются различные методы для полной оценки величин этих изменений, устанавливаются причинно-следственные связи.

Далее ищут пути эколого-хозяйственной оптимизации территорий. Оптимизация эколого-экономическая осуществляется с помощью компонентного и территориального методов, а также агротехнических, агрохимических, агромелиоративных приемов [8]. В работе

Кирюшина В.И. [5] предлагается агроэкологическая типизация земель, которая обусловлена требованиями адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ). Он пишет: «Исходное требование АЛСЗ определяется важнейшим системообразующим началом – агроэкологическими потребностями растений и их средообразующим влиянием» [5].

Авторы другой работы [11] пишут, что наряду с деградацией кормовых угодий в России площадью до 43 млн. га, происходит и зарастание природных и старосеяных лугов. Они не связывают с экологической устойчивостью зарастающие территории, и дают оценку этих территорий как отрицательных, потому что они выбывают из хозяйственного использования [6]. Хотя зарастающие территории и так не используются в хозяйстве из-за уменьшения поголовья скота, то есть являются «продуктом» уменьшения нагрузки, на них идет синтез органических веществ и выделяется кислород.

Мониторинг территорий может проводиться при одновременном просматривании аэро- и космических снимков изучаемой территории за ряд лет, и таким образом определяется объем произошедших изменений. Такая направленность исследования важна при составлении новых тематических карт. Потому что большая часть информации, посвященной вопросам экологии, имеет определенную пространственную локализацию и, следовательно, требует картографического оформления.

Мы хотим показать новые сочетания пространственно-временных территорий, которые в данный период возникли в Казахстане. Если интенсивное освоение геосистем привело к нарушению вещественных, энергетических и информационных связей природных компонентов, то теперь в них возникли пространства с измененными ритмами использования.

Мы наблюдаем разнообразные виды сукцессий на территории Юго-Восточной части Республики Казахстан, где их пространственно-временные изменения наиболее интенсивны, чем в других регионах страны. Но по времени некоторые компоненты геосистемы существуют не длительно. Так некоторые восстановившиеся участки за период с 1994 по 2018 гг. опять использовались и снова прекращались использоваться.

Появляются новые границы территорий, которые сродни природным экотонам тем, что они образовались в результате прекращения сельскохозяйственной и иной деятельности. Представления о таких геосистемах, являются главным положением о наличии разнообразных

сочетаний их на местности. Поэтому появилась возможность изучать более сложные формы энергетических связей, определяющих характер массо-энергообмена.

При этом следует учитывать, что варианты изменения от воздействия складываются из нагрузки и устойчивости биогеоценоза ( $Y$ ), урочищ, местности их сочетаний. Сама нагрузка на экосистему складывается от количества выпасаемых животных ( $H_{ж}$ ), длительности сроков воздействия ( $H_t$ ) и площади пространственного воздействия ( $H_v$ ). На некоторых территориях к нагрузкам следует добавить и ущерб на пастбищные экосистемы от вытаптывания растительности, живых организмов, почвы ( $H_b$ ) животными и техникой.

Если ухудшение состояния растительности, живых организмов, почвы пастбищной экосистемы ( $\mathcal{E}_1$ ) складывается по формуле (4):

$$\mathcal{E}_1 = Y - \frac{H_{ж} + H_t + H_b}{H_v}, \quad (4)$$

тогда, после уменьшения поголовья животных ( $H_{жу}$ ), естественное восстановление будет выражено:

$$\mathcal{E}_2 = Y_1 - \frac{H_{жv} - H_{bv} + t + s}{H_v}, \quad (5)$$

где  $H_{bv}$  – это вытаптывание растительности, живых организмов, почвы после уменьшения поголовья животных,  $s$  – соседствующие ландшафты, которые по-разному влияют на восстановление пастбищной растительности, живых организмов. В данном случае:  $Y_1 = \mathcal{E}_1$ . Самовосстановление пастбищных экосистем будет происходить тем быстрее, чем лучше будет состояние растительности, живых организмов, почвы пастбищной экосистемы ( $\mathcal{E}_1$ ).

Состояние растительности, организмов, почвы обрабатываемой экосистемы ( $\mathcal{E}_{об}$ ) складывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{об} = Y_p + Y_{op} + Y_n - \frac{(H_p + H_{op} + H_n) \cdot H_t}{H_v}, \quad (6)$$

Тогда, после прекращения обработки, естественное восстановление экосистемы ( $\mathcal{E}_в$ ) будет выражено:

$$\mathcal{E}_B = \frac{(Y_p + Y_{op} + Y_n) \cdot t}{H_V} + s, \quad (7)$$

где –  $Y_p$  – устойчивость растительности ранее обрабатываемой территории и растительности прилегающих территорий;  $Y_{op}$  – устойчивость организмов обрабатываемой территории и организмов прилегающих территорий;  $Y_n$  – устойчивость почв обрабатываемой территории,  $s$  – соседствующие ландшафты, которые по-разному влияют на восстановление растительности, организмов. В данном случае:  $\mathcal{E}_{об} < \mathcal{E}_B$ .

Следует учитывать, что устойчивость растительности этой ранее обрабатываемой территории ( $Y_p$ ) на начальном этапе складывается из различных сорных растений и осыпавшихся на этой территории семян зерновых и других культур. Важную роль играют стоки атмосферных осадков, поливной воды в переносе почвенных частиц и семян. Значительное разнообразие в функционировании и динамичности экосистем дополняется пространственной связью горной, предгорной и равнинной местности.

С экологической позиции нынешняя ситуация эксплуатации природных систем не позволяет переходить пределы, за которыми теряется их способность к самоподдержанию (самоорганизации и саморегуляции). В данном случае расходы на преобразование природы не требуют затрат. Имеется возможность рационального проведения хозяйственных мероприятий в рамках оптимальных размеров использования территорий.

Новое постепенно сложившееся экологическое равновесие, как правило, устойчивее, чем вторичное, потенциальный «запас преобразований» при этом увеличивается. На современном этапе могут образовываться более сложные экологические ситуации в изучаемой провинции. Например, функционирование некоторых территорий может быть связано с резкими скачками численности одного или нескольких видов растений или животных.

Таким образом, новые пространственно-временные сочетания в каждом ландшафте необходимо стремиться использовать, как для восстановления, сохранения, улучшения экосистемы, так и достигнуть гармоничного соотношения между его потенциальными возможностями, оптимальной величиной продукции, получаемой при эксплуатации этих ресурсов. Для оценки времени восстановления, сохранения основных природных, экологических качеств ландшафта, необходимо сопоставлять пространства самовосстановления по возможности с близкими к естественному (первичному) состоянию территориями. Необходимо также обеспечить

научно-обоснованное поддержание сочетаний различных территорий на оптимальном природном уровне, используемых и вновь восстанавливающихся ландшафтов в Юго-Восточной части Казахстана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алматы облысы Балқаш ауданының функционалдык зоналау атласы. – Астана, 2016. – 64 б.
2. Атлас Казахской ССР. Т. 1. Природные условия и ресурсы. – М.: ГУГК, 1982. – 81 с.
3. Джанпеисов Р., Алимбаев А.К., Болатбаева А.Х., Минят В.Е., Попова Н.С., Соколова Т.М., Хабирова Н.И. Эрозия почв Казахстанского Тянь-Шаня. – Алматы, 1974. – 172 с.
4. Есполов Т.И. Эффективность агропродовольственного комплекса Казахстана. – Алматы: Агроуниверситет, 2002. – 450 с.
5. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М.: изд. МСХА, 2000. – 473 с.
6. Лазарев Н.Н., Виноградов Е.С. Ресурсосберегающие технологии улучшения природных и старосеяных сенокосов и пастбищ. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2008. – 157 с.
7. Мукитанов Н.К. Методологические проблемы теоретизации географии. – Алматы: Наука, 1979. – 187 с.
8. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – 1990. – 639 с.
9. Соколов А.А. Систематический список горных и предгорных почв Республики Казахстан (сокращенный вариант с элементами диагностики). – Алматы, 2003. – 88 с.
10. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск, 1978. – 320 с.
11. Тазабеков Т.Т. Повышение плодородия горных и предгорных почв. – Алматы, 1983. – 174 с.

Поступила 20.06.2019 г.

А-ш. ғылымд. канд. Т.Р. Рыспеков

#### **ҚАЗІРГІ КЕЗЕҢДЕГІ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНДЕГІ ЭКОЖҮЙЕЛЕРДІҢ КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТША ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҮЙЛЕСУІ**

*Түйін сөздер:* қолданылатын аумағы, экспедициялық бақылау, ұштастыру экожүйелерді, өсімдіктердің қалпына келуі, антропогенді жүктеме, аумақтардың жұмыс істеуі

*Жұмыста экожүйелердің функциялары мен динамикасын талдау кезінде компонентаралық байланыстарға, сондай-ақ кешенаралық байланыстарға антропогендік кеңістіктік әсер ету уақыты ескерілуі тиіс. Ауыл шаруашылығы, тау-кен өндірісінің біздің республикамыздың ландшафты компоненттеріне ықпалының азаюынан үлкен алаңдарда гидрогенді сукцессиялық процестер орын алатынын ескеру қажет. Бұл процестер тік белдеудің бірнеше табиғи аймақтарының және оларға жапсарлас кеңістіктердің аумақтарын қоса алғанда, ландшафттың әр түрлі учаскелерінің табиғи ресурстарын қалпына келтіруге бағытталған. Сондықтан әртүрлі аумақтық өзгерістер аясында әртүрлі экожүйелердің табиғи, өзгертілген және қалпына келтірілетін компоненттерінің үйлесімін ескеру қажет. Осылайша әр түрлі ландшафттардың типтік жұмыс істеуі өзгереді. Осы негізде қазіргі кезеңде болып жатқан экологиялық өзгерістерге дұрыс баға беру мүмкіндігін ескеру ұсынылады.*

T.R. Ryspekov

#### **SPATIAL-TEMPORAL CONDITION OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMBINATION IN THE SOUTHEASTERN PART OF KAZAKHSTAN IN THE CURRENT PERIOD**

**Keywords:** used territories, expeditionary supervisions, combinations of ecosystems, restored vegetation, anthropogenic loading, functioning of territories

*The paper shows that when analyzing the functions and dynamics of ecosystems, both the time of anthropogenic spatial impact on inter-component links and inter-complex links should be taken into account. It should be borne in mind that due to the reduction of the influence of agricultural and mining production on the components of the landscape of our republic, postagrogenic succession processes occur over large areas. These processes are aimed at restoring the natural resources of various parts of the landscape, including the territories of several natural zones of vertical zonality and the adjacent spaces at the same time. Therefore, against the background of diverse territorial changes, one should take into account the combination of natural, altered and regenerating components of different ecosystems. In this way, the typical functioning of different landscapes changes among themselves. On this basis, it is proposed to take into account the possibilities in conducting a correct assessment of the ongoing environmental changes at the present stage.*

УДК 502.052

PhD

Канд. биол. наук

Канд. биол. наук

PhD

Ж.Г. Берденов<sup>1</sup>А.Т. Бекетова<sup>1</sup>Г.М. Атаева<sup>2</sup>Е.Х. Мендыбаев<sup>2</sup>Marin Rusev<sup>3</sup>

### ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА АКТЮБИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

**Ключевые слова:** мониторинг загрязнения, геохимия снежного покрова, коэффициент аномальности

*Систематическое изучение снежного покрова позволяет выявить пространственно-временные особенности распределения химических веществ в компонентах природной среды, выявить очаги загрязнения и определить тенденцию в изменении качества окружающей среды. В данной работе приведены результаты исследования химического состава снега, выпавшего в г. Актобе за зимний период 2018...2019 гг. Выявлены корреляционные зависимости между веществами, загрязняющими снежный покров. В результате исследования получены ряды коэффициентов аномальности среди анионов, которые отражают состав техногенных выбросов в атмосферу.*

**Введение.** Проблема экологической деградации городских территорий приобретает в настоящее время все большую актуальность. Благодаря возрастающему «антропогенному давлению» промышленно развитый город изменяет почти все компоненты природной среды: микроклимат и состояние воздушного бассейна, подземные воды, почвенный покров, растительность.

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан.

<sup>2</sup>Актюбинский государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе.

<sup>3</sup>Софийский университет им. Св. Климент Охридски, г. София, Болгария.

Наиболее динамичным и поэтому наиболее сложным для анализа компонентом урбанизированной среды является атмосферный воздух, загрязнение которого вызывает рост экологических проблем [6].

К одним из загрязненных промышленных городов Казахстана с развитой промышленной инфраструктурой относится и г. Актобе. В городе функционирует более 200 промышленных предприятий [3], но наиболее крупными являются предприятия ТНК «Казхром», АЗФ и ТЭЦ, локализованные на северо-западе города (Северная промышленная зона). Промышленная эксплуатация Актюбинского завода ферросплавов была начата с 1943 г., а завода хромовых соединений с 1957 г. Результаты наблюдений, проводившихся ранее, характеризуют г. Актобе как территорию с неблагоприятной экологической ситуацией [11]. Учитывая вышеизложенное и с целью представления данных о загрязнении территории города в динамике, была проведена комплексная оценка воздействия различных факторов на снежный покров г. Актобе с учетом имеющихся данных о загрязнении воздушной среды, снеговой съемки с различных источников [7, 9].

**Материалы и методы исследования.** Для изучения воздушной среды можно использовать различные методы анализа, каждый из которых имеет свои ограничения и достоинства. В настоящее время наиболее востребованными и достаточно информативными являются экспрессные методы контроля качества окружающей среды, которые позволяют произвести относительно быструю оценку эколого-геохимической обстановки [10]. Один из таких методов основан на использовании снежного покрова в качестве объекта эколого-геохимической индикации. Снег обладает высокой сорбционной способностью и осаждает из атмосферы на земную поверхность значительную часть продуктов техногенеза. Многолетний мониторинг загрязнения снежного покрова позволяет выявить пространственно-временные особенности распределения химических веществ, выявить очаги загрязнения и определить тенденцию в изменении качества окружающей среды [2].

Наши исследования заключались в анализе данных мониторинга химического состава снежного покрова на территории г. Актобе в течение

2018 г. (январь-март), 2019 г. (январь-март) для оценки аэрогенного загрязнения городской среды.

Отбор проб проводился по единой методике в период максимального накопления влаги в снеге. Методика отбора: в месте отбора пробы на всю толщу снежного покрова (за исключением нижних 2...3 см во избежание загрязнения частицами почвы) врезали пластиковую трубку площадью сечения 70...78 см<sup>2</sup> и длиной 30 см; затем трубку вынимали из снега, поддерживая снизу пластмассовой лопаткой [1]. Далее пробы снега растапливались при комнатной температуре, талую воду фильтровали. По осадку, полученному на фильтре, определяли количество взвешенных частиц в отобранной пробе, а в фильтрате определяли следующие показатели: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (колориметрический метод); минерализацию (кондуктометрический); общую жесткость, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (титриметрический); pH (потенциометрический); Mg<sup>2+</sup> (расчетный) [8].

Исследования химического состава проб снега проводили в эколого-аналитической лаборатории факультета естественных наук, на кафедре экологии Актюбинского регионального государственного университета им. К. Жубанова.

Поскольку ГОСТа Республики Казахстан по загрязнению снежного покрова не существует, а применение нормативных документов по контролю загрязнения атмосферы и поверхностных вод к талой воде не всегда обосновано, то для более объективной характеристики загрязнения снежного покрова мы сопоставляли концентрации поллютантов городских проб снега с соответствующими значениями их фонового аналога [6]. Также в работе применяли корреляционный анализ, который включал построение матриц коэффициентов парной корреляции между концентрациями веществ в снежном покрове.

**Анализ и обсуждение.** В ходе полевых работ в период, предшествующий снеготаянию, в марте 2018 и 2019 годов были отобраны 30 проб снега (по 15 проб в каждом году) в различных функциональных зонах Актюбинской агломерации с разной степенью техногенного воздействия: 5 проб – в жилой зоне, 4 – в промышленной, 3 – в транспортной (вдоль крупных объездных авто – и ж/д магистралей), 2 – в рекреационной (парковые зоны) и

1 проба фоновая – за пределами города, отобрана вблизи с. Шилисай (бывший Каргалинский район) в 25 км от города в северо-восточном направлении (рисунок 1, таблица 1).

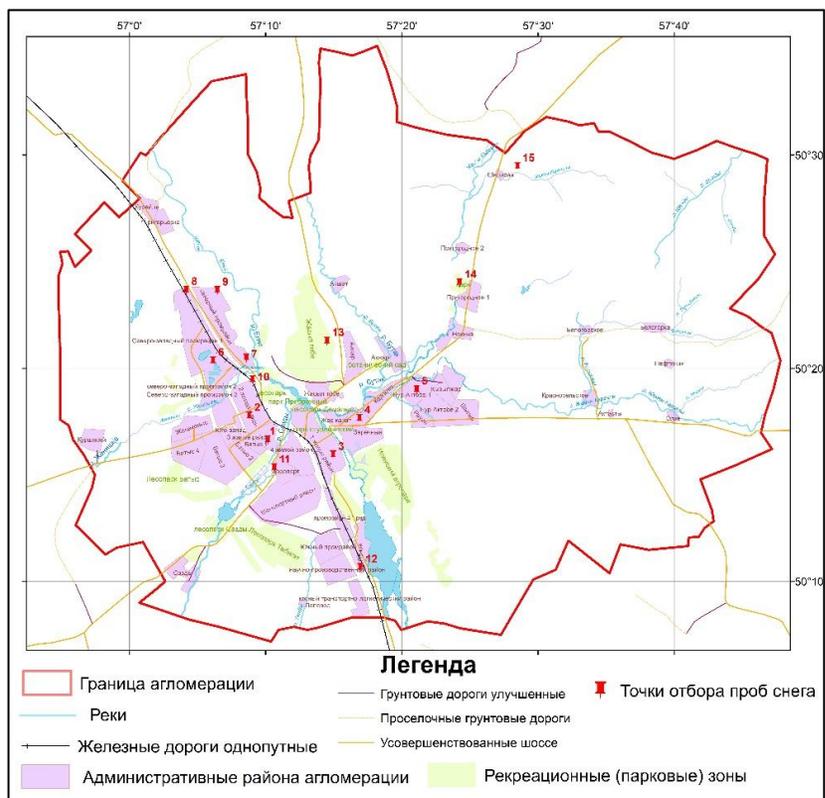


Рис. 1. Карта отбора проб снега в Актыубинской агломерации

Таблица 1  
Наименование ключевых участков для отбора проб снега в  
2018...2019 гг.

№ точки отбора	Наименование и местоположение точки отбора проб	Координаты точки отбора
1 участок	Жилой р-он Батыс 1	57°10'В 50°16'С
2 участок	Жилой р-он Центр города (5 микрорайон)	57°8' В 50°17'С
3 участок	Жилой р-он Старая часть города (ул. Некрасова)	57°14' В 50°15'С
4 участок	Жилой р-он Жасканат	57°16' В 50°17' С
5 участок	Жилой р-он Нур-Актобе	57°21' В 50°18' С
6 участок	Южная часть Северо-западного промрайона	57°6' В 50°20' С

№ точки отбора	Наименование и местоположение точки отбора проб	Координаты точки отбора
7 участок	Южная часть Северного промрайона	57°8' В 50°20' С
8 участок	Северная часть Северо-западного промрайона	57°4' В 50°23' С
9 участок	Северная часть Северного промрайона	57°6' В 50°23' С
10 участок	Проспект 312 ст. дивизии (вдоль ж/д)	57°8' В 50°19' С
11 участок	Проспект Санкибай батыра (дорога в Аэропорт)	57°10' В 50°15' С
12 участок	Трасса респуб. значения Актобе-Кандыгааш (вдоль ж/д)	57°16' В 50°10' С
13 участок	Рекреационная зона Парк Жасыл-Тобе	57°14' В 50°21' С
14 участок	Рекреационная зона Лесо парк в близи Пригородного	57°24' В 50°23' С
15 участок	Фоновая в близи с. Шилисай в 25 км от г. Актобе	57°28' В 50°29' С

Также проводился ежедневный отбор проб снега в декабре-январе 2018, 2019 годов, в вышеперечисленных районах города, за исключением фонового, для расчета суточной пылевой нагрузки по территории города.

Результаты снеговой съемки показали относительно невысокую дифференциацию суточных пылевых нагрузок на территории города – от 1,199 кг/км<sup>2</sup> сут. до 153 кг/км<sup>2</sup> сут., т.е. низкого уровня. Максимальное значение пылевой нагрузки соответствовало пробе на участке 6, отобранной вблизи территории АЗХС, минимальное значение на участке 14 – в рекреационной зоне.

**Результаты исследования.** Результаты проведенного исследования позволили выявить следующие пространственно-временные особенности распределения загрязняющих веществ в снежном покрове г. Актобе.

Уровень рН снежных проб в 2019 году снизился по сравнению с 2018 годом. Этот процесс подкисления можно объяснить увеличением содержания в снеге сульфат- и нитрат-ионов. А это, в свою очередь, свидетельствует о росте выбросов оксидов серы и азота в окружающую среду по сравнению с предыдущим годом, очевидно это связано с ростом производства. В пространственном выражении наиболее высокие значения рН снега (щелочные осадки) характерны для проб, отобранных в промышленной и транспортной зоне (в среднем в 2018 году 7,7...8,3, в 2019 году 6,5...6,7), а

более низкие – для проб, отобранных в зоне рекреации и некоторых точках жилой зоны.

Помимо увеличения сернокислых и азотистых соединений, в пробах 2019 года отмечается также резкое увеличение содержания взвешенных веществ. Наибольшие значения взвешенных веществ и в 2018, и в 2019 годах характерны для проб, отобранных в транспортной (участки 10, 11, 12) и промышленной (участки 6, 7, 8, 9) зонах.

Напротив, низкие значения взвешенных веществ отмечаются в пробах снега, отобранных в рекреационной и жилой зонах, где воздействие антропогенного фактора в 2019 году снизилось в сравнении с 2018 годом. Очевидно это объясняется тем, что зима 2019 года была более мягкой, со средней температурой января  $-18^{\circ}\text{C}$  [4, 5], так как одним из основных источников поступления твердых веществ в атмосферный воздух г. Актобе являются автомобильный транспорт и объекты теплоэнергетики (тепловые станции).

Как известно, при поступлении больших количеств пыли в окружающую среду наблюдается подщелачивание снеговых вод и увеличение содержания кальция, магния, гидрокарбонат-ионов за счет растворения техногенных карбонатов, содержащихся в пыли [6]. Проведенные нами расчеты показали наличие достоверной положительной корреляционной связи средней силы между содержанием взвешенных веществ в снеге и уровнем pH ( $r = 0,48$ ), а также между следующими показателями: взвешенные вещества – ионы кальция ( $r = 0,52$ ), взвешенные вещества – величина общей жесткости ( $r = 0,42$ ).

Содержание гидрокарбонат-ионов в 2019 году выше аналогичных показателей 2018 года и также коррелирует со значением взвешенных веществ ( $r = 0,51$ ). В целом, величина  $\text{HCO}_3^-$  - ионов в снежных пробах изменяется от 7,5 до 25,1 мг/л (в 2018 году) и от 10,5 до 30,65 мг/л (в 2019 году). Максимальные значения  $\text{HCO}_3^-$  - ионов отмечаются в точках промышленной зоны и, частично, транспортной зоны. Минимальные значения  $\text{HCO}_3^-$  ионов отмечаются в пробах снега, отобранных в зоне рекреации (участок 14) и жилой зоне (участок 5).

Содержание хлорид-ионов, наоборот, снизилось во многих исследуемых точках (жилая и рекреационная зона). Очевидно, это объясняется малоснежной и мягкой зимой 2019 года, что привело к сокращению доз песчано-соляной смеси, применяемой для обработки дорог. Максимальные концентрации  $\text{Cl}^-$  – ионов отмечаются на участках транспортной зоны (9, 10) и превышают фоновые показатели более чем в 3 раза. Также было обнаружено небольшое количество  $\text{Cl}^-$  ионов в рекреационной зоне на участке (13) вблизи парковой зоны в черте города, очевидно это связано с ветровой эрозией.

Путем сопоставления химического состава проб снега в исследуемых зонах с фоном были получены ряды коэффициентов аномальности среди анионов в снежном покрове (таблица 2).

Таблица 2

Разница по годам коэффициентов аномальности среди анионов ( $\text{мг/дм}^3$ )

Функциональная зона	2018 год	2019 год
Жилая	$\text{Cl}^- (2,0...4,0) > \text{NO}_2^- (1,2...3,8) > \text{SO}_4^- (1,1...2,7) > \text{HCO}_3^- (1,3...2,0) > \text{NO}_3^- (0,7...2,1)$	$\text{NO}_3^- (3,8...12,2) > \text{NO}_2^- (2,4...5,5) > \text{Cl}^- (1,3...4,8) > \text{SO}_4^- (1,2...2,1) > \text{HCO}_3^- (1,1...2,2)$
Промышленная	$\text{Cl}^- (2,0...7,7) > \text{NO}_2^- (2,8...8,9) > \text{HCO}_3^- (2,5...4,3) > \text{SO}_4^- (1,5...3,8) > \text{NO}_3^- (1,6...4,5)$	$\text{NO}_3^- (3,3...10,2) > \text{NO}_2^- (2,3...9,9) > \text{Cl}^- (2,3...5,5) > \text{SO}_4^- (1,4...4,5) > \text{HCO}_3^- (1,7...4,9)$
Транспортная	$\text{Cl}^- (2,2...8,9) > \text{NO}_2^- (3,0...7,0) > \text{HCO}_3^- (1,5...3,3) > \text{SO}_4^- (1,2...3,3) > \text{NO}_3^- (1,2...3,5)$	$\text{NO}_3^- (7,2...16,1) > \text{NO}_2^- (4,1...9,0) > \text{Cl}^- (2,8...6,3) > \text{HCO}_3^- (1,4...2,6) > \text{SO}_4^- (1,6...2,7)$
Рекреационная	$\text{Cl}^- (1,0...2,1) > \text{NO}_2^- (1,1...2,0) > \text{SO}_4^- (1,0...2,4) > \text{HCO}_3^- (1,2...1,8) > \text{NO}_3^- (0,4...1,6)$	$\text{NO}_3^- (1,1...2,3) > \text{Cl}^- (0,5...1,7) > \text{NO}_2^- (1,1...3,2) > \text{SO}_4^- (1,4...2,2) > \text{HCO}_3^- (1,1-1,4)$

Максимальная концентрация  $\text{NO}_3^-$  – ионов отмечается в промышленной зоне в точках (8, 9). Очевидно, это связано с выбросами промышленных предприятий, также высокие концентрации данных ионов наблюдаются в транспортных зонах, что связано с транспортировкой руды

грузовым транспортом, который периодически находится в промышленной зоне (участок 10, 12).

Расчёты Zp ежедневной снеговой съёмки в период декабрь-январь 2018...2019 гг. были выполнены на основе данных спектрального анализа твердого остатка и значения варьируются от 75,5 до 149,3. Расчет металлических нагрузок приоритетных тяжелых металлов в твердом остатке снеговых проб установил, что содержание химических элементов, зафиксированных в снеге, существенно различается по зонам города, отражая их насыщенность промышленными предприятиями и автотранспортом. Так, было установлено, что лишь Cr, Pb, Ni, Cu и Co имеют устойчивые значения рН (показатель накопления) более 1,5 единиц над фоном. Именно эти элементы, имеющие трансгрессивный характер выпадений, были признаны приоритетными. В морфологическом плане распределение аномальных металлических нагрузок подчиняется розе ветров, характерной для зимнего периода (рисунок 2).

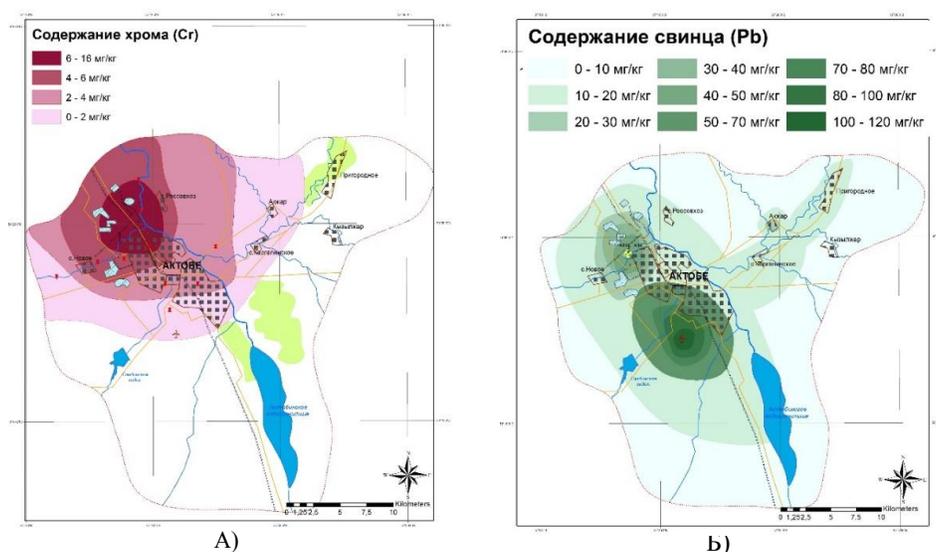


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в твердом остатке снеговых проб:  
А – содержание хрома (мг/кг); Б – содержание свинца (мг/кг).

Северным флангом выделенный техногенный ореол примыкает к Северной промышленной зоне. Более того, для указанной зоны в фильтрате снеговых проб были зафиксированы превышения норматива ПДК по

шестивалентному хрому от 2 до 10 ПДК для питьевых вод (по результату анализа пробы). Полученные результаты свидетельствуют о том, что при снеготаянии талые воды оказывают воздействие на экологическое состояние поверхностных и подземных вод в районе Северной промзоны. Очевидно, что анализ поверхностных проб воды на тяжелые металлы, проводимый Казгидромет службами на гидропостах в северной части городской агломерации (на реках Женишке, Илек) в весенний период выявляют превышение установленных нормативов по бору с максимальными концентрациями до 1,3 ПДК. Также периодически отмечаются превышения в поверхностных водах по кадмию и по хрому шестивалентному в среднем до 5 ПДК [4].

**Выводы.** Данные снеговой съемки, проведенные по территории города Актобе, свидетельствуют о наличии аномальной трансгрессивной нагрузки, образуемой выпадением пыли с высоким содержанием химических элементов, негативно воздействующей на все компоненты окружающей среды, где происходит постепенное повышение концентраций ТМ.

Минерализация снежных проб в 2019 году увеличилась, что связано с увеличением содержания основных катионов и анионов. Это свидетельствует об увеличении «антропогенного давления» на среду. Максимальные значения минерализации характерны для проб, отобранных в транспортной (участки 10, 12) и промышленной (участки 6, 7, 8, 9) зонах, также наблюдается увеличение в 2019 году концентраций взвешенных частиц для точек рекреационной и жилой зон (3, 13).

При этом, суточные пылевые нагрузки характеризуются в общем низким уровнем ( $153 \text{ кг/км}^2$ ). Метальная же нагрузка является весьма существенной. При этом, большинство элементов выявлены на близфоновом уровне и в слабо-аномальных концентрациях, но Cr, Pb, Ni, Cu и Co имеют устойчивые значения рН более 1,5 единиц над фоном.

Именно эти элементы, имеющие трансгрессивный характер выпадений, признаны приоритетными. Основным элементом-загрязнителем является хром, значения показателя накопления рН в ед. фона регионального достигают 120,2, а загрязнение почв хромом оценивается в 4,17 т/год [9].

Распространение ореола аномальных металлических нагрузок подчиняется розе ветров с примыканием к северо-западной промышленной зоне.

Также в результате исследования мы пришли к выводу, что в районе промышленной зоны на экологическое состояние поверхностных и подземных вод могут оказать воздействие талые воды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспалова Е.В. Оценка геохимического состояния снежного покрова г. Воронежа / Беспалова Е.В., Прожорина Т.И., Куролап С.А. // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2013. – № 1. – С. 137-141.
2. Гаврилова И.П., Касимов С. Практикум по геохимии ландшафта. – Москва: Из-во МГУ, 1988. – 447 с.
3. Давидович С.Г. Особенности развития бронхиальной астмы у детей в регионе высокого экологического напряжения / С.Г. Давидович, Л.В. Долотова, Г.М. Кульниязова, Г.К. Жубаназарова // Экология и здоровье детей. Сборник научных трудов республиканской конференции. – Усть-Каменогорск, 2003. – С. 30-31.
4. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2018 год. Министерство энергетики РК. – Астана: Департамент экологического мониторинга РГП «Казгидромет», 2018. – 409 с.
5. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 1 квартал 2019 года, выпуск №1 (73). – Нур-Султан: Департамент экологического мониторинга РГП «Казгидромет», 2019. – 243 с.
6. Касимов Н.С. Экогеохимия городских ландшафтов. – Москва: Издательство Московского университета, 1995. – 336 с.
7. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. – М.: ИМГРЭ, 1990. – 24 с.
8. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В. Н. Василенко [и др.]. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.
9. Сетко Н.П., Альмурзаева С.И., Лимешкина Е.С., Яковлева Н.А., Федоров Г.В. Экологическая характеристика состояния окружающей среды на территории промышленного комплекса в городе Актобе

(Казахстан). Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Том 14. – №5(3), 2012. – С. 638-640.

10. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учебное пособие / Т. И. Прожорина и др. – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.
11. Яковлева Н.А. Оценка гигиенической безопасности функционирования системы «промышленное предприятие – окружающая среда – здоровье человека» / Н.А. Яковлева, У.К. Киюзаров, Н.А. Айтмухамбетов // Экология и развитие общества: сб. науч. докл. 9 междунар. конф., 19-24 июля 2005 г. – СПб., 2005. – С. 380-383.

Поступила 25.07.2019 г.

PhD	Берденов Ж.Г.
	Бекетова А.Т
Биол. ғыл. канд.	Атаева Г.М.
Биол. ғыл. канд.	Мендыбаев Е.Х
PhD	Marin Rusev

### **АҚТӨБЕ АГЛОМЕРАЦИЯСЫ ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ТЕХНОГЕНДІК ЛАСТАНУЫН ЗЕРТТЕУ**

**Түйін сөздер:** ластану мониторингі, қар жамылғысының геохимиясы, ауытқушылық коэффициенті.

*Қар жамылғысын жүйелі түрде зерттеу табиғи орта компоненттеріндегі химиялық заттардың таралуының кеңістік-уақыттық ерекшеліктерін анықтауға, қоршаған орта сапасы өзгеруінің үрдісін және ластану ошақтарын анықтауға мүмкіндік береді. Берілген жұмыста Ақтөбе қаласы 2018...2019 жж. қысқы мезгілінде жауылған қардың химиялық құрамының зерттеу нәтижелері келтірілді. Қар жамылғысын ластайтын заттардың арасындағы корреляциялық байланыс анықталды. Зерттеу нәтижесі бойынша атмосфераға техногендік шығарындылардың құрамын көрсететін аниондар арасындағы ауытқушылық коэффициенттер қатары алынды.*

Zh.G. Berdenov, A.T. Beketova, G.M. Ataeva, E.H. Mendybaev, Marin Rusev

## **STUDYING OF THE TECHNOGENIC POLLUTION OF SNOW COVER OF AKTOBE AGGLOMERATION**

**Key words:** pollution monitoring, snow cover geochemistry, anomalous coefficient.

*A systematic study of snow cover reveals the spatial and temporal characteristics of the distribution of chemicals in the components of the natural environment, identifies the sources of pollution and identifies a tendency to change the quality of the environment. This paper presents the results of a study of the chemical composition of snow that fell in Aktobe during the winter period of 2018...2019. Revealed correlation dependencies between substances that pollute snow cover. Because of the study, we obtained series of anomalous coefficients among anions, which reflect the composition of technogenic emissions into the atmosphere.*

УДК 911.5:504.064(574:282.255.582)

PhD

Ж.Т. Мукаев<sup>1</sup>

PhD

Ж.О. Озгелдинова<sup>2</sup>М.Б. Каракулова<sup>2</sup>**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛАНДШАФТЫ  
БАСЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ**

**Ключевые слова:** антропогенное воздействие, бассейн, озеро Алаколь, геоэкология, природопользование, территориальные рекреационные системы

*В статье дается оценка антропогенного воздействия на ландшафты бассейна озера Алаколь. Антропогенная нагрузка и степень нарушенности ландшафтов проводилось на основе использования методических подходов предложенных Б.И. Кочуровым. Оценка степени антропогенной преобразованности ландшафтов определялась за счет ранжирования категорий земель по степени антропогенной нарушенности. Составлена шкала оценки степени антропогенного воздействия на ландшафты. Изучены различные виды хозяйственной деятельности, влияющие на природную среду бассейна озера Алаколь. К основным видам хозяйственной деятельности, которые оказывают влияние на природную среду изучаемого региона отнесены промышленные предприятия, сельское хозяйство, транспортные магистрали и рекреационная деятельность. Составлена карта оценки антропогенной нарушенности ландшафтов бассейна озера Алаколь. Выявлены ландшафты с различной степенью нарушенности.*

Бассейн озера Алаколь занимает территорию общей площадью 68700 км<sup>2</sup>, основная часть которой (48600 км<sup>2</sup>) находится в пределах Казахстана, остальная (30 %) – в приграничных районах Китая. Большая часть котловины (56 %) представлена пустынной равниной, низинная часть которой занята группой озер: Алаколь (2650 км<sup>2</sup>), Сасыкколь (736 км<sup>2</sup>), Уялы

<sup>1</sup> Шәкәрім атындағы МУ, Семей қ, Қазақстан

<sup>2</sup> Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан

(120 км<sup>2</sup>), Жаланашколь (38 км<sup>2</sup>), образующих обширную систему водно-болотных угодий с тростниковыми зарослями (1100 км<sup>2</sup>), среди которых находится более 100 мелких озер площадью от 0,5 до 600 га [2].

Определение антропогенной нагрузки и степени нарушенности ландшафта проводилось на основе использования методических подходов, предложенных Б.И. Кочуровым [4]. Для этого вводятся балльные оценки земель, характеризующихся разной степенью антропогенной нагрузки. Оценка степени антропогенной преобразованности ландшафтов бассейна озера Алаколь проводилась за счет ранжирования категорий земель по степени антропогенной нарушенности. Ранжирование выполнялась на основе дифференциации видов землепользования по степени антропогенного воздействия (таблица 1).

Таблица 1

Баллы оценки степени антропогенного воздействия на ландшафты

Показатели	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
	воздействие отсутствует	очень низкая	низкая	средняя	высокая
Площадь пашни, %	отсутствует	менее 10	10...40	40...60	более 60
Пастбища, %	отсутствует	менее 30	30...50	50...70	более 70
Населенные пункты	отсутствует	менее 1	1...2	2...3	более 3
Рекреационные объекты	отсутствует	менее 1	1...2	2...3	более 3

В качестве основных картографических материалов использовались карты Атласа РК [5]. Расчет доли площадей земель, находящихся в соответствующей категории использования, производился с помощью стандартных инструментов программы ArcGis 10.1.

Бассейн озера Алаколь расположен на территории двух административных районов Урджарского Восточно-Казахстанской области и Алакольского района Алматинской области.

Территория Урджарского района бассейна озера Алаколь занимает 23,4 тыс. км<sup>2</sup>, административным центром является село Урджар. Алакольский район расположен на северо-востоке Алматинской области и занимает территорию в 23,7 тыс. км<sup>2</sup>, административный центр – город Ушарал [6, 7]. Население рассматриваемых районов проживает преимущественно в селах. Основная часть населения сконцентрирована в административных центрах селе Урджар и городе Ушарал.

Плотность населения – важный фактор воздействия человеческого общества на природную среду. Воздействие населенных пунктов на

природную среду усиливается за счет возрастания концентрации различных отраслей хозяйства. Наиболее сильное воздействие на природу оказывают города и населенные пункты. В крупных населенных пунктах наблюдается наибольшая степень антропогенного воздействия на ландшафты, с коренным или очень сильным преобразованием их структуры, степень направленности изменений и преобразования ландшафтов зависит от величины населенных пунктов и концентрации в них отраслей промышленности [8].

Населенные пункты, расположенные на территории бассейна озера Алаколь относятся к разряду городов и сел районного подчинения и имеют преимущественно сельскохозяйственную специализацию. Поэтому природно-хозяйственные системы населенных пунктов бассейна озера Алаколь можно отнести к категории не сильно измененных. Ландшафты же крупных городов республиканского или областного значения с промышленным развитием относятся к разряду преобразованных.

Основные промышленные предприятия на территории бассейна озера Алаколь находятся в районных центрах Урджар, Ушарал и станции Достык. В Алакольском регионе к производству продукции относятся: электроснабжение, подача газа, пара и воздушное кондиционирование. Производство продуктов питания связано с переработкой, консервированием и производством мясных, колбасных изделий, растительных масел, молочных продуктов, хлебобулочных и мучных изделий.

Предприятия пищевой промышленности, мукомольные, мясоперерабатывающие, сахарные, консервные, рыбные и др. оказывают воздействие на природные компоненты геосистем. Производства пищевой промышленности нередко приводят к загрязнению бассейнов рек сточными водами, содержащими различные органические примеси [8].

Бассейн Алаколь–Сасыккольской системы озер богат земельными угодьями для развития сельского хозяйства, в т.ч. орошаемого земледелия. В Алакольском регионе по своей специализации сельское хозяйство района имеет растениеводческое направление с развитым животноводством. Ведение отрасли в основном осуществляется в условиях богарного земледелия, где основное распространение получило производство зерновых и масличных культур. Возделываются зерновые культуры, картофель, соя, подсолнечник.

В результате распашки земель уничтожается естественная растительность. В условиях поливного земледелия наблюдаются изменения в режиме и химизме грунтовых вод. С целью увеличения

урожайности в почву вносятся вещества в виде удобрений, пестициды и др. Химическая мелиорация представляет собой очень сильный тип воздействия, существенно изменяющий круговорот и баланс биофильных элементов в ландшафтах.

При современном развитии промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики используется множество различных веществ, так или иначе связанных с деятельностью населения. Многие химические вещества в конечном итоге попадают в водные объекты. Например, яды промышленных сточных вод, попадая в водотоки и водоемы, губительно действуют на воспроизводство рыбных запасов, уничтожают нерестилища и нагульные угодья, ограничивают миграционные способности, снижают резистентность организмов, вызывают болезни и т.д. Водотоки и водоемы, будучи в активной зоне гидравлической связи между поверхностными и подземными водами, имея в одном потенциале загрязняющие (зачастую опасные) вещества играют огромную роль в антропогенном загрязнении вод, что, в свою очередь, небезопасно для населения, использующего эти воды в питьевых целях. При этом загрязняющие вещества изменяют физические, физико-химические и химические свойства вод, вплоть до нарушения биологического равновесия в водных объектах и процессов самоочищения [1].

В Алакольском регионе развито овцеводство и мясомолочное скотоводство. Влияние животноводства на природные компоненты многосторонне. Чрезмерный выпас скота приводит к деградации почвенно-растительного покрова. Значительные изменения происходят в таких природных средах, как почва, растительный мир, вода. Перевыпас снижает не только биологическую продуктивность, также формируется негативный состав растений, изменяется жизнеспособность полезных видов.

На территории бассейна озера Алаколь влияние сенокосения, выпаса скота с проявлением процессов засорения, смены доминантов растительности, иссушения и засоления почв отмечено в пойменных лугах. Значительные нарушения для экосистем песчаных массивов связаны с их привлекательностью для круглогодичного выпаса скота и разнообразия кормовых видов. Существуют риски снижения проективного покрытия растительности, снижения уровня флористического разнообразия, засорения, снижения сезонной продуктивности, эрозии почв, эолового преобразования рельефа [1].

Перерабатывающая промышленность связана с производством железобетонных изделий, строительных материалов и кирпича. В

последние годы увеличение доли обрабатывающей промышленности в Алакольском районе связано с переработкой нефти на станции Достык.

Промышленность строительных материалов оказывает прямое воздействие на литогенную основу ландшафтов в процессе разработки и добычи в карьерах естественных строительных материалов. В результате этого воздействия сильно изменяется рельеф ландшафтов, возникают производные территориальные комплексы в виде карьеров, каменеломенкаменоломен, различных ям, канав, выемок, что сопровождается уничтожением естественной растительности, почв, изменения биотопов.

По южному побережью озера Алаколь проходит железнодорожная магистраль, соединяющая Казахстан с Китайской народной республикой и нефтепровод Атасу–Алашанькоу (рисунок 1).

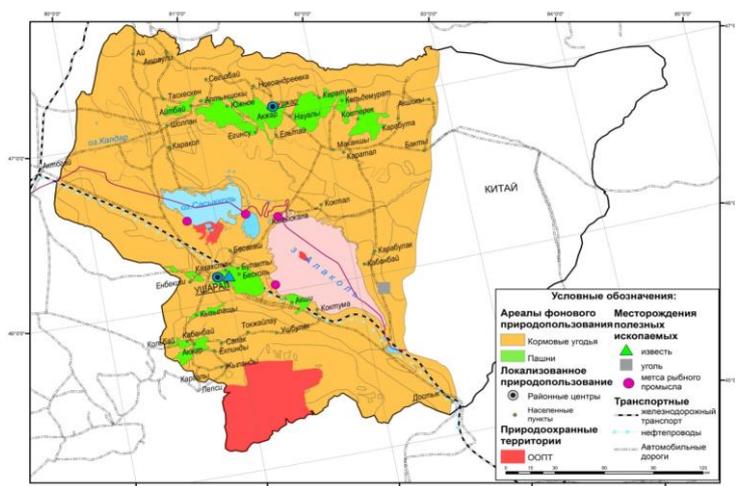


Рис. 1. Карта природопользования бассейна озера Алаколь (составлено автором по материалам [3]).

Влияние транспортных магистралей на природу ландшафтов проявляется весьма разнообразно. Железнодорожные магистрали, автомобильные дороги, трассы газо– и нефтепроводов сильно изменяют и преобразуют природные компоненты ландшафтов. Особенно значительному воздействию подвергается рельеф, в результате чего возникают различные категории антропогенных природных территориальных комплексов в виде насыпей, выемок и пр. Близ железных и шоссейных дорог, особенно при пересечении песчаных массивов, нередко активизируется придорожная эрозия и дефляция.

В прибрежной зоне озера Алаколь размещены дома отдыха, санатории и детские лагеря, связанные между собой автодорогами республиканского и местного значения. В целом, развитие туризма в Алакольском регионе решает помимо рекреационных задач и другие. Туризм как отрасль хозяйства способствует также комплексному развитию социальной инфраструктуры в регионах. На этой основе существенно повышается уровень социального развития территорий, решается проблема занятости, рождаются более прогрессивные формы быта и отдыха местного населения. Происходит повышение экономического и социального статуса малых городов, слабозаселенных территорий [3].

В результате оценки степени антропогенной преобразованности исследуемого региона, используя, методические подходы, предложенные Б.И. Кочуровым [4], была составлена карта оценки антропогенной нарушенности ландшафтов бассейна озера Алаколь (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Фрагмент таблицы оценки антропогенной нарушенности ландшафтов бассейна озера Алаколь

Ландшафты	Антропогенная нарушенность (балл)	Ландшафты	Антропогенная нарушенность (балл)
1	2	6	0,7
2	2	7	0,7
3	2	8	1
4	2	9	1
5	2	10	0,7

Согласно проведенному анализу карты, 20,6 % и 21,1 % от общей площади территории занимают ландшафты с очень низкой и низкой степенью антропогенной нарушенности. К этой группе местности относятся территории, которые практически не используются в хозяйстве, т.к. являются заповедными или покрыты в большей степени лесами.

Остальные ландшафты разделились на две группы: 18,3 % – местности со средней антропогенной нарушенностью и 3,3 % – с высокой. Для территорий со средней антропогенной нагрузкой характерно использование их в качестве кормовых угодий.

Высокая степень нагрузки и, соответственно, большая антропогенная преобразованность ландшафтов характерна для наиболее распаханых земель и измененных в результате относительно высокой плотности постоянного населения (земли населенных пунктов).

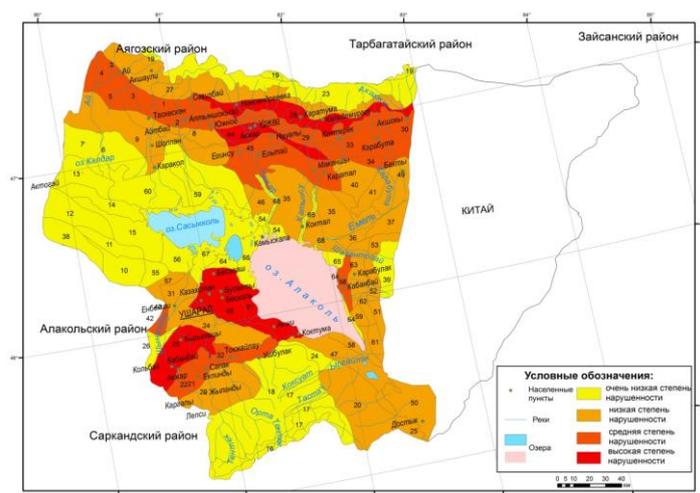


Рис. 2. Карта оценки антропогенной нарушенности ландшафтов бассейна озера Алаколь.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время для территории бассейна озера Алаколь характерна средняя освоенность ландшафтов и сокращение земель с малоизмененной природой, что будет способствовать при дальнейшем освоении нарушению экологического равновесия.

В последние десять лет в связи с бурным развитием пляжно-купальной рекреации в районе сел Кабанбай, Акши, Коктума и Коктал возрастают рекреационные нагрузки на приозерные ландшафты. Использование территории в рекреационных целях требует вовлечения в человеческую деятельность природных ресурсов. При этом образуется особый вид ландшафта – рекреационный ландшафт. Рекреационные ландшафты легко уязвимы и неустойчивы к антропогенным воздействиям, а рекреационные ресурсы исчерпаемы, незаменимы и имеют ограниченные возможности. Рекреационная деятельность приводит к изменению природной среды. К негативному воздействию рекреации относится изменение качества воды в реках, озёрах, уничтожение прибрежного растительного покрова и уплотнение почв.

Осуществляемая хозяйственная деятельность в определенной степени оказывает отрицательное влияние на экологическое состояние природной среды, растительный и животный мир бассейна озера Алаколь. Это влияние можно разделить на две большие группы: первая – антропогенного воздействия, изменяющая ландшафт и естественные природные процессы (перевыпас скота, вылов рыбы, разработка открытым способом по-

лезных ископаемых, распашка земель и т.д.); вторая – влияние чуждых природе химических элементов и соединений, включаемых в природный круговорот негативно воздействующих на биоценозы.

Вследствие снижения качества среды под влиянием антропогенной деятельности проблемы дальнейшего устойчивого развития интенсивно развивающихся территориальных рекреационных систем бассейна озера Алаколь приобретают регионально важный характер. Наибольшее внимание вызывают неблагоприятные экологические ситуации, спровоцированные антропогенной деятельностью и проблемы их оценки. В связи с этим на сегодняшний день возникла необходимость геоэкологической оценки и мониторинга ландшафтов бассейна озера Алаколь.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана / под ред. М.Ж. Бурлибаева и др. – Астана: ТОО «Типография Комплекс», 2007. – Т. 3. – 254 с.
2. Иващенко А.А. Заповедники и национальные парки Казахстана. – Алматы: ТОО «Алматы кітап», 2006. – 284 с.
3. Искакова К.А., Жакупова А.А., Ақтымбаева А.С., Абдреева Ш.Т., Айжолова Г.Р. Современное состояние рекреационного потенциала Алакольского бассейна // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2013. – №2/1. – С. 60-64.
4. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учебное пособие. – М.: Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
5. Национальный атлас Республики Казахстан: в 3 т. / под ред. А.Р. Медеу. – Алматы, 2010. – Т. 2. – 164 с.
6. Официальный сайт Акимата Алакольского района Алматинской области [Электрон. ресурс]. – 2011...2019. – URL:<http://alakol.zhetysu.gov.kz/>. (дата обращения: 31.05.2019)
7. Официальный сайт Акимата Урджарского района Восточно-Казахстанской области [Электрон. ресурс]. – 2019. – <http://www.urzhar.vko.gov.kz>. (дата обращения: 31.05.2019)
8. Чигаркин А.В. Основные проблемы ландшафтоведения и охраны природы Казахстана. – Алма-Ата: КазГУ, 1974. – 133 с.

Поступила 07.08.2019

PhD  
PhD

Мукаев Ж.Т.  
Озгелдинова Ж.О.  
Каракулова М.Б.

## АЛАКӨЛ КӨЛІ БАССЕЙНІНІҢ ЛАНДШАФТТАРЫНА АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕРДІ БАҒАЛАУ

**Түйін сөздер:** антропогендік әрекет, алап, Алакөл көлі, геоэкология, табиғат пайдалану, аумақтық рекреациялық жүйелер

*Мақалада Алакөл көлі алабының ландшафтарына антропогендік әрекетті бағалау келтірілген. Ландшафтардың бүліну деңгейі мен антропогендік жүктеме Б.И. Кочуров ұсынған әдістемелік тәсілдің көмегімен жүргізілді. Ландшафтардың антропогендік өзгерісінің деңгейін бағалау жер санатын бүліну бойынша саралау арқылы жүргізілді. Ландшафтарға антропогендік әрекет деңгейін бағалау шкаласы құрастырылды. Алакөл көлі алабының табиғи ортасына әсер ететін шаруашылық әрекеттің түрлері қарастырылды. Зерттеліп отырған ауданның табиғи ортасына әсер ететін шаруашылық әрекеттің негізгі түрлеріне өндіріс орындары, ауыл шаруашылығы, көлік магистралдары мен рекреациялық әрекет жатқызылды. Алакөл көлі алабы ландшафтарының антропогендік бүліну картасы құрастырылған. Түрлі деңгейде бүлінген ландшафтар анықталды.*

Zh.T. Mukayev, Zh.O. Ozgeldinova, M.B. Karakulova

## ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE LANDSCAPES OF THE ALAKOL LAKE BASIN

**Key words:** anthropogenic impact, basin, Alakol lake, geoecology, nature management, territorial recreational systems

*The article gives an assessment of anthropogenic impact on the landscapes of the Alakol lake basin. Anthropogenic load and the degree of disturbance of landscapes were carried out on the basis of the use of methodical approaches proposed by B.I. Kochurov. An assessment of the degree of anthropogenic transformation of landscapes was determined by ranking the categories of land according to the degree of anthropogenic disturbance. A scale for assessing the degree of anthropogenic impact on landscapes is made. Various types of economic activity affecting the natural environment of the Alakol lake basin have been studied. The main types of economic activity that affect the natural environment of the studied region are industrial factory, agriculture, transport routes and recreational activities. A map of the anthropogenic disturbance assessment of the landscapes of the Alakol lake basin is compiled. Landscapes with various degrees of disturbance are revealed.*

УДК 551.4 (282.256.164.6)

PhD

Озгелдинова Ж.О.<sup>1</sup>Хамзин Е.М.<sup>1</sup>

PhD

Мукаев Ж.Т.<sup>2</sup>

PhD

Жангужина А.А.<sup>1</sup>Тенькебаева Ж.Ф.<sup>1</sup>**АНТРОПОГЕНДІК ӘРЕКЕТ ЖАҒДАЙЫНДА ГЕОЖҮЙЕЛЕРДІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҚ ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ (КЕҢГІР ӨЗЕНІ АЛАБЫ МЫСАЛЫНДА)**

**Түйін сөздер:** өзен алабы, антропогендік әрекет, антропогендік әрекетке геожүйелердің тұрақтылығы, геоакпараттық жүйелер

*Антропогендік әрекет жағдайында геожүйелердің тұрақтылығын бағалау нәтижелері келтірілген. Антропогендік әрекетке геожүйелердің тұрақтылық әлеуетін бағалау әдістемесі жетілдіріліп бейімделдендірілген. Геожүйелердің ландшафтқұраушы факторларың анықтау негізінде Кеңгір өзені алабы геожүйелерінің антропогендік әрекетке тұрақтылығын бағалау тиімді табиғат пайдалану құрылымын жасағанда түрлі әдістерді қажет ететін 4 классқа жіктеуге мүмкіндік берді. Кеңгір өзені алабы геожүйелерінің антропогендік әрекетке тұрақтылық картасы жасалды.*

Адамның шаруашылық әрекетінің даму қарқыны артқандығынан ландшафттардың тұрақтылығы туралы сұрақ өзекті болып келеді. Өндіріс өсімін арттыру үшін ландшафттарды зерттеп, олардың сыртқы әсеріндегі күйін зерттеу қажет. Болжамды жүзеге асыру тек тең салмақты тұрақты жүйелерде ғана мүмкін. Тепе-теңдік күйінен шыққан дағдарысты ландшафттарда жүйе белгісіз жолмен дамып, апатты салдарға әкелуі мүмкін.

Физикалық географияда ландшафттардың тұрақтылығы туралы ұғымның белгілі анықтамасы жоқ – әртүрлі авторлар бұл терминге адам әсерімен модификацияланған немесе табиғи кешендерді бағалау мақсатына байланысты әртүрлі мағына береді. Бұл ұғымның барлық

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан.

<sup>2</sup>Шәкәрім атындағы МУ, Семей қ, Қазақстан.

түсініктемелерін келесі құрамдастарға келтіруге болады: табиғи қызметінің шектері, сыртқы әсерлерге қарсы тұру қабілеті (табиғи және антропогендік) және жүктеме азайғаннан кейінгі релаксация мүмкіндігі. Крауклис А.А. [8]. тұрақтылыққа қалыпты қызмет ету, бұзылудан кейін қайта қалпына келу және қайтымсыз өзгерудің қатынастары арқылы анықтама береді. Рюмин В.В. [11] пікірі бойынша қалыпты қызмет ету бірінші кезекте маусымдық динамикамен байланысты және тұрақтылық анықтамасында тәуелді мағынаға ие.

Исаченко А.Г. [7] керісінше ландшафттар динамикасы мен олардың тұрақтылығының ролін ерекшелейді. Дашкевич З.В. [6] пікірі бойынша ландшафт тұрақтылығы қатты әсер кезінде өзінің кеңістіктік-уақыт құрылымы мен қайта қалпына келу қабілетін сақтай алады.

Ландшафттарға техногендік әсер етуді зерттеуге қосылған «тұрақтылық» терминінің түсініктемесі ландшафттардың жалпы тұрақтылығы ұғымынан бөлінуге тиіс емес, ландшафттардың жалпы тұрақтылығы көбінесе өзіндік табиғи түзілістерінің құрылымы мен әрекетін сақтау қабілеті, сыртқы факторлардың әсерінен бұзылудан кейін қайта қалпына келу қабілетімен, яғни өздігінен қайта реттелу қабілетімен анықталады.

Ландшафттардың геохимиясында ландшафттардың техногендік ластануға тұрақтылығын және техногендік өнімдерден өзін өзі тазарту қабілетін зерттеуге аса маңызды рөл беріледі. Ландшафттардың техногенезге тұрақтылығы деп Глазовская М.А. [3] олардың өзін өзі тазартуға қабілетін түсінеді. Техногендік заттардың өзгеру жылдамдығы мен олардың ландшафт сыртына тасталуы. Көбінесе бұл қабілет табиғи және техногенді заттар ағынының үйлесімділігімен қамтамасыз етіледі. Ландшафттың мүмкін және шынайы тұрақтылығын ажыратады. Бірінші ұғым табиғи (бұзылмаған) күйге қатысты, ал екіншісі – заманауи, адам әсерінің түгел тарихында жиналған қабаттарды өзіне жинаған түріне жатады. Бірақ ландшафттардың қазіргі тұрақтылығын бағалау үшін де, болжалды әзірлемелер үшін де бастапқы нұсқасы қызмет етуі керек, ол тұрақтылық сапасы бойынша ландшафттардың базалық классификациясы ретінде қарастырылады.

Тұрақтылықтың типтері әртүрлі ажыратылады: геохимиялық – ластану өнімдерінен өзін өзі тазартуға қабілеті; биологиялық – өсімдік өсу қасиеттерінің қайта қалпына келуі мен қорғанысын бағалау; эрозияға қарсы; интегралды – техногендік әсерлердің кешеніне түгелдей төзімді [2].

Гроздинский М.Д. бойынша [5], «тұрақтылық» түсінігін үш уақытша құрамдасқа сұлбалық түрде бөлуге болады, олар әсер ету масштабтарына тәуелді:

- «инерттілік» (буферлік) – болған бейтараптандыру (нейтрализация) есебінен жүйеде өзгерістер болған жоқ;
- «қалпына келу» - әсер ету нәтижесінде жүйелер тепе-теңдік күйінен шығып кетті, бірақ уақыт өте келе жүйе бастапқы қалпына келді;
- «иілгіштік» - әсер ету нәтижесінде жүйе тепе-теңдік күйінен шығып кетеді, жүйе түрленеді, бірақ түрленген күйі әрекет ете береді, онда алғашқы байланыстар сақталады.

Осылайша, инерттілік, қалпына келу және иілгіштік ұғымдары тұрақтылыққа тән жағдайлар болып табылады, олар сұйылу, айырбасты және айырбасты емес сорбция, заттың қарқынды миграциясы және т.б. Табиғатты тиімді пайдалану міндеттерін шешу кезінде табиғи жүйелердің тұрақтылығын белгілі бір сыртқы әрекеттерде салыстырмалы ұзақ уақыт аралығында белгілі әлеуметтік-экономикалық функцияларын орындау қабілетін сипаттайтын бағалау категориясы деп қарастыруға болады. Бірқатар авторлардың айтуы бойынша тұрақты даму ең алдымен болжамға келуі керек, содан кейін ғана оған қандай да бір әрекетпен басқару қажет. Біз ландшафттардың тұрақтылығын сыртқы әсер кезінде өз құрылымын және қызметін сақтау қабілеті ретінде қарастырамыз. Ландшафттардың техногенді әсерге тұрақтылығын бағалау кезінде біз Глазовская М.А. [4], Башкин В.Н., Евстафьева Е.В. [1], Орлова И.В. [9] Озгелдинова Ж.О. [13] және т.б. ұсынған топырақтар мен ландшафттардың тұрақтылығын бағалау қағидаларын қолдандық. Бағалаудың бұл қағидалары жеке көрсеткіштерді қалыпқа келтіріп, оларды баллдық жүйе бойынша қосу тәсіліне негізделген, мұның көмегімен оларды жалпы тұрақтылықтың интегралды бағасын алу үшін және ландшафттарды олардың жалпы тұрақтылығы дәрежесі бойынша оларды топтастыру үшін кешенді есептеуге болады. Ландшафттардың антропогенді әсерге төзімділігін келесі көрсеткіштермен сипаттаған ыңғайлы (1 кесте). Мұнда қолданылатын көрсеткіштердің санын минимизациялауға талпынылды, себебі олардың санын арттыру нәтижесінде шамадан тыс «ақпараттық шу» пайда болуы мүмкін. Осы себеппен өзара байланысты көлемдер қолданылған жоқ, олардың ішінде қарастырылып жатқан үрдісті ең жақсы сипаттайтыны таңдалды. Ландшафт тұрақтылығын бағалаудың ұсынылған жүйесі мүмкін практикалық тәсілдердің тек біреуі ғана екендігі туралы автор хабарлы, және оны жүзеге асыру үшін көп іс қажет.

Ландшафт тұрақтылығы үшін климаттық факторлардың ішінде ландшафттағы үрдістердің энергетикасын анықтайтын факторлардың маңызы зор: радиациялық теңгерім, ылғалдану дәрежесі, жел режимі.

Радиациялық теңгерім – көптеген факторларға тәуелді өлшем, олардың бастылары: жергілікті жер ендігі, ол сомалық радиацияға әсер етеді; төселген жазықтық сипаты және территорияның ылғалдануы, олар альбедро мен әсерлі сәулеленуге әсер етеді. Радиациялық теңгерім негізгі биогенді және абиогенді үрдістердің энергетикасын анықтайды, сонымен қатар, Глазовская М.А. пікірі бойынша [4], техногендік өнімдердің химиялық түзілістерінің жылдамдығы мен бағытын анықтайды. Оның үлкен көрсеткіштеріне ландшафттардың максималды төзімділігі де сай келеді.

Құрғақшылық индексінің мөлшері ылғалдылықтың жетіспеушілігін сипаттайды, ол ең төмен тұрақтылық көрсеткіші ретінде қарастырылады (шамадан тыс ылғалданудан аз). Ылғалдылық көрсеткіштерінен құрғақшылықтың радиациялық индексі (K) өте деректі болып табылады, оны Будико М.И. ұсынды. Бұл көрсеткіш территорияның радиациялық теңгерімі мен жауын-шашындардың жылдық түсімінің арасындағы қатынасты білдіреді, ол булану жылуының калорийлерімен белгіленеді (формула 1).

$$K = R/LQ \quad (1)$$

мұндағы R – жыл бойындағы радиация теңгерімі, ккал/см<sup>2</sup>;

L – буланудың жасырын жылуы, ккал/см<sup>2</sup>;

Q – жауын-шашынның жылдық мөлшері, мм.

K=1 болса, булану мүмкіндігі түскен ылғал көлеміне сәйкес келеді. R/LQ 0,45...1 аралығында болғанда климат ылғалды деп танылады; 1...3 аралығында жеткіліксіз ылғалды, ал >3 – құрғақ. Құрғақшылықтың радиациялық индексі осындай радиациялық шарттарда ылғалдың жиналу мүмкіндігін көрсетеді.

Кесте 1

Антропогендік әсерлерге геожүйелердің тұрақтылығын баллдық бағалау шкаласының мысалы

Көрсеткіш	Тұрақтылық баллдары				
	1 балл	2 балл	3 балл	4 балл	5 балл
Радиациялық теңгерім жылына ккал/см <sup>2</sup>	5...10	11...20	21...30	31...50	50-ден жоғары
Құрғақшылық индексі	0,45-тен төмен немесе 3-тен жоғары	-	1,01 немесе 3,00	-	0,45...1,00
Жел режимі (күшті желді күндер)	51-ден төмен	-	21...50	-	20-дан төмен
Беткей тіктігі, градуспен	20-дан төмен	5,1...20	3,1...5	1,1...3	0...1

Көрсеткіш	Тұрақтылық баллдары				
	1 балл	2 балл	3 балл	4 балл	5 балл
Жер бедерінің сипаты	төбелі	төбелі-құламалы	жайпақ төбелі	тегіс және әлсіз толқынды	жазық
Геохимиялық жағдайы	аккумулятивті	-	транзиттік	-	элювиальды қарқынды дренаждалған
Табиғи дренаждылық деңгейі	>0,0005 өте әлсіз дренаждалған	орташа әлсіз дренаждалған 0,0005...0,001	әлсіз дренаждалған 0,001...0,008	дренаждалған	
Топырақтың механикалық құрамы 0...20 см қабаттағы гумустың құрамы, %-Гумус қабатының қалыңдығы, см	құм	құмдақ	жеңіл саздақ	орташа саздақ	ауыр саздақ
Тұздану дәрежесі (жоғарғы қабаттағы тұздардың құрамы, %)	2-ден төмен	2,0...4,0	4,1...6,0	6,1...9,0	9,0-дан жоғары
Тұздану дәрежесі (жоғарғы қабаттағы тұздардың құрамы, %)	3-тен төмен	3...10	10,1...25	25,1...80	80-нен жоғары
Топырақ ерітіндісінің қышқылдығы (рН)	өте күшті және күшті (0,6)	орташа (0,3...0,6)	әлсіз (0,2...0,3)	өте әлсіз (0,15...0,2)	тұзданбаған (0,15-тен төмен)
Катионды сіңіру (алмасу) сыйымдылығы, мг. экв/100 г. топырақ	қатты қышқыл (4,5 және одан төмен) немесе қатты сілтілі (8,5 және одан жоғары)	қышқыл (4,5...5,0) немесе сілтілі (7,5...8,5)	әлсіз қышқыл (5,0...5,5) немесе ілсіз сілтілі (7,0...7,5)	бейтарапқа жақын (5,5...6,0)	бейтарап (6,0...7,0)
Су режимінің түрі	десуктивті-жайылған	жайылған	шайылмайтын	мерзімді шайынды	шайынды
Топырақтың гидроморфтық дәрежесі	гидроморфты	-	жартылай гидроморфты	-	автоморфты
Өсімдік жабынының ауданы, %	20-дан төмен	20...40	41...60	61...90	90-нан жоғары

Кесте: Глазовская М.А., 1997; Башкина В.Н., Евстафьева Е.В., 1993; Орлова И.В., 2002 авторларының материалдары бойынша құрастырылған.

Жел режимі бір жағынан ауадағы техногендік заттардың таралуының факторы ретінде көрінеді, екінші жағынан латеральді (эолды) үрдістердің факторы бола отырып, биотаның бейімделу қабілеттерін

анықтайды. Ландшафттардың тұрақтылығын бағалау үшін жел режимінің көрсеткіштері ретінде бір жылдағы күшті жел болған күндерінің санын қолдану ұсынылады. Бұл фактор сапалық деңгейде бағаланады, себебі ландшафт тұрақтылығындағы оның үлесі жеткілікті деңгейде әзірленбеген.

Ландшафттардың жасын, даму деңгейін, эндогенді және экзогенді үрдістердің сәйкестік деңгейін білдіретін көрсеткіштері жер бедерінің сипаты болып табылады. Тұрақтылығы ең жоғары түрлері: жазық, тегіс, аз толқынды және жазық қыратты беткейлер, ал ең аз тұрақтылығы – қыратты беткейлер.

Беткейдің құламалығы ландшафт тұрақтылығы тарапынан маңызы зор, ол үлкейген сайын беткейлік ағын артатындықтан, қатты бөлшектердің механикалық бұзу қаупі артады, салдарында топырақ эрозиясы түзіледі. Сонымен қатар, бөктер құламалығы топырақтың гумустық көкжиегінің шынайы арту жылдамдығына және бөктерлердегі ландшафттардың қайта қалпына келу жылдамдығына әсер етеді. Бөктер құламалығының сипаттамасы – табиғи құлама бұрышы, ыдырау мен сырғуынан кейін топырақ пен көкжиектік арасындағы бұрыш. Ландшафтың бөктер құламалығы SAGA (50 м) рельефінің сандық үлгісін қолдана отырып, ArcGIS 10.4 стандартты құралдар жинағымен анықталды.

Геожүйенің табиғи дренаждау дәрежесі әр түрлі химиялық заттардың жиналу немесе жуылу процесін тудырады. Геожүйелердің табиғи дренажалуын есептеу үшін алаптың әзірлеген морфометриялық көрсеткіштері бойынша бағалау тәсілі қолданылды Угланов И.Н. [12] (формула 2).

$$P = i \frac{H}{F}, i = \frac{h_1 - h_2}{l} \quad (2)$$

мұндағы  $P$  – табиғи дренаж;

$H$  – эрозия базисі болып табылатын барлық қарапайым су ағындарының ұзындықтарының қосындысы (оның ұзындығын қоса алғанда), км;

$F$  – бұл өзен алабының ауданы, км<sup>2</sup>;

$i$  – жергілікті жердің негізгі еңісі;

$h_1 - h_2$  – қарапайым су ағынының бастауынан сағасына дейінгі биіктігінің айырмашылығы (эрозиялық бөлшектену тереңдігі);

$l$  – қарапайым су ағынының ұзындығы, км.

Дренаждауға арналған әдебиеттерді талдау кезінде біз қазіргі классификацияларды ескере отырып, табиғи дренаждаудың жіктелуін

жасадық, бірақ кейбір өзгерістер енгіздік. Осылайша, дренаждау бойынша геожүйелердің тұрақтылығын бағалау кезінде келесілерді бөліп көрсетуге болады: Р 0,01...0,2 – өте әлсіз дренаждалған; Р 0,2...1 – әлсіз дренаждалған; Р 1...3 – орташа дренаждалған; Р 3...10 – жақсы дренаждалған; Р 10 және одан да көп – қарқынды дренаждалған.

Ландшафттардың техногендік әсерлерге тұрақтылығын анықтаудың маңызды факторы – оның геохимиялық күйін анықтау, ол миграциялық ағындардың сапасы мен қарқындылығын сипаттайды. Ландшафт түрлерінің классификациясына негізделі отырып, үш негізгі градация мен екі ауыспалы градацияны ажыратады Глазовская М.А. [4]. Элювиальді (суайрықты) ландшафттар – ең жоғары орналасқан, геохимиялық автономды, олардағы заттар ағымы тек атмосфера арқылы келеді. Каскадтың төмен деңгейлерінде орналасқан транзиттік ландшафттар геохимиялық тәуелді қарапайым ландшафттар болып табылады; атмосферадан келетін заттармен қатар, олар каскадтың жоғарғы буындарында орналасқан беткейлік және топырақтық сулар тастайтын заттарының бөлігін қабылдайды. Ағын шарттарына байланысты трансэлювиальді және трансэлювиальді-аккумулятивті түрлері ажыратылады. Біріншілерінде заттардың шығарылуы (бөктерлердің жоғарғы бөлігі), екіншілерінде – заттардың шығарылумен бірге заттардың жиналуы жүреді (бөктерлердің төменгі бөлігі), заттардың аккумуляциясына топырақтық сулар қатысуы мүмкін. Аккумулятивті ландшафттар әдетте бөктерлердің жанындағы жазықтық территорияларды, тұйық су қоймалары мен өзен арықтарын алады, онда көбінесе заттар аккумуляциясы жүреді. Осылайша геохимиялық тұрғыда автономды ландшафттар геохимиялық тәуелділерге (транзитті) қарағанда төзімдірек болып табылады. Сырттан келетін барлық заттардың жиналу зоналарында орналасқан аккумулятивті ландшафттардың төзімділігі аз.

Табиғи кешен компоненттерінің арасында топырақ түйінді орналасқан. Топырақтың төзімділігін анықтауда біз оның бұл әсерді бейтараптандырып, сыртқы факторларға буферлік есебінен қалыптасатынына, яғни «өзінің мойнына алу» қабілетіне сүйендік (климат ерекшеліктеріне, катендегі күйінің арқасында жүктемені басқа геожүйелерге «тастау» қабілеті).

Онда әртүрлі ландшафттық байланыстар мен ағындар тығыз орналасқан, негізгі биохимиялық үрдістер жүреді: тарту, шіру, синтез, жиналу, заттардың шығуы, оның ішінде техногендік текті, сондықтан

топырақ ландшафттардың геохимиялық тұрақтылығының механизміндегі маңызды буын болып табылады. Топырақтың тұрақтылық деңгейі келесідей қасиеттердің бірігуімен анықталады: гумустың сапалық құрамы, гумус көкжиегінің және түгел профильдің қуаты, корбонаттар құрамы, топырақтардың биологиялық белсенділігі [4].

Табиғи кешендердің техногендік әсерлерге төзімділігін бағалау кезінде біз келесідей топырақтық-геохимиялық көрсеткіштерді есепке алдық: топырақтардың механикалық құрамы, гумус көкжиектердің қуаты, топырақ қышқылдығының дәрежесі және катиондық сіңіру сыйымдылығы.

Топырақтардың механикалық құрамы топырақтың ауа-су сіңіруі, гидроскопиялығы, сіңіру қабілеті, температуралық режимі және т.б. үшін маңызды. Саздақ пен ауыр саздақ құм мен құмдақтарға қарағанда жоғарыда айтылған қасиеттердің жақсыларына ие.

Гумус қабатының қуаты топырақтың әртүрлі физикалық және механикалық әсерлеріне, эрозиялық және дефляциялық үрдістерге төзімділік деңгейін анықтайды. Гумуста көптеген химиялық элементтер жиналатындығы анықталған (көміртек, оттегі, азот, фосфор, кальций және т.б.), оның ішінде сиректері де бар, сондықтан топырақта гумус көп болған сайын, микроэлементтердің құрамы көп болады. Топырақтағы көп мөлшерде гумустың болуы топырақтардың сіңіру қабілетін анықтайды, топырақтың жоғарғы көкжиектерінің құрылымының қалыптасуына және оның физикалық қасиеттеріне әсер етеді. Гумусы көп топырақтар сыртқы әсерлерге жоғары дәрежеде қарсы тұруға қабілетті.

Топырақтардың қышқылдық дәрежесі (орта реакциясы, рН) топырақтың көптеген генетикалық және өндірістік типтерін сипаттайды. Қышқылдық қасиеттеріне байланысты, топырақтар ластау өнімдеріне әртүрлі әсер етеді. Химиялық элементтер мен олардың қосылыстарының қозғалғыштығы әртүрлі орталарда қатты өзгереді.

Катиондық сіңіру сыйымдылығы (алмасу) (КСС) – сутектің сіңірген негіздері мен иондарының саны – топырақтың маңызды сипаттамасы болып табылады. Ол гумус заттарының сіңіру қабілеттерінен, топырақтың минерал бөліктерінен, сонымен қатар оның құрамына енетін микроағзалардан құралады. Топырақтың КСС көлемі ондағы гумустың болуымен, грануламетриялық және минералдық құрамымен, рН көлемімен ара қатынас орнатады. Алмасу иондарының құрамы мен санына

байланысты топырақтар буферлікке ие, демек, сыртқы әсерге әртүрлі төзімділік танытады.

Су режимінің типі топырақтың геохимиялық тұрақтылығын сипаттайды, ол ландшафттың деректерінің шектеріне заттардың шығу қарқындылығымен, олардың жер беткі және жер асты ағынымен таралу дәрежесімен анықталады.

Топырақтардың су режимінің типі климат шарттарына, аналық тек және төселу рельефіне, өсімдіктердің өсуіне, литологиялық және гидрогеологиялық ерекшеліктеріне байланысты. Высоцкий Г.Н. мен Роде А.А. су режимінің типтерінің классификациясына негізделі отырып, ажырату қажет: шаю типі және кезенді шаю (аралық форма сияқты), жуылмайтын, жалқаяқты және десуктивті жалқаяқты (немесе іркілу) [10]. Тоңды су режимі (криогенді) қарастырылған жоқ, себебі ол зерттеу ауданының табиғи зоналарында таралмаған. Шаю типі ластау өнімдерін шығарады; жалқаяқты, десуктивті-жалқаяқты режимде ластау өнімдері топырақ профилінде аккумуляцияланады.

Рельефте орналасуы мен ылғалдану ерекшелігіне байланысты топырақтардың келесідей топтарын ажыратады, олар ылғалдану қатары деп аталады: автоморфты топырақтар – тұзу жазықтық пен бөктерлерде беткі сулардың еркін ағуы, топырақ суларының терең жатуы шартында қалыптасады (6 м төмен); жартылай гидроморфты топырақтар – беткейлік судың қысқа уақыт бойы іркілуі кезінде немесе топырақ суы 3...6 м тереңдікте жатқанда қалыптасады (капиллярлы жиегі өсімдік тамырларына жетуі мүмкін); гидроморфты топырақтар - беткейлік судың ұзақ уақыт бойы іркілуі кезінде немесе топырақ суы 3 м кем тереңдікте жатқанда қалыптасады (капиллярлы жиегі топырақ бетіне жетуі мүмкін). Ландшафт топырағының ылғалдану қатары геохимиялық тұрақтылықты сипаттайды, ол едәуір дәрежеде химиялық заттар миграциясын анықтайды.

Өсімдік қабаты да топырақ қабатының деградациясын азайтуға және эрозиялық үрдістердің азаюына әсер етеді. Өсімдікпен қапталған территориясы үлкен ландшафттар сыртқы әсерлерге басқаша территорияларға қарағанда төзімдірек болып табылады.

Ландшафттың техногенді әсерге тұрақтылығының интегралды бағасы сарапталған параметрлердің бағаларының қосындысы арқылы алынған. Бұл территория үшін ең үлкен салыстырмалы тұрақтылықты сипаттайтын максималды мүмкін ұпай 100 % болып қабылданды, басқа

ұпайлардың барлығы пайыздармен көрсетіледі, бұл үшін Орлова И.В. еңбегінде ұсынылған формула (3) бойынша сомалық ұпайлар қайта есептелді [9].

$$C = \frac{100 \sum_{g=1}^n C_g}{Q}, \quad (3)$$

мұндағы  $C$  – ландшафттың техногендік әсерге мүмкін тұрақтылығын бағалау, %;

$C_g$  – әрбір көрсеткіш бойынша ұпай саны;

$Q$  – ұпайлардың максималды мүмкін сомасы;

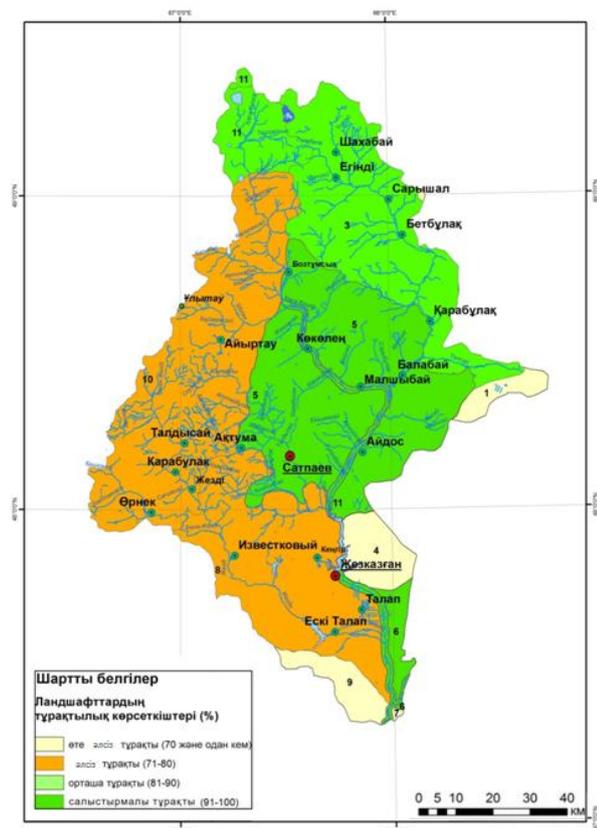
$g$  – көрсеткіштердің реттік нөмірі;

$n$  – көрсеткіштер саны.

Жоғарыда көрсетілгендей, ландшафттардың қасиеттеріне тек қана жалпы тұрақтылық, өзгергіштік қасиеттері ғана емес, антропогендік әсер салдарында жүре қалыптасқан өзіндік реттелу және өздігінен ұйымдасу сияқты қасиеттері де жатады, мұндағы ландшафт компоненттері де, олардың арасындағы байланыс та тұрақты күйге жетуге бағытталған тегістелуге талпынады. Осыған орай біз техногендік әсерге төзімсіз ландшафттардың топтарын ажырату орынсыз деп есептедік. Нәтижесінде келесідей ландшафт топтары ажыратылды, ондағы градация ұпайлардың жалпы сомасының негізінде жасалды (%) салыстырмалы тұрақты ландшафттар – 100...91, орташа тұрақты – 90...81, нашар тұрақты – 80...71, өте нашар тұрақты – 70 және одан кем.

Бұл жұмыста геожүйелердің антропогендік әрекетке тұрақтылығын анықтау үшін операциялық бірлік ретінде ландшафт қарастырылады. Негіз ретінде алдында жасалған Кеңгір өзені алабының ортамасштабтық (1:500 000) ландшафтық картасы алынды [14].

Ландшафттардың тұрақтылығын бағалау үшін біз геологиялық, геоморфологиялық, гидрогеологиялық, топырақтану, картографиялық материалдардың қорын зерттедік. Жиналған материалдардың негізінде, біз Кеңгір өзені алабының ландшафттардың техногенді жүктемесіне тұрақтылық картасын жасадық (сурет 1).



Сурет 1 Кеңгір өзені алабы ландшафттарының антропогендік жүктемеге тұрақтылық картасы.

Интегралды тұрақтылықты бағалау негізінде біз салыстырмалы тұрақтылықпен 5-ші және 6-шы аудандар ландшафттар бассейндік аймақтың 31,63 % алатынын анықтадық. Ландшафттар салыстырмалы түрде қолайлы жылу және гидротермикалық жағдайлармен сипатталады. Орташа және ауыр сазды автоморфтық топырақ басым, шайылмайтын су режимімен сипатталады, тұздылықтың болмауы, бейтараптық немесе бейтарапқа жақын, топырақ ерітіндісінің реакциясы. Топырақ қабатындағы гумустың мөлшері 0...20 см ол орташа есеппен 2,3 %, ал гумус қабатының қалыңдығы 12...38 см. Катионның топырақты сіңіру қабілеті орташа 16...17 мг-экв/100 г. Өсімдіктермен қамтылған алаң 70...75 % құрайды.

Тұрақтылықтың орташа деңгейі бар 3-ші және 11-ші аудандар ландшафттар алаптың 23 %-ын құрайды. Жартылай гидроморфты жеңіл сазды және құмды саз топырақтар басым, судың ағынды суларымен сипатталады, орташа тұздылықпен, топырақ ерітіндісінің сілтілі

реакциясы. Топырақтың түріне қарай, гумус қабатының мөлшері 0...20 см, ал кейбір мәндерде 10,5 өзгереді және 1,5...12 % құрайды, гумус қабатының қалыңдығы 10...11 см құрайды. Катионның топырақты сіңіру қабілеті орташа 15 мг-экв/100 г. Өсімдіктермен қамтылған алаң 55...65 % құрайды.

Тұрақтылықтың әлсіз дәрежесі бар 7-ші, 8-ші және 10-шы аудандар ландшафттар алап аймақтың 38,11 %-ын алады, көп жерлерде бұл аз тілімделген төбелі және аласа таулы ұсақшоқылы- бөктерлер. Жуылмайтын су режимімен сипатталатын орташа және жеңіл сазды автоморфтық топырақ басым, топырақ ерітіндісінің аз сілтілі реакциясы, өте әлсіз тұздылық және бейтарап немесе нашар қышқылдылық байқалады. Топырақ қабатындағы гумустың мөлшері 0...20 см ол орташа есеппен 2,1 %, ал гумус қабатының қалыңдығы 15...20 см. Катионның топырақты сіңіру қабілеті орташа 15...16 мг-экв/100 г. Тегіс жазық толығымен дерлік жыртылған, ал аласа таулы ұсақшоқылы- бөктерлерінің өсімдік жамылғысы орташа проективті дәрежесі бар.

Тұрақтылықтың өте әлсіз деңгейі бар 1-ші, 4-ші және 9-шы аудандар ландшафттар алаптың 7,26 % -ын құрайды. Бұл ландшафттардың соңғы тобы антропогендік әсерге өте нашар қарсылық дәрежесімен анықталады. Құмдақ жерлерде және алқаптық жайылымдық топырақтарда төбелі-толқынды эолды жазықтарда өскен ақжержусанды теріскенді өсімдіктері бар ландшафттар. Геохимиялық тұрғыдан ландшафттар аккумулятивті позицияны алып жатыр, жазық рельеф беткейлерден басым, беткейлердің еңістігі  $2^0$ . Топырақтағы гумустың мөлшері 0,2...0,4 %, гумус қабатының қалыңдығы 5...7 см. Өсімдік жамылғысының орташа алаңы 20...25 %.

Ландшафттардың сыртқы әсерлерге тұрақтылық дәрежесі ландшафтты қалыптастыру үдерістерінің қарама-қайшылығы арқылы анықталды. Зерттеу аймағында тұтастай алғанда тұрақтылықтың әлсіз деңгейі (38,11 %) және салыстырмалы (31,63 %) тұрақты ландшафттар басым.

Бұл көрсеткіштердің бірігуі ландшафттардың антропогендік әсерге тұрақтылығының дәрежесін ең дұрыс көрсете алатынын атап өту қажет. Негізге алынған көрсеткіштер шаруашылық әрекетін олардың тұрақтылығымен кеңістікте байланыстыруға мүмкіндік береді, және табиғатты қолдану құрылымын реттеуге, шаруашалық әрекеті объектілерін орналастыруды анықтауға, яғни ландшафт тұрақтылығы

туралы ақпараттың арқасында нашар әсер ету эффектісін азайту мәселесін жоспарлы шешуге мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Башкин В.Н., Евстафьева Е.В. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – 312 с.
2. Василевская В.Д., Калишева О.В., Копщик Г.Н. Устойчивость почв ближнего Подмосковья к антропогенным воздействиям // Вестник Моск. ун-та. Серия Почвоведение. – 1997. – №3. – С. 3-6.
3. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 99-118.
4. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 102 с.
5. Гродзинский М.Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Известия АН СССР. Серия География. – 1987. – №6. – С. 5-15.
6. Дашкевич З.В. К проблеме устойчивости геосистем // Известия ВГО. – 1984. – Т. 116, вып. 3. – С. 211-218.
7. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. – М.: Мысль, 1980. – 264 с.
8. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Новосибирск: Наука, 1979. – 233 с.
9. Орлова И.В. Ландшафтное планирование для целей сельскохозяйственного природопользования (на примере Благовещенского района Алтайского края): дис. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 2002. – 191 с.
10. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. – М.: АН СССР, 1965. – С. 61-72.
11. Рюмин В.В. Динамика и эволюция южно-сибирских геосистем. – Новосибирск: Наука, 1988. – 137 с.
12. Угланов И.Н. Мелиорируемая толща почв и пород юга Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 191 с.
13. Ozgeldinova Zh.O. et al. Estimating the potential sustainability of geosystems in conditions of anthropogenic impacts (a case study of Sarysu basin, Kazakhstan) // Applied ecology and environmental research 15 (4): 1733-1744 p.
14. Ozgeldinova Zh.O. et al. The present-day geoecologic situation of Kenghir river basin geosystems // Biosciences, Biotechnology Research Asia 12 (3): 3041-3051.

Поступила 09.08.2019

PhD	Озгелдинова Ж.О.
	Хамзин Е.М.
PhD	Мукаев Ж.Т.
PhD	Жангужина А.А.
	Тенькебаева Ж.Ф.

## **ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ КЕНГИР)**

**Ключевые слова:** бассейн реки, антропогенное воздействие, устойчивость геосистем к антропогенным воздействиям, геоинформационные системы

*В работе представлены результаты оценки устойчивости геосистем в условиях антропогенных воздействий. Усовершенствована и адаптирована методика оценки потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Интегральная оценка устойчивости геосистем бассейна реки Кенгир к антропогенному воздействию на основе выявления ландшафтообразующих факторов геосистем позволила их дифференцировать на 4 классов, требующих разных подходов при разработке оптимальной структуры природопользования. Составлена карта устойчивости геосистем бассейна реки Кенгир к антропогенному воздействию.*

Zh.O. Ozgeldinova, E.M. Khamzin, Zh.T. Mukaev, A.A. Zhanguzhina,  
Zh.F. Tenkebaeva

## **ESTIMATING THE POTENTIAL SUSTAINABILITY OF GEOSYSTEMS IN CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC IMPACTS (A CASE STUDY OF KENGHIR BASIN)**

**Key words:** basin, landscape, sustainability, anthropogenic impact, geographic information systems.

*Results of estimating geosystems' sustainability in conditions of anthropogenic impacts are presented in this work. The method for assessing the potential sustainability of geosystems in conditions of anthropogenic impact was improved and adapted. Integral assessment of the sustainability of geosystems of Kenghir Basin, Kazakhstan with regard to human impact by identifying landscape factors, allowed the differentiation of geosystems into 4 classes, requiring different approaches to the development of optimal environmental management structures. A map of the sustainability of geosystems to the pool of Kengir river to human impact.*

УДК 504.556

Доктор техн. наук

А. Кенжегалиев<sup>1</sup>  
Д.К. Кулбатыров<sup>1</sup>  
Г. Жаксиева<sup>1</sup>**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАПЫ ИНДЕРСКОГО  
СОЛЕННОГО ОЗЕРА ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ**

**Ключевые слова:** Индерское соленое озеро, физико-химический состав рапы, естественные и техногенные радионуклиды, самодельная ванна.

*Приводятся результаты исследования физико-химического состава воды (рапы) Индерского соленого озера. Установленный состав рассольной воды характеризуется как хлоридно-натриевый [Cl-99,0 мг-экв. %] – [Na+K) 91 мг-экв. %] со слабощелочной реакцией среды (рН –7,28), с минерализацией 379,8522 г/дм<sup>3</sup> и может рассматриваться в качестве бальнеологического для наружного применения в лечебно-профилактических целях.*

*Вода (рапа) Индерского озера и её разбавленные аналоги характеризуются стабильным химическим составом, отвечают требованиям нормативных документов, квалифицируются, как бальнеологические и рекомендуются к использованию для наружных целей в виде ванн, бассейнов, орошения в наивном состоянии.*

Растущие нагрузки эмоционального, технологического, экологического характера на человека в современном мире, с одной стороны, и осознание обществом жизненно важной необходимости оздоровления разными формами и методами, с другой стороны, обострили остроту проблемы формирования системы качественного отдыха и оздоровления в санаторно-курортной сфере, они затрагивают интересы каждого члена и социума в целом [10].

В Послании Первого Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева «Стратегия «Казахстан-2050» здоровье нации рассматривается, как основа успешного будущего. Назарбаев Н.А.

---

<sup>1</sup> НАО «Атырауский университет нефти и газа» им. Сафи Утебаева, г. Атырау, Казахстан

обозначил, что Казахстан станет одним из ведущих евразийских центров санаторно-лечебного туризма [11].

Указом Первого Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 г. № 957 (с изменениями от 25 января 2016 г. № 182) принята Государственная программа развития здравоохранения Республики Казахстан «Денсаулық» на 2016...2019 гг., целью которой является укрепление здоровья населения для обеспечения устойчивого социально-экономического развития страны. Целевым индикатором данной программы является доведение продолжительности жизни граждан Казахстана до 73 лет. В планах действий в системе здравоохранения на ближайшую перспективу предполагается: развитие системы общественного здравоохранения; совершенствование профилактики и управления заболеваниями; повышение эффективности управления и финансирования системы здравоохранения; повышение эффективности использования ресурсов и совершенствование инфраструктуры отрасли.

Статьей 52 Кодекса Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 14.07.2017 г.) [6] предусматривается оказание гражданам, страдающим врожденными и приобретенными заболеваниями, а также последствиями острых, хронических заболеваний и травм, восстановительное лечение и медицинская реабилитация в организациях здравоохранения, а также в санаторно-курортных организациях. Путевки для санаторно-курортного лечения предоставляются гражданам в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан в области здравоохранения и трудовым законодательством Республики Казахстан.

В связи с этим, вызовом современности является повышение качества здоровья, поэтому в общегосударственной системе охраны здоровья населения важное место отводится санаторно-курортному лечению.

Индерское соленое озеро привлекало внимание исследователей очень давно. Впервые обследование Индерского соленого озера производились в 1769 и 1773 гг. П.С. Палласом. Спустя более 160 лет, в 1935 г. к этой проблеме вернулась Центральная научно-исследовательская станция геохимии солей, которая по заданию Главного геологического управления НКТП СССР, которая провела две экспедиции и обследовала соленые озера, расположенные в Западном регионе Казахстана [5, 1, 17].

Целью данной работы было проведение комплексного исследования физико-химического состава рапы Индерского соленого озера (включая естественные и техногенные радионуклиды), которая до сегодняшнего дня самостоятельно применяется населением различных регионов СНГ для оздоровления от различных недугов в летнее время в виде самодельной ванны.

Уровень современного развития курортологии позволяет раскрыть сущность лечебного действия и эффективно применять физико-химические особенности минеральных вод, лечебной грязи, биоклимата в санаторно-курортном лечении и оздоровительном туризме.

Данные многолетних исследований ученых-курортологов России свидетельствуют о том, что питьевые минеральные воды оказывают выраженное благоприятное действие не только при уже существующих заболеваниях человека, но и являются эффективными средствами повышения резервов здоровья и профилактики болезней [9, 14].

Доказано, что воды, содержащие ионы натрия и хлора, оказывают стимулирующее действие на секрецию гормонов гипофиза и коры надпочечников, которые являются основными регуляторами общей резистентности организма, т.е. устойчивости к действию повреждающих факторов самого различного характера [12, 13].

Являясь одним из наиболее динамичных секторов мировой экономики, санаторно-курортная и туристско-рекреационная индустрии оказывают стимулирующее воздействие на развитие ключевых отраслей региона (транспорт и связь, строительство, сельское хозяйство, производство товаров народного потребления), оцениваемое значимым мультипликативным эффектом, который выступает катализатором социально-экономического развития, прямо и косвенно способствует повышению уровня жизни населения.

Индерское озеро входит в число самых крупных озер республики и является уникальным творением природы и человека. Площадь зеркала около 110 км<sup>2</sup>. Форма округлая, слегка вытянутая с северо-запада на юго-восток. Диаметр озера от 10 до 13,5 км (рис. 1).

Борсодержащие воды обладают ярко выраженным биологическим, фармакологическим и токсическим действием [12, 13], могут оказывать противовоспалительное, противоопухолевое и гиполипидемическое (нормализующее жировой обмен) действие. Благодаря тому, что бор

нормализует работу эндокринных желез, он способствует улучшению обмена магния, фтора и кальция – элементов, являющихся основным материалом для «строительства» костей, и тем самым укрепляет и улучшает структуру скелета. Поступление ионов брома в организм усиливает тормозные процессы в центральной нервной системе, повышает порог болевой чувствительности и тем самым оказывает обезболивающее действие. В связи с этим бромные ванны применяют для лечения больных неврозами (с преобладанием явлений раздражения), а также с заболеваниями опорно-двигательного аппарата с болевым синдромом.



*Рис. 1. Космический снимок Индерского соленого озера. 1 – Аксайбулак, 2 – Тлебулак, 3 – Туздыбулак.*

Озеро относится к бессточным водоемам, оно самосадочное, то есть концентрация солей в его водах настолько велика, что возможна их кристаллизация и выпадение в осадок на дно. Вода в таких озёрах именуется рапой. Питание в основном подземное: соляные ключи, которых много у берегов, в литературе встречается, что их количество колеблется от 33 до 80 [3, 11, 16]; также талые и дождевые воды весной.

Присутствие сероводорода в воде и особый черный ил по берегам источника, славящийся среди населения своими целебными свойствами, говорит за то, что эта грязь аналогична с бальнеологической точки зрения известным Танакским грязям (Астраханская область РФ).

По периметру озера можно увидеть «ванночки», где люди принимают водные и грязевые процедуры (рис. 2).

Соли Индерского озера можно использовать для оборудования галокамеры в составе лечебно-курортного комплекса. Механизм

лечебного действия галокамеры основывается на лечебных свойствах сухого соляного аэрозоля, отрицательно заряженных аэроионов и гидроаэроионов морской соли [3, 15]. Отрицательные ионы, попав в дыхательные органы человека, вызывают раздражение мерцательного эпителия, выстилающего дыхательные пути и раздражение нервных окончаний в легких, а также частично проникают через стенки легочных альвеол в кровь и таким образом оказывают действие на весь организм.

В таблице представлены физико-химические показатели рапы Индерского соленого озера. Анализ данной таблицы показывает, что микроэлементы представлены марганцем, цинком, медью и др. Их содержание не превышает средний распространенности химических элементов в минеральных водах [4, 7]. Состав рассольной воды характеризуется, как хлоридно-натриевый [Cl-99,0 мг-экв. %] – [Na+K] 91 мг-экв.%, со слабощелочной реакцией среды (рН – 7,28) и минерализацией 379,8522 г/дм<sup>3</sup>.



Рис. 2. Самодельные ванночки у русла Туздыбулак.

Таблица

Физико-химические показатели рапы Индерского соленого озера

Показатели	Размер- ность	Норма для минеральной воды	Исследован-ный образец рапы
Реакция среды	рН	7,0...9,0	7,28
Аммоний NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	г/дм <sup>3</sup>		<0,00005
Натрий Na <sup>+</sup>	г/дм <sup>3</sup>		133,1940
Калий K <sup>+</sup>	г/дм <sup>3</sup>		5,6
Магний Mg <sup>2+</sup>	г/дм <sup>3</sup>		6,6323
Кальций Ca <sup>2+</sup>	г/дм <sup>3</sup>		1,1334
Стронций Sr <sup>2+</sup>	г/дм <sup>3</sup>	7,0**	0,055
Барий Ba <sup>2+</sup>	г/дм <sup>3</sup>		0,034
Железо общее Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup>	г/дм <sup>3</sup>		<0,00005
<b>Сумма</b>			<b>146,6521</b>

Показатели	Размерность	Норма для минеральной воды	Исследованный образец рапы
Фтор	г/дм <sup>3</sup>		0,0006
Хлор	г/дм <sup>3</sup>		230,49
Бром	мг/дм <sup>3</sup>		240,0
Йод	мг/дм <sup>3</sup>	25,0**	4,2
Сульфат	г/дм <sup>3</sup>	5,0**	0,2258
Гидрокарбонат	г/дм <sup>3</sup>		1,9526
Гидрофосфат	г/дм <sup>3</sup>		0,000012
Нитрат	г/дм <sup>3</sup>	45,0**	<0,0005
Нитрит	г/дм <sup>3</sup>	2,0**	<0,0005
<b>Сумма</b>			<b>232,9138</b>
Борная кислота	мг/дм <sup>3</sup>	35,0*	283,9
Кремниевая кислота	мг/дм <sup>3</sup>	50,0*	0,0030
Минерализация	г/дм <sup>3</sup>	15,0-45,0*	379,8522
<b>Микроэлементы</b>	<b>мг/дм<sup>3</sup></b>	<b>ПДКК** не более</b>	
Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	0,5**	0,000025
Ванадий	мг/дм <sup>3</sup>	0,0	
Никель	мг/дм <sup>3</sup>	0,00	<0,000001
Хром	мг/дм <sup>3</sup>	0,001**	<0,000001
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,000	0,00160
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,000	<0,000005
Медь	мг/дм <sup>3</sup>		<0,000001
Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	0,01**	<0,000001
Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	0,1**	<0,000003
Селен общий	мг/дм <sup>3</sup>	0,001**	0,00005
Кобальт	мг/дм <sup>3</sup>		<0,000001
Ртуть	мг/дм <sup>3</sup>	0,005**	<0,000003
<b>Естественные радионуклиды *</b>		Н по ГОСТ 30108/НРБ-99	
Радон	нКи/дм <sup>3</sup>	100 нКи/дм <sup>3</sup> *** (3700 Бк/дм <sup>3</sup> )	14±11
Уран	г/дм <sup>3</sup>	8,8 Бк/дм <sup>3</sup> (2,4·10 <sup>-7</sup> Ки/дм <sup>3</sup> )	—
Радий	г/дм <sup>3</sup>	54 Бк/дм <sup>3</sup> (1,44·10 <sup>-9</sup> Ки/дм <sup>3</sup> )	—
<b>Техногенные радионуклиды *</b>	Бк/кг	Не выше ПДУ	
Цезий	Бк/кг	8,0 Бк/кг	Не опр.
Стронций	Бк/кг	8,0 Бк/кг	Не опр.
Полоний	Бк/кг		<0,002
Общая альфа частица	Бк/кг	0,1 Бк/кг	0,36±0,51
Общая бета частица	Бк/кг	1,0 Бк/кг	0,30±0,08
<b>Органические вещества</b>			
С органических нелетучих соединений	мгС/дм <sup>3</sup>	5,0*...20,0**	—
Окисляемость перманганатная	мгО/дм <sup>3</sup>		—
<b>Фракционный состав</b>	мг/дм <sup>3</sup>		
Битумы нейтральные	мг/дм <sup>3</sup>		1,4
Битумы кислые	мг/дм <sup>3</sup>		1,8
Гумусовые вещества	мг/дм <sup>3</sup>		8,8

Показатели	Размерность	Норма для минеральной воды	Исследованный образец рапы
<b>Сумма фракций</b>	мг/дм <sup>3</sup>		<b>12,0</b>
Фенолы	мг/дм <sup>3</sup>	0,0001**	<0,0005
Ароматические углеводороды	мг/дм <sup>3</sup>		–
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>		0,0005

*Примечания:* \*15 г/дм<sup>3</sup> – бальнеологические минеральные воды, содержащие биологические активные компоненты: бром, йод, сероводород, углекислоту, кремнекислоту; \*\*ПДКК – Предельно допустимая концентрация компонента для питьевых минеральных вод, в мг/дм<sup>3</sup> (массовая концентрация этих компонентов не должна превышать указанных в таблице значений); \*\*\* по НРБ-99 – предельное годовое поступление (111 Пни Бк/год) с учетом объема выпитой минеральной воды на курс лечения.

Вода (рапа) Индерского озера относится к рассольным бромным, борным природным поверхностным водам хлоридно-натриевого состава с повышенным содержанием органических веществ, и может рассматриваться в качестве бальнеологической для наружного применения как в лечебно-профилактических целях в виде ванн, бассейнов, орошении, так и при разбавлении, при условии санитарно-бактериологического благополучия воды и водозабора, в соответствии с медицинскими показаниями при соответствующей температуре.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеденов К.М., Абишева С.Х., Петрищев В.П., Петрищева Н.В. Гидрохимическое исследование соленых озер Прикаспийской низменности // Вопросы географии и геоэкологии. – № 1. – 2016. — С. 57-63.
2. Ахмеденов К.М., Нугманова М.Д., Искалиев Д.Ж. Родники Индерского солянокупольного района Прикаспийской низменности // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2013. – №2. – С.41-46.
3. Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Кошим А.Г. Индерского солянокупольного района Прикаспийской низменности // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2016. – №1. – С.4-9.
4. Войткевич Г.В. Основы геохимии. – М.:Высшая школа, 1976. – С. 136-137.
5. Диаров М.Д., Калачева В.Г., Мещеряков С.В. Природные богатства Индера и их использование. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1981. – 136 с.
6. Кодекс Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 14.07.2017 г.).

7. Олефиренко В.Т. Водотеплолечение. Монография. – М.: Медицина, 1986, 288 с.
8. Петрищев В.П., Ахмеденов К.М. Материалы к созданию национального парка «Индер» в Западном Казахстане // Ученые записи. – 2017. – № 47.– С.187–192
9. Полушина Н.Д. Превентивная курортология (теоретические и прикладные аспекты, перспективы). / Н.Д. Полушина, В.К. Фролков, Л.А. Ботвинева // Пятигорск, 1997. – 225 с.
10. Стенограмма заседания Президиума Государственного совета «О мерах по повышению инвестиционной привлекательности санаторно-курортного комплекса в Российской Федерации» / Белокуриха, 26 августа 2016 года.
11. Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 957 (с изменениями от 25 января 2016 года № 182) «Об утверждении Перечня государственных программ».
12. Физическая и реабилитационная медицина: национальное руководство / под. ред. Г.Н. Пономаренко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 685 с.
13. Френкель И.Д. Общие закономерности действия на организм лечебных физических факторов // Вопросы курортологии, физиотерапии лечебной физкультуры. – 1987. – № 5. – С. 5-9.
14. Фролков В.К. Длительность курсового воздействия природных факторов и их лечебно-профилактическая эффективность // Вестник восст. мед. – 2008. – №2 (24). – С. 11-13.
15. Червинская А.В. Инновационная технология галотерапии в профилактической и реабилитационной медицине // Матер. третьего междунар. конгресса «Современные технологии реабилитации, санаторно-курортного лечения и оздоровления работающего населения, профессиональных больных и пострадавших от несчастных случаев на производстве», 17-19 октября 2011 года. – Сочи, 2011. – С. 295-298.
16. Электронный ресурс:  
[http://www.akorda.kz/ru/official\\_documents/strategies\\_and\\_programs](http://www.akorda.kz/ru/official_documents/strategies_and_programs)
17. Электронный ресурс: <https://www.drive2.ru/c/453487524636000794/>

Поступила 12.11.2019

**ИНДЕР ТҰЗДЫ КӨЛІНІҢ ТҰЗДЫ ЕРТІНДІСІН (РАПА)  
РЕКРАЦИЯЛЫҚ МАҚСАТТА ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІГІ**

**Түйін сөздер:** Индер тұзды көлі, тұзды ертіндінің (рапа) физикалық-химиялық құрамы, табиғи және техногенді радионуклидтер, қолдан жасалған ванна.

*Мақалада Индер тұзды көлі суының (тұзды ертіндісінің) физико-химиялық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Тұзды ертінді суының құрамы хлорлы-натрийлі [Cl-99,0 мг-экв. %] – [Na+K] 91 мг-экв.%], әлсіз сілтілі оралы реакциялы (pH-7,28), минералдылығы 379,8522 г/дм<sup>3</sup> және сыртқы қолдануға арналған бальнеологиялық ауруды емдеу-алдыналу мақсатында қолдану мүмкіндігі екендігі анықталды.*

*Индер көлі суы (тұзды ертіндісі) және оның сұйылтылған баламалары тұрақты химиялық құрамымен сипатталып, нормативтік құжаттардың талаптарына сай келіп, бальнеологиялық ретінде танылып және сыртқы қолдану үшін ванналарда, бассейндерде, қарапайым күйде пайдалануға ұсынылады.*

A. Kenzhegaliyev, D.K. Kulbatyrov, G. Jaksieva

**THE POSSIBILITY OF APPLYING THE BRINE INDER SALT LAKE  
FOR RECREATIONAL PURPOSES**

**Keywords:** Inder Salt Lake, brine physical and chemical composition, natural and man-made radionuclides, homemade bath

*The article presents the results of a study of the physical and chemical composition of the Inder Salt Lake water (brine). The composition of water is characterized as sodium chloride [Cl-99,0 mg-EQ. %]- [Na+K] 91 mg-EQ.%], slightly alkaline reaction medium (pH – 7,28), with mineralization 379,8522 g/dm<sup>3</sup> and can be considered as balneological for external use in therapeutic and prophylactic purposes.*

*Water (brine) Inder Lake and its diluted analogues is characterized by a stable chemical composition, meets the requirements of regulations, qualified as a balneological and is recommended for use for outdoor purposes in the form of baths, basins, irrigation in naive state.*

УДК 556.5

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

Г.К. Казбекова<sup>1</sup>  
Н. Жалгасулы<sup>2</sup>  
Г.П. Метакса<sup>2</sup>  
Д.М. Казбеков<sup>3</sup>

### ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВОДНЫХ КЛАСТЕРОВ

**Ключевые слова:** моделирование, кластер, вода, электросопротивление, граница раздела, структура, фокусировка, спектр, воздействие, отклик.

*В представленной работе приведены экспериментальные данные, подтверждающие существования водных кластеров. Данная работа посвящена экспериментальным доказательствам существования в воде более крупных образований, чем ее молекула. Этот экспериментальный факт свидетельствует о том, что водные кластеры по-разному структурируются под действием анизотропной границы раздела, заставляющей их менять поверхностное натяжение путем согласования различных элементов структуры.*

Первые упоминания о структурировании молекул воды относятся к тем временам, когда начали исследовать водные растворы [1]. В этих работах показано, что вода способна образовывать соединения с рядом веществ, находящихся при обычных условиях в газообразном состоянии и не обладающих химической активностью. Такие соединения образуются в результате заполнения молекулами газа межмолекулярных полостей, имеющих в структуре воды, и называются соединениями включения или кеатратами. Кеатраты являются неустойчивыми соединениями и могут существовать при низких температурах.

Современные исследователи [4, 2] считают, что вода способна образовывать различные структуры в зависимости от способов ее обработки.

<sup>1</sup> Актюбинский университет им С. Баишева, г. Актобе, Казахстан

<sup>2</sup> Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup> ТОО «ЭкоЭкспресс Актобе», г. Актобе, Казахстан

При этом отсутствуют экспериментальные данные, позволяющие выявить механизм их появления. Поэтому данная работа посвящена экспериментальным доказательствам существования в воде более крупных образований, чем ее молекула.

Для проведения экспериментальных замеров был выбран метод измерения электрического сопротивления воды в цилиндрической кювете диаметром  $\varnothing 93 \times 16$  мм. Так как метод замера электросопротивления является структурно-чувствительным, то оценивали ее структурные изменения для воды двух разновидностей: дистиллированной и активированной (пропущенной через преобразователь Н. Тесла).

В качестве точек замера использовали взаимно-перпендикулярные ориентировки, соответствующие субширотным и субмеридиональным направлениям. Для оценки возможностей самофокусировки делали замеры между центром кюветы и ее бортом. Часть замеров выполняли с измененной границей раздела «вода – воздух», т.е. наносили на поверхность углеродную (графитную) пленку наномолекулярной толщины, которая обладает анизотропными свойствами. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Экспериментальные значения электросопротивления для дистиллированной и активированной воды в зависимости от концентрации ПАВ

Концентрация, %	Ориентировка точек замера	Электросопротивление дистиллированной воды, ком	Электросопротивление активированной воды, ком
<b>Исходное состояние</b>			
100% H <sub>2</sub> O	север-юг	610 → 570	49 → 50
	запад-восток	610 → 550	44 → 50
	центр-борт	500 → 460	51 → 57
<b>С графитовой пленкой</b>			
0,1 С	север-юг	35 → 125	21 → 65
	запад-восток	22 → 53	34 → 50
	центр-борт	51 → 80	24 → 52
1,0 С	север-юг	62 → 103	31 → 65
	запад-восток	112 → 170	34 → 50
	центр-борт	45 → 126	24 → 52
3,0 С	север-юг	80 → 142	58 → 73
	запад-восток	195 → 128	46 → 60
	центр-борт	104 → 175	90 → 67
5%	север-юг	189 → 210	83 → 102
	запад-восток	185 → 490 смена полярности	107 → 130
	центр-борт	250 → 1000	84 → 96
С- 100%	север-юг	1000	8,3 → 9,8
	запад-восток	1000	5,0 → 5,1
	центр-борт	—	3,5 → 4,0

Из представленной таблицы видно, что в исходном состоянии дистиллированная вода имеет высокое электрическое сопротивление и практически не реагирует на изменения положения измерительных электродов.

При этом в ходе замеров отмечается присутствие волнового процесса, выражающегося в плавном убывании показаний омметра до определенной величины, а затем возрастании до определенного предела. Такой же автоволновый процесс характерен и для активированной воды, но начальная его фаза сопровождается возрастанием показателя электросопротивления, которое на порядок меньше, чем в предыдущем случае. Кроме того, резко выражена склонность к самофокусировке, т.е. уменьшение интервала между измерительными электродами приводит к росту показателя, что находится в противоречии с классическим законом Ома.

Зная, что граница раздела фаз обладает свойствами разделяемых ею фаз, было изменено поверхностное натяжение воды с помощью графитовой пленки, которая, как известно, обладает слоистой структурой ввиду различия размера ее частиц в поперечном и продольном направлениях. Так из табл. 1 видно, что анизотропная графитовая пленка резко изменила показатели электросопротивления у всех видов воды, при этом вода приобрела особую чувствительность к ориентировке по отношению к направлению суточного вращения (субширотное). Наиболее значительная разница отмечается для дистиллированной воды, где при одинаковом расстоянии между измерительными электродами показатели отличаются почти вдвое. Так проявляет себя способность поляризации анизотропных частиц графитовой пленки. Способность к самофокусировке также различна для обеих флюидов. Для системы «дистиллированная вода – графит» она почти вдвое выше, чем у активированной воды.

Этот экспериментальный факт свидетельствует о том, что оба флюида по-разному структурируются под действием анизотропной границы раздела, заставляющей их менять поверхностное натяжение путем согласования различных элементов структуры.

Изменение концентрационных соотношений между графитом и водой приводит к возрастанию показателя в обоих случаях. При этом автоволновые процессы присутствуют при всех замерах. Исключением является замер дистиллированной воды при концентрации углерода  $\approx 5\%$ , где при субширотном направлении замеров выявилась смена полярности (изменился знак на приборе) и для этого автоволнового процесса показатели его могут меняться от 490 ком до (-)40. Кроме того, в этом случае резко (в  $\approx 2$  раза) возросла склонность к самофокусировке, что предполагает возникновение новых структур предпочтительно спиралевидных. Та же пленка без

воды, полученная путем испарения флюида, имеет высокое сопротивление в случае испарения подложки из дистиллированной воды, а другая пленка приобрела структуру активированной воды. Была зафиксирована значительная разница в показаниях в зависимости от ориентации измерительных электродов. Эффект самофокусировки в этом случае незначителен.

Полученные экспериментальные факты свидетельствуют о том, что замеры электрического сопротивления флюидов в разных состояниях дают представление об изменениях структуры под действием измерительного напряжения. Так как обнаружена их зависимость от концентрации и положения измерительных электродов, то можно предположить, что это является следствием взаимодействия присутствующих в воде элементов структуры, существенно отличающейся от молекулярного уровня рассмотрения. Для понимания механизма взаимодействия уместно провести анализ поведения частиц под воздействием статических зарядов.

Информация о расчетных и замеренных значений экранирующих зарядов для первых двух периодов таблицы Д.И. Менделеева приведена в табл. 2 [3].

Таблица 2

Величины экранирующих зарядов в зависимости от количества структурных элементов N [3]

Расчетные, эВ		Экспериментальные, эВ	Ошибка, %
пределы изменения	средние		
0	0	0	0
0,5...0,75	0,625	0,628	0,5
1,6...1,713	1,656	1,637	1,1
1,914...2,44	2,177	2,199	1,0
3,155	3,155	3,163	0,3
3,837	3,837	3,835	0,1
4,522	4,522	4,509	0,3
5,328	5,328	5,345	0,3
6,131	6,131	6,062	1,1
6,935	6,935	6,76	2,5

Несмотря на приближенный учет, только электростатических взаимодействий в зависимости от количества элементов в возникающей структуре, полученные значения величин экранирующих зарядов дают представление о скачкообразном изменении свойств с ростом числа компонентов структуры.

Скачкообразное изменение электрического потенциала в низкочастотном диапазоне записали с помощью аналогового цифрового преобразо-

вателя АЦП-2. Для сравнения первый замер выполнен для оценки состояния воздуха, как основной границы раздела фаз (рис. 1а). Здесь видны возмущения, не превышающие 0,02 В вблизи 18...25 Гц.



Рис. 1а. Изменение напряженности (В) между электродами в воздухе в зависимости от частоты (Гц).

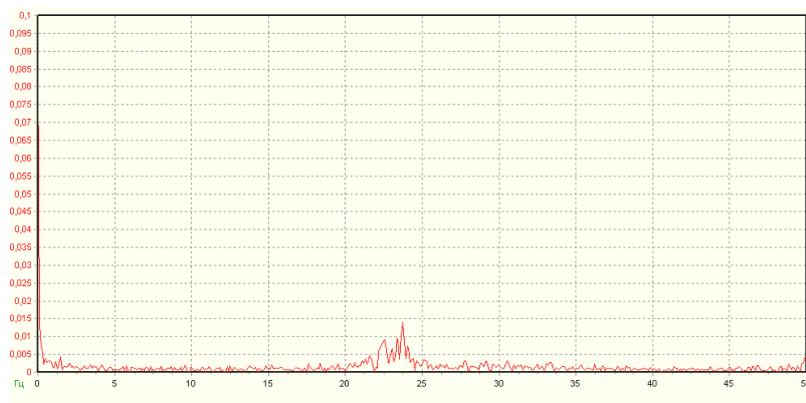
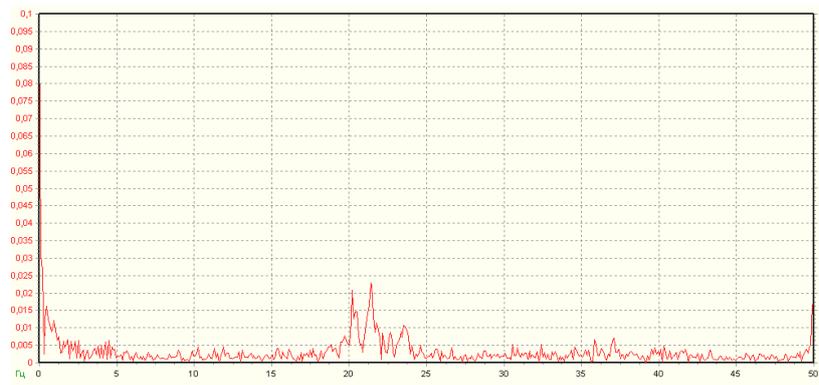


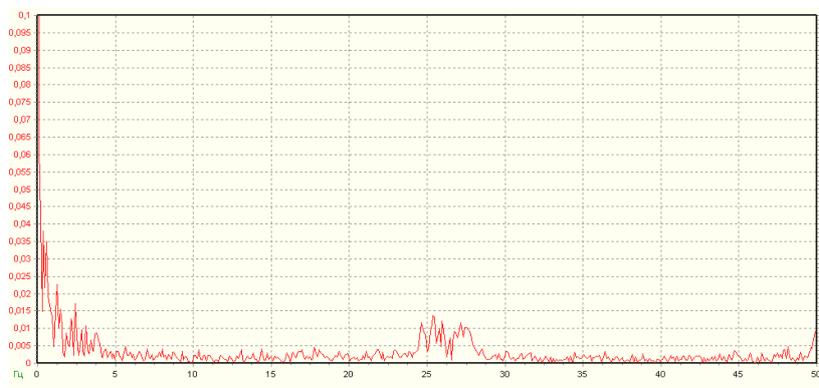
Рис. 1 б. Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы на север- юг) в зависимости от частоты (Гц).

Субмеридиональный замер (рис. 1б) в дистиллированной воде показал значительный всплеск потенциала (0,032 В) в низкочастотной области ( $\approx 1$  Гц) и вдвое изменил наводку со стороны воздушной границы раздела. В субширотном направлении низкочастотный потенциал вырос почти вдвое и появился дополнительный всплеск вблизи 2 и 3 Гц (рис. 1в).

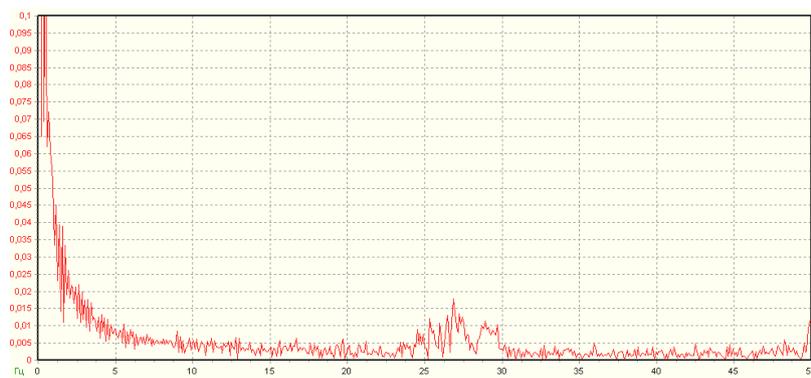


*Рис. 1в. Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы на запад - восток) в зависимости от частоты (Гц).*

Наибольшие значения потенциала (более 0,1 В) характерны для замеров, характеризующих эффекты самофокусировки (рис. 1г, д).



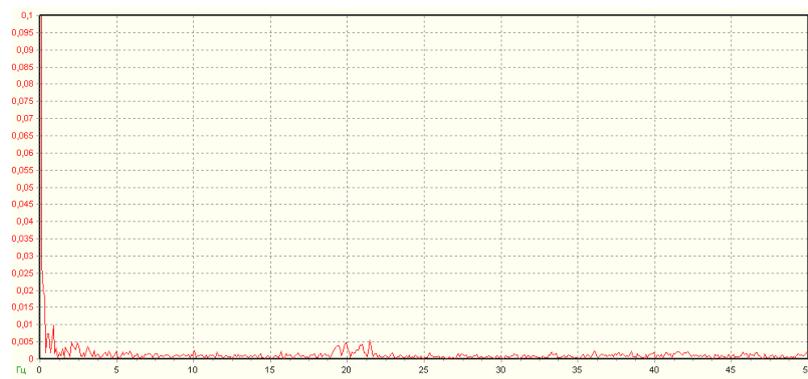
*Рис. 1г. Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы на центр - запад) в зависимости от частоты (Гц).*



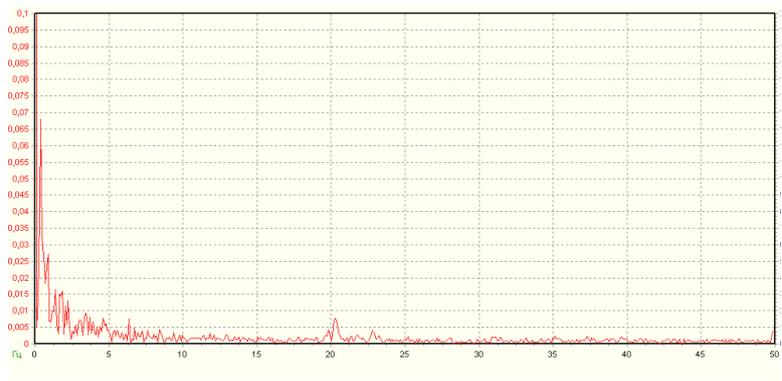
*Рис. 1д. Изменение напряженности (В) дистиллированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы на центр - север) в зависимости от частоты (Гц).*

Здесь броски напряжения имеют наибольшую величину и проявляют себя на низких частотах (0,1...3 Гц), что может означать проявление неоднородностей элементов структуры, имеющих разный размер. Кроме того, субмеридиональная ориентировка электродов богаче по спектральному составу и абсолютной величине всплесков потенциала, что может свидетельствовать о появлении структур спирального строения.

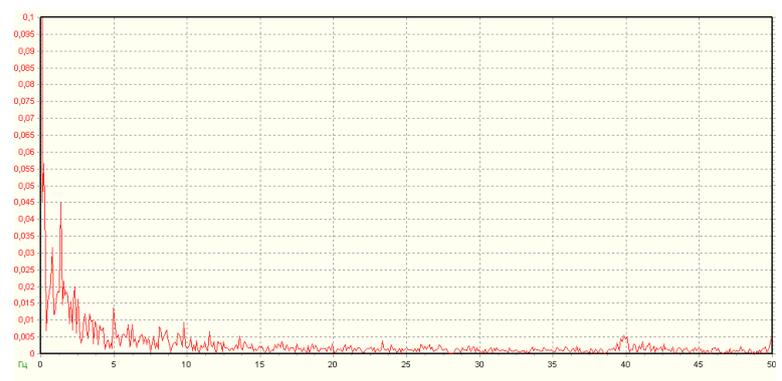
Активированная вода (рис. 2а, 2б, 2в, 2г, 2д) показывает другие результаты, как по спектру автоволновых колебаний, так и по абсолютной величине скачков потенциала.



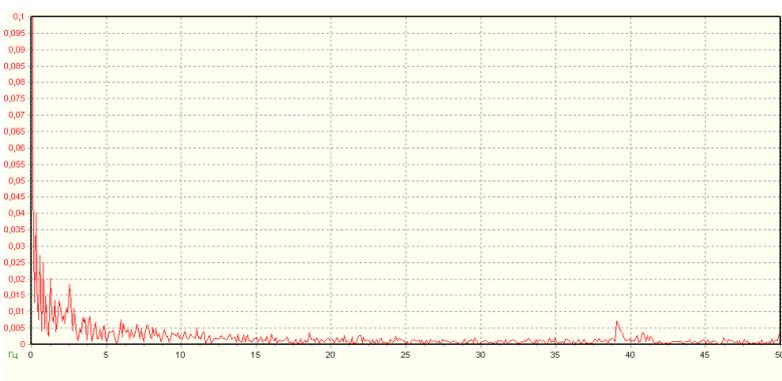
*Рис. 2а. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы на север - юг) в зависимости от частоты (Гц).*



*Рис. 2б. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы на запад - восток) в зависимости от частоты (Гц).*



*Рис. 2в. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы на центр - запад) в зависимости от частоты (Гц).*



*Рис. 2г. Изменение напряженности (В) активированной воды с графитовой пленкой в измерительной кювете (электроды ориентированы: центр - север) в зависимости от частоты (Гц).*

Кроме того, практически исчезает влияние средних частот со стороны воздушной фазы. Наибольший потенциал ( $\approx 0,068$  В) характерен для субширотного положения электродов на частоте около 1 Гц, при этом для этого же направления возрастает склонность к самофокусировке (рис. 2в). Здесь ясно выражены максимумы вблизи 0,3; 1,5 и 3 Гц, что свидетельствует о появлении более чем 3-х типов структур с разной пространственной ориентацией.

Совокупность полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Метод замера электрического сопротивления во флюидосодержащих средах в зависимости от ориентации измерительных электродов и концентрационных соотношений отражает структурное состояние воды.

2. Появление автоволновых колебаний при замерах электросопротивления является признаком изменения структуры воды, что обуславливает скачкообразное изменение свойств в зависимости от количества частиц образовавшейся структуры.

3. Изменение спектрального состава при измерении скачков потенциала отражает пространственное расположение образующихся структур и их масштабные соответствия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 1974. – 728 с.
2. Канарев Ф.М. Вода – новый источник энергии. – Краснодар., КГАУ. – 2000. – 155с.
3. Протодяконов М.М. Свойства породообразующих минералов и их электронное строение. – М., Недра, 1965. – 88 с.
4. Kanarev Ph.M. The Role of space and time in scientific of the World // Galilean Electrodina mics. – 1992. – V.3. – № 6. – P. 106-108.

Поступила 04.11.2019

Техн. ғылым. канд.  
Техн. ғылым. докторы  
Техн. ғылым. докторы

Г.К. Казбекова  
Н. Жалгасулы  
Г.П. Метакса  
Д.М. Казбеков

## СУ КЛАСТЕРІНІҢ ПАЙДА БОЛУЫ ҮРДІСТЕРІН ФИЗИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

**Түйін сөздер:** модельдеу, кластер, су, электркедергі, шекара, бөлім, құрылым, анықтау спектр, әсер ету, жауап беру.

*Ұсынылған жұмыста су кластерлерінің болуы туралы эксперименттік мәліметтер келтірілген. Бұл жұмыс су құрамында оның молекуласына қарағанда аса ірі түзілімдердің бар екендігінің тәжірибелік дәлелдеуге арналған. Бұл тәжірибе құрылымның әр түрлі элементтерінің беттік керілуін өзгертуге мәжбүрлейтін анизатропты бөлім шекараларының әсерінен су кластерлерінің құрылымының әр түрлі жағдайда түзілетіндігін көрсетеді.*

G.K. Kazbekova, N. Zhalgassuly, G.P. Metaksa, D.M. Kazbekov

## PHYSICAL MODELING OF APPLICATION PROCESSES WATER CLUSTERS

**Keywords:** modeling, cluster, water, electrical resistance, interface, structure, focusing, spectrum, impact, response

*Experimental data on the existence of water clusters were provided in the given work. The work is devoted to experimental evidence of the existence of larger formations in water than its molecule. This experimental fact produces evidence that water clusters are differently structured under the influence of anisotropic interface, forcing them to change the superficial tension through aligning different elements of the structure.*

УДК 556.166/167; 556.06

Канд. географ. наук

А.Г. Чигринец<sup>1</sup>А.Р. Жансыкпаев<sup>1</sup>**МИНИМАЛЬНЫЙ СТОК РЕК В БАССЕЙНАХ РЕК УЛЬБИ И ОБЫ**

**Ключевые слова:** река, летне-осенняя межень, зимняя межень, минимальный сток, норма стока, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, тренд, долгосрочный прогноз.

*Исследованы закономерности формирования минимального стока в бассейнах рек Ульби и Обы в условиях Казахстанского Алтая. Используются имеющиеся материалы многолетних наблюдений за среднемесячными расходами и суточными минимальными расходами воды основных рек исследуемого района на гидрологической сети РГП "Казгидромет" по 2015 г. включительно. Проведен анализ и реконструкция рядов наблюдений с приведением к расчетному репрезентативному периоду 1933...2015 гг. Определены количественные характеристики минимальных месячных и суточных расходов воды летне-осенней и зимней межени в среднем за многолетний период. Проанализированы ошибки расчета нормы и коэффициента вариации минимального стока. Ошибки расчета находятся в пределах допустимых значений. Средняя ошибка расчета нормы минимального стока составила  $\pm 4,0$  %, а коэффициента вариации  $C_v \pm 3,4$  %.*

*Получены минимальные месячные и минимальные суточные расходы летне-осенней и зимней межени различной обеспеченности. Используя динамику минимального стока, осредненного по скользящим десятилетиям для основных рек бассейнов рек Ульби и Обы за последний 42-летний период (1974...2015 гг.) выявлены тренды и получены уравнения регрессии, использованные для долгосрочного прогнозирования изменений минимального месячного стока летне-осенней и зимней межени до*

---

<sup>1</sup>КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан.

*2030 и 2040 гг. Приведены прогнозные изменения минимального месячного стока основных рек в бассейнах рек Ульби и Обы..*

**Введение.** Казахстан относится к числу стран, испытывающих достаточно острый дефицит в водных ресурсах. По данным Комитета по водным ресурсам РК, в настоящее время на каждый квадратный километр его площади приходится менее 40 тыс. м<sup>3</sup> речного стока в год. Кроме того, этот сток очень неравномерно распределен во времени. На летне-осенний и зимний меженный период приходится очень мало речной воды, поэтому острее ощущается именно маловодье. Если же последует целая группировка маловодных лет, то положение может стать катастрофичным. Такое уже имело место в крайне маловодные 30-е годы 20-го столетия.

Сокращение и загрязнение имеющихся речных водных ресурсов оказывает непосредственное влияние на экономическое и социальное благосостояние населения страны. Наблюдающийся рост водопотребления с одновременным сокращением водных ресурсов обусловлены рядом факторов: устойчивым развитием всех отраслей сельскохозяйственного и промышленного производства, увеличением заборов воды на хозяйственно-бытовые и производственные нужды; а также неблагоприятные климатические тенденции, связанные с глобальным изменением климата. Все это требует регулярного уточнения гидрологических характеристик стока рек, в том числе минимального. В основе актуальности данной работы – проведение уточнения гидрологических характеристик минимального стока основных рек, как одного из лимитирующих факторов при использовании воды крупнейших правобережных притоков р. Ертис – рр. Ульби и Обы.

**Район исследования.** Районом исследований являются бассейны рек Ульби и Обы Казахстанского Алтая. Горы Восточного Казахстана – это периферийная часть Алтая. От высшей точки горного массива г. Белухи (4620 м) в северо-западном направлении протянулась непрерывная сеть хребтов Западного Алтая с высотами до 2200...2800 м. Это хребты – Листвяга, Холзун, Коксуйские горы, Тигирецкий. С запада примыкает сложная система периферийных гряд и горных массивов, в частности, хребты Ульбинский, Ивановский, Оба с высотами до 2800 м. Хребты имеют западное и юго-западное простирание, покрыты лесом и благоприятно ориентированы к направлению преобладающего влагопереноса. С

хребтов Западного Алтая берут начало самые многоводные правобережные притоки Ертиса – Буктырма, Ульби и Оба.

Река Ульби образуется слиянием рек Тихая ( $L= 25$  км,  $F= 681$  км<sup>2</sup>) и Громотуха ( $L= 34$  км,  $F= 451$  км<sup>2</sup>), которые берут начало в Ивановском и Убинском хребтах (Рудный Алтай). Река Тихая берет начало юго-восточнее г. Теснинский Белок и образуется слиянием рек Журавлиха и Филипповка. Протекает по северной окраине города Риддер. Река Громотуха берёт свое начало с южного склона Ивановского хребта и северо-западного склона Ульбинского хребта от многочисленных рек и ручьев, основные из которых – Правая и Левая Громотуха. В верхнее течение реки Левая Громотуха перебрасывается часть стока реки Малая Ульба, в верховьях которой в 1936 году было создано Малоульбинское водохранилище с объём – 87,7 млн. м<sup>3</sup>. В нижнем течении на реке размещены Хариузовская и Тишинская ГЭС Лениногорского каскада.

В районе города Усть-Каменогорск р. Ульби впадает в реку Ертис, являясь её правым притоком. Длина реки 100 км, площадь водосбора 4990 км<sup>2</sup> [9]. Среднегодовой расход за последний 42-летний период (1974...2015 гг.) составляет 91,2 м<sup>3</sup>/с.

Река Оба – один из самых полноводных правобережных притоков р. Ертис, образуется от слияния рек Ак Оба ( $L= 58$  км,  $F= 806$  км<sup>2</sup>) и Кара Оба ( $L= 70$  км,  $F= 691$  км<sup>2</sup>), берущих начало с Коргонских Белков в зоне вечных снегов. Верховья ее с северо-востока и с запада сжаты Тигирецким, Коксуйским и Убинским хребтами. Наиболее крупные притоки – рр. Бол. Чесноковка ( $L= 14$  км,  $F= 141$  км<sup>2</sup>), Становая Оба ( $L= 24$  км,  $F= 717$  км<sup>2</sup>), Белопорожная Оба ( $L= 51$  км,  $F= 590$  км<sup>2</sup>), Мал. Убинка ( $L= 45$  км,  $F= 1610$  км<sup>2</sup>). Длина реки 278 км, площадь водосбора 9850 км<sup>2</sup> [8]. Среднегодовой расход за последний 42-летний период (1974...2015 гг.) составляет 165 м<sup>3</sup>/с.

Свой сток реки и их основные притоки формируют на территории Казахстанского Алтая, имеющего высокую увлажненность и горный, сильно пересеченный рельеф. Эти факторы обуславливают наибольшие в Восточном Казахстане густоту речной сети и слой стока [8]. В бассейне рек Ульби и Обы формируется до 25 % (8,31 км<sup>3</sup>) местных водных ресурсов.

Наблюдения за гидрологическим режимом на расчетных постах основных рек исследуемого района ведутся уже в течение достаточно продолжительного периода времени. Так, на р. Ульби – с. Ульби Перева-

лочная – в течение 83 лет (с 1931 г. по 2015 г.), на р. Оба – г. Шемонаиха – в течение 62 лет (с 1954 г. по 2015 г.). Всего на исследуемой территории к расчетам приняты данные девяти постов, действовавших в разные периоды для наблюдений за стоком воды.

**Исходные данные и методы исследования.** Гидрологический режим, сток воды рек в горных условиях освещены данными наблюдений, имеющихся гидрометрических створов, расположенных на исследуемых водотоках у нижней границы зоны формирования стока, при выходе рек из гор.

Все гидрологические характеристики для расчетных створов были получены с применением методов гидрологической аналогии, интерполяции, экстраполяции, математической статистики.

В работе были использованы данные наблюдений, проводившихся на стационарной сети гидрологических постов РГП "Казгидромет" в бассейне рр. Ульби и Обы [4...7, 10...12].

При освоении горных водосборов необходимы сведения о режиме минимальных расходов, как лимитирующего фактора использования местных водных ресурсов. Это важно и для устойчивого функционирования имеющихся гидротехнических сооружений.

**Водный режим.** Основными факторами формирования минимального стока рек исследуемого района являются: прежде всего рельеф, климатические условия, геологические, гидрогеологические и другие особенности речных бассейнов. С изменением абсолютной высоты местности изменяются климатические характеристики и факторы подстилающей поверхности, и как следствие – условия питания рек. Если в высокогорных районах в питании рек наиболее существенную роль играет современное оледенение, то в среднегорном и низкогорном поясах значительно возрастает роль сезонного снежного покрова, жидких осадков и грунтовых (подземных) вод.

Разнообразие климатических и других природных факторов обуславливает особенности водного режима рек исследуемых бассейнов рр. Ульби и Обы. В первую очередь это летне-осенняя и зимняя межень.

Минимальные расходы воды формируются за счет грунтового питания, поэтому зимние минимумы, как правило, меньше летних в связи с постепенным уменьшением грунтового питания. За летне-осеннюю межень принимается период низкого стока с отсутствием или наличием паводков, если величина объема каждого из них не превышала 15 % величины объема стока от начала межени до конца рассматриваемого паводка [8].

В теплый период года большинство рек рассматриваемой территории имеют сток. На непересыхающих реках летне-осенняя межень устойчивая, с редкими дождевыми паводками. На реках низкогорно-предгорных районов Алтая паводки бывают довольно часто [8].

Наступление начала межени на реках зависит в основном от высоты водосбора и смещается к более поздним срокам с продвижением по территории с запада на восток. В низкогорной зоне и в предгорьях начало межени приходится на июнь-июль, в среднегорной зоне – на июль-первую декаду августа, в высокогорной (выше 1800 м) – на август-начало сентября. Окончание летне-осенней межени в основном наблюдается в октябре, реже – в первой половине ноября. Наиболее длительная межень наблюдается у рек низкогорной зоны. До высоты 1000 м продолжительность ее составляет в среднем около 100 дней. Выше продолжительность межени постепенно сокращается и до высоты 1800 м составляет 60...80 дней; самые короткие периоды межени наблюдаются на высотах 2500...2800 м. Межень в период открытого русла носит в основном устойчивый характер.

Продолжительность зимней межени определяется в основном высотным положением бассейна реки. На реках низкогорно-предгорных районов зимняя межень продолжается в среднем 140...150 дней (с ноября по март), а на реках высокогорных районов продолжительность ее достигает 200 дней. На большинстве рек зимняя межень устойчива. Некоторые реки правобережья в этот период перемерзают на перекатах, что приводит к зимним разливам рек.

Минимальный сток на не перемерзающих реках низкогорно-предгорных районов наблюдается в январе-феврале или декабре, на реках среднегорий – в феврале-марте, а высокогорных районах – в марте-апреле.

Водный режим рек в период зимней межени находится в тесной взаимосвязи с режимом грунтовых вод и ледовым режимом [8].

Средняя продолжительность зимней межени на реках территории бассейнов Ульби и Обы составляет 148 и 135 дней, наибольшая – 172 дня (р. Громотуха – 0,7 км ниже р. Тишихи) и наименьшая – 120 дней (р. Правая Убинка – с. Александровка). Зимняя межень отличается большой устойчивостью.

**Минимальный сток.** В практике водохозяйственного проектирования основными расчетными характеристиками минимального стока являются: – минимальные месячные расходы за летне-осенние и зимние периоды; – минимальные суточные расходы за летне-осенние и зимние пе-

риоды; – абсолютный минимум, являющийся самым наименьшим месячным и суточным расходом воды за весь период наблюдений; – минимальные месячные и суточные расходы воды расчетной вероятности превышения (обеспеченности), в диапазоне 75...97 %.

Минимальный сток – одна из важнейших гидрологических характеристик, учитываемых при водохозяйственных мероприятиях и в конкретных проектах. Минимальный сток лимитирует использование водных ресурсов, особенно при их дефиците. Маловодье относят к опасным гидрологическим явлениям [14, 2, 13]. Основными параметрами распределения минимального стока рек являются норма, коэффициенты вариации и асимметрии, и расходы воды различной обеспеченности. В приводимом исследовании эти характеристики стока определены применительно к минимальному месячному и минимальному суточному стоку за период летне-осенней и зимней межени. При этом в качестве исходных использованы ряды, приведенные к многолетнему периоду.

Гидрологическая изученность территории недостаточна для надежной характеристики экстремумов непосредственно по наблюдаемым данным. Поэтому была проведена реконструкция рядов с целью получения длительных серий. Возможности применения известных методов гидрологической аналогии, корреляционных связей в отношении экстремумов ограничены из-за их слабой пространственной связанности, большого влияния антропогенных факторов и ряда других факторов. Приведение гидрологических рядов к многолетнему периоду произведено аналитическими методами с использованием регрессионного анализа. Многолетние колебания минимального среднемесячного стока воды рек в общем синхронны с ходом их годового стока воды. Поэтому приведение рядов к многолетнему периоду производилось в основном по графикам связи минимальных средних месячных и годовых расходов воды, построенным для каждого пункта в отдельности. При приведении к многолетнему периоду коротких рядов наблюдений для контроля использовались также графики связи минимального среднего месячного стока данной реки и реки-аналога [8].

Кроме связи минимального среднемесячного стока данной реки и реки-аналога, для восстановления пропущенных в рядах значений применялся также метод поэтапного восстановления среднегодовых и среднемесячных значений, с использованием и метода гидрологической аналогии, и данных о внутригодовом распределении стока реки, полученных по методу В.Г. Андреенова [1]. Так как расчет внутригодового рас-

пределения производится для нескольких градаций водности, поэтому этот метод пригоден для любых задач проектирования и любых физико-географических условий, при любых типах внутригодового распределения стока рек. Используя расчетные данные о внутригодовом распределении, восстанавливались пропуски за летние месяцы – с марта по сентябрь. Среднемесячные значения за период с октября по март в расчетном створе восстанавливались по связи стока данного месяца со стоком смежного месяца в этом же створе, при наличии связи между ними. Применение данной методики позволило реконструировать не только пропуски месячных значений при отсутствии наблюдений за несколько лет, но и восстановить значения суточных меженных минимальных расходов по среднемесячным минимальным значениям. Были реконструированы ряды минимальных среднемесячных и минимальных суточных значений меженного стока по 9 створам. Однако данная методика не применима при отсутствии надежных расчетных данных о внутригодовом распределении стока. Для каждого исследуемого гидрологического поста было апробировано несколько способов восстановления пропусков в рядах данных наблюдений и был выбран наиболее эффективный. В результате восстановления данных наблюдений продолжительность рядов по многим гидрологическим постам значительно увеличилась.

**Результаты.** В практике водохозяйственного проектирования основными расчетными величинами для маловодных периодов являются различные характеристики минимального стока: – расходы воды средние за месяц или за сутки с наименьшим стоком, наблюдавшимся за данный сезон; – минимальные расходы воды различной обеспеченности; – наименьшие расходы воды за весь период наблюдений (абсолютный минимум).

Эти же характеристики использованы и при проведении данного научного исследования. Наиболее часто используемой расчетной величиной является минимальный средний месячный расход воды. Определение этой характеристики производилось путем автоматической выборки наименьшего среднего месячного расхода воды в летне-осеннюю и зимнюю межень за год. Такой метод определения минимального среднего месячного расхода воды допустим только для рек с длительным меженным периодом – свыше 60 суток и более [2].

Полученные ряды минимального среднемесячного и срочного стока проверялись на однородность по критериям Стьюдента и Фишера, непараметрическому критерию Вилькоксона. Как пример, в таблице 1 пред-

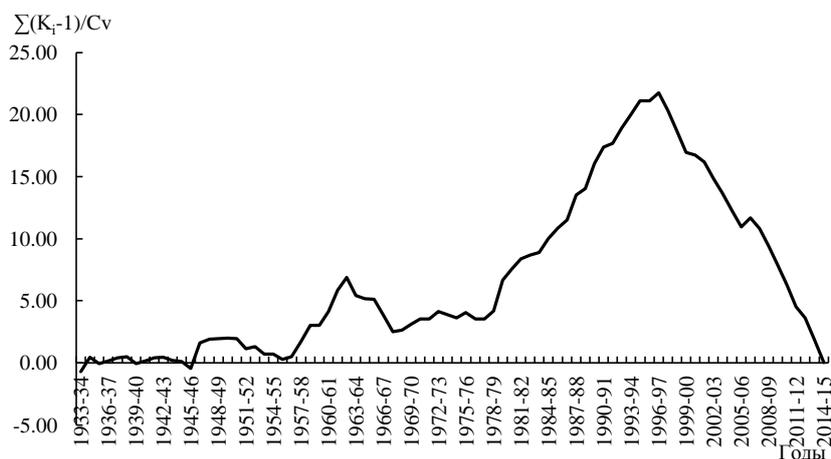
ставлены результаты этой проверки, которые показали в большинстве случаев однородность исследуемых рядов минимального месячного и суточного стока.

Таблица 1

Результаты проверки гидрологических рядов на статистическую однородность для р. Оба – г. Шемонаиха при  $P=5\%$

Критерий однородности	Расчетный	Критический	Вывод об однородности
Минимальные среднемесячные расходы воды летне-осенней межени			
Критерий Стьюдента	$t = 1,428$	$t_a = 1,993$	Ряд однороден
Критерий Фишера	$F = 1,296$	$F_a = 1,924$	Ряд однороден
Критерий Вилькоксона	$U = 990$	$U_1 = 644$ $U_2 = 1075$	Ряд однороден
Минимальные среднемесячные расходы воды зимней межени			
Критерий Стьюдента	$t = 0,896$	$t_a = 1,994$	Ряд однороден
Критерий Фишера	$F = 2,453$	$F_a = 1,944$	Ряд неоднороден
Критерий Вилькоксона	$U = 773$	$U_1 = 628$ $U_2 = 1051$	Ряд однороден
Минимальные суточных расходы воды летне-осенней межени			
Критерий Стьюдента	$t = 2,594$	$t_a = 1,993$	Ряд неоднороден
Критерий Фишера	$F = 1,414$	$F_a = 1,924$	Ряд однороден
Критерий Вилькоксона	$U = 1088$	$U_1 = 644$ $U_2 = 1075$	Ряд неоднороден
Минимальные суточных расходы воды зимней межени			
Критерий Стьюдента	$t = 0,484$	$t_a = 1,993$	Ряд однороден
Критерий Фишера	$F = 1,453$	$F_a = 1,924$	Ряд однороден
Критерий Вилькоксона	$U = 801$	$U_1 = 644$ $U_2 = 1075$	Ряд однороден

Все полученные ряды минимальных месячных летних и зимних расходов оценивались на репрезентативность. Для этой цели производился анализ разностных интегральных кривых модульных коэффициентов минимальных месячных и минимальных суточных расходов периода летне-осенней и зимней межени в расчетных створах (рис. 1).



*Рис. 1. Разностная интегральная кривая модульных коэффициентов минимальных месячных зимних расходов воды р. Оба – г. Шмонаиха за 1933...2015 гг.*

Характеристики стока в данном исследовании определены применительно к минимальному месячному и суточному стоку летне-осенней и зимней межени. При этом в качестве исходной информации использованы данные наблюдений, приведенные к многолетнему периоду. Нормы, коэффициенты вариации и асимметрии минимального стока определены по общепринятым формулам с введением поправки на смещенность параметров  $C_v$  и  $C_s$ . Для определения расхода воды различной обеспеченности построены кривые обеспеченности, с использованием кривой Пирсона III типа.

При несоответствии аналитической кривой наблюдаемым значениям расходы воды различной обеспеченности определены графоаналитическим способом Г.А. Алексеева (по 3-м опорным ординатам или метод квантилей) или по эмпирической кривой. Но в большинстве случаев подходящим типом кривой распределения для описания минимального летнего месячного и зимнего стока, а также минимального суточного летнего и суточного зимнего стока оказалась кривая распределения Крицкого-Менкеля при  $C_s=2C_v$ . Были исследованы ошибки расчета нормы и коэффициента вариации минимального стока. Ошибки расчета находятся в пределах допустимых значений.

Для рассматриваемых в работе гидрологических створов средняя ошибка расчета нормы минимальных месячных расходов воды летне-осенней межени за период 1933...2015 гг. составила  $\pm 4,7\%$ , при этом крайние значения составили:  $\pm 6,0\%$  (гидропост р. Ульби – с. Ульба Пере-

валочная) и  $\pm 3,1$  % (гидропост кл. Орловка – с. Орловка). Для коэффициента вариации  $C_v$  средняя ошибка составила  $\pm 4,0$  %, при этом крайние значения получены:  $\pm 5,4$  % (по гидропосту р. Ульби – с. Ульба Перевалочная) и  $\pm 2,3$  % (гидропост кл. Орловка – с. Орловка).

Для минимальных месячных расходов воды зимней межени средняя ошибка расчета нормы составила  $\pm 3,6$  %, при этом крайние значения составили:  $\pm 4,9$  % (гидропост р. Шаравка – с. Шаравка) и  $\pm 1,6$  % (гидропост р. Ульби – с. Белый Луг, выше устья р. Кедровки). Для коэффициента вариации  $C_v$  средняя ошибка составила  $\pm 3,0$  %, при этом крайние значения получены:  $\pm 5,2$  % (по гидропосту р. Оба – с. 8 Марта) и  $\pm 1,2$  % (гидропост р. Ульби – с. Белый Луг, выше устья р. Кедровки).

Для минимальных суточных расходов воды летне-осенней межени средняя ошибка расчета нормы составила  $\pm 3,9$  %, при этом крайние значения составили:  $\pm 7,8$  % (гидропост р. Шаравка – с. Шаравка) и  $\pm 2,6$  % (гидропост р. Оба – с. 8 Марта). Для коэффициента вариации  $C_v$  средняя ошибка составила  $\pm 3,6$  %, при этом крайние значения получены:  $\pm 8,5$  % (по гидропосту р. Шаравка – с. Шаравка) и  $\pm 1,9$  % (гидропост р. Мал. Ульба – с. Горно-Ульбинка).

Для минимальных суточных расходов воды зимней межени средняя ошибка расчета нормы составила  $\pm 3,8$  %, при этом крайние значения составили:  $\pm 5,4$  % (гидропост р. Оба – г. Шемонаиха) и  $\pm 2,0$  % (гидропост р. Ульби – с. Белый Луг, выше устья р. Кедровки). Для коэффициента вариации  $C_v$  средняя ошибка составила  $\pm 3,0$  %, при этом крайние значения получены:  $\pm 4,7$  % (по гидропосту р. Оба – г. Шемонаиха) и  $\pm 1,5$  % (гидропост р. Ульби – с. Белый Луг, выше устья р. Кедровки).

Средняя ошибка расчета нормы составила  $\pm 4,0$  %, а коэффициента вариации  $C_v$   $\pm 3,4$  %.

Проведен анализ изменения нормы минимальных расходов воды за расчетный период 1933...2015 гг. и последний 42-летний 1974...2015 гг., который показал отрицательную тенденцию изменения нормы минимального стока летне-осенней и зимней межени, т.е. выявлена тенденция к его снижению по реке Ульби. Однако по отдельным створам бассейна р. Обы, таким как р. Оба – с. Каракожа (для летне-осенней и зимней межени), р. Оба – с. 8 Марта и р. Мал. Убинка – с. Быструха (для летне-осенней межени) получена устойчивая положительная тенденция роста нормы минимального месячного стока.

Характеристики минимальных месячных расходов и расходы воды различной обеспеченности для летне-осенней и зимней межени были получены для 9 пунктов наблюдений основных рек бассейна р. Буктырма.

Водность рек в межень для рассматриваемого района исследования различна. По результатам расчета получено, что в среднем норма минимальных месячных расходов летне-осеннего меженного периода превышает норму минимальных зимних расходов в 3 раза. При этом максимальное превышение составляет: р. Оба – с. Каракожа - 6, р. Оба – с. 8 Марта – 5,3 раза.

Зимняя межень более устойчива и продолжительна. Наибольшие зимние меженные расходы воды отмечаются на основных реках – р. Оба – г. Шемонаиха ( $20,6 \text{ м}^3/\text{с}$ ) и р. Ульби – с. Ульба Перевалочная ( $15,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Надо отметить, что отдельные отрасли экономики, как, например, хозяйственно-бытовое водоснабжение и другие, нуждаются и в сведениях о минимальных суточных расходах воды. Наименьший наблюденный суточный расход воды показывает естественную степень истощения речного стока. Однако эта величина является менее устойчивой характеристикой минимального стока воды, чем минимальный средний месячный сток, так как на величину среднего суточного расхода воды значительное влияние оказывают даже такие кратковременные явления, как заторы и зажоры, вызывающие резкие изменения уровней и расходов воды. Не исключена и очень большая погрешность при ее измерении. Однако, это не исключает возможность использования данных о суточных величинах минимального стока, как для научного обобщения, так и для практического использования.

В результате проведения большого объема расчетных и графических работ, получены среднеголетние значения гидрологических характеристик и значения минимальных расходов воды различной обеспеченности за репрезентативный период 1933...2015 гг. Итоги расчетов приведены в таблицах 2 и 3.

Кроме этого, была предпринята попытка получения долгосрочных прогнозных значений минимального стока для основных рек района исследования. Прогноз минимального месячного речного стока в настоящее время исключительно актуален для Республики Казахстан. Это связано с происходящим ростом экономики, а также улучшением демографической ситуации в стране. Соответственно в ближайшей перспективе потребуется большее количество воды, что приведет к дефициту водных ресурсов. Вода становится одним из главных факторов, лимитирующим развитие про-

изводства, а ее дефицит в водных объектах особенно в период летне-осенней и зимней межени неизбежно отразится ещё и на экологической обстановке.

Таблица 2

Статистические параметры минимальных расходов воды ( $Q_{0\text{мин}}$  – месячные) и расходы воды различной обеспеченности основных рек бассейнов Ульби и Обы за расчетный период 1933...2015 гг.

Река-пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота водосбора, м	Период наблюдений		Межень	Средний за пер. наблюд., $Q_{\text{мин}}$ , м <sup>3</sup> /с	За многолетний период			Минимальные расходы воды различной обеспеченности, м <sup>3</sup> /с			
			Годы	Число лет			$Q_{\text{мин.мес}}$ , м <sup>3</sup> /с	Коэффициент вариации, Cv	Коэффициент асимметрии, Cs	50%	75%	90%	97%
Ульби – с. Ульби Перевалочная	4900	960	1931...1939	78	летн	31,2	31,0	0,53	1,83	26,3	19,2	15,7	13,9
			1942...2015		зимн	15,5							
Ульби – Белый Луг, выше устья р. Кедровка	1120	1300	1920...1951	32	летн	13,8	13,7	0,42	3,34	12,9	9,49	7,03	5,08
					зимн	3,93							
Шаравка – с. Шаравка	55,0	1300	1939...1951	52	летн	0,73	0,74	0,56	1,25	0,67	0,46	0,31	0,20
			1953...1992		зимн	0,26							
Киши Ульби – с. Горно-Ульбинка	2170	1100	1931...1933	44	летн	10,0	10,4	0,35	0,96	10,0	7,76	6,09	4,72
			1951...1991		зимн	5,48							
Оба – с. 8 Марта	1500	1350	1960...1992	32	летн	17,6	21,5	0,39	0,80	20,4	15,4	11,7	8,68
			зимн		3,94	4,08							
Оба – с. Карагужиха	3200	1250	1966...1998	38	летн	37,7	48,0	0,40	0,019	45,5	34,0	25,5	18,8
			2006...2013		зимн	7,97							
Оба – г. Шемонаиха	8470	900	1954...2015	57	летн	57,3	60,0	0,49	1,04	55,3	38,5	26,8	17,9
					зимн	20,5							
Киши Убинка – с. Быструха	972	760	1953...1998	45	летн	4,99	6,00	0,52	1,49	5,26	3,72	2,81	2,27
					зимн	2,93							
Ключ Орловка – с. Орловка	27,0	790	1947...1990	42	летн	0,098	0,10	0,28	0,077	0,097	0,080	0,066	0,055
					зимн	0,081							

Таблица 3

Статистические параметры минимальных расходов воды ( $Q_{\text{мин}}$  – суточные) и расходы воды различной обеспеченности основных рек бассейнов Ульби и Обы за расчетный период 1933...2015 гг.

Река-пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средняя высота водосбора, м	Период наблюдений		Межень	Средний за период наблюд., $Q_{\text{мин}}$ , м <sup>3</sup> /с	За многолетний период			Минимальные расходы воды различной обеспеченности, м <sup>3</sup> /с			
			Годы	Число лет			$Q_{\text{мин.сут.}}$ , м <sup>3</sup> /с	Коэффициент вариации, $C_v$	Коэффициент асимметрии, $C_s$	50 %	75 %	90 %	97 %
Ульби – с. Ульби Перевалочная	4900	960	1931...39 1942...2010	78	летн	21,6	21,9	0,44	1,23	20,0	14,8	11,6	9,23
					зим	12,4	12,2	0,30	0,21	11,8	9,56	7,81	6,31
Ульби – Белый Луг, выше устья р. Кедровка	1120	1300	1920...1951	32	летн	8,46	8,82	0,33	2,34	7,82	6,85	6,48	6,36
					зим	3,40	4,03	0,21	2,13	3,76	3,44	3,30	3,25
Шаравка – с. Шаравка	55,0	1300	1939...1951 1953...1992	52	летн	0,40	0,41	0,76	1,78	0,32	0,19	0,12	0,078
					зим	0,21	0,20	0,41	0,93	0,19	0,14	0,11	0,081
Киши Ульби – с. Горно-Ульбинка	2170	1100	1931...1933 1951...1991	44	летн	6,53	6,61	0,24	0,68	6,48	5,47	4,68	3,99
					зим	4,42	4,50	0,34	0,74	4,32	3,39	2,69	2,10
Оба – с. 8 Марта	1500	1350	1960...1992	32	летн	12,4	13,1	0,24	1,50	12,3	10,8	9,90	9,36
					зим	2,93	2,87	0,44	1,03	2,69	1,95	1,42	1,00
Оба – с. Карагужиха	3200	1250	1966...1998 2006...2010	38	летн	20,8	20,9	0,26	1,73	20,4	17,0	14,3	12,0
					зим	5,97	6,20	0,30	0,17	6,15	4,92	3,85	2,84
Оба – г. Шемонаиха	8470	900	1954...2010	57	летн	36,1	39,2	0,36	0,38	37,5	28,9	22,5	17,3
					зим	16,3	16,5	0,49	0,33	15,2	10,6	7,36	4,92
Киши Убинка – с. Быструха	972	760	1953...1998	45	летн	3,76	4,11	0,42	1,19	3,78	2,83	2,24	1,81
					зим	2,57	2,59	0,38	1,21	2,40	1,86	1,53	1,28
Ключ Орловка – с. Орловка	27,0	790	1947...1990	42	летн	0,077	0,079	0,27	0,14	0,078	0,064	0,052	0,040
					зим	0,073	0,073	0,27	1,44	0,071	0,059	0,049	0,041

Для оптимальной ориентации водного хозяйства необходимо четкое представление о настоящих и ожидаемых водных ресурсах РК в периоды минимального стока. Роль их долгосрочного прогноза в этих условиях очень важна. Под водными ресурсами обычно понимают ежегодно возобновляемые запасы вод территории, к которой относятся речной сток и некоторая часть подземных вод. Последняя составляющая тесно связана и активно обменивается влагой с реками; разделение этих вод достаточно условно, так как подземные запасы верхних водоносных горизонтов по-

полняются из рек, а реки, в свою очередь, питаются подземными водами. Следовательно, исключительно актуален прогноз речного стока именно в период летне-осенней и зимней межени. Но достаточно надежных методов прогноза таких экстремальных характеристик, как минимальные расходы воды на длительную перспективу практически не существует.

Наиболее распространенным приемом сверхдолгосрочных метеорологических прогнозов является метод МОЦАО (модель общей циркуляции атмосферы и океана). В данной работе предпринята попытка получения сценария такого прогноза для минимальных расходов воды с помощью метода трендов. Прогноз в вероятностной форме можно осуществить или на основе признания необратимыми (в обозримом будущем) произошедших изменений, т.е. распространение сегодняшней ситуации, современного уровня гидрометеорологических характеристик (принятых за последние 10-летия), на ближайшее время. Такая экстраполяция возможна лишь для относительно непродолжительного грядущего периода – на одно-два десятилетия вперед. Или используя экстраполяцию выявленных тенденций многолетнего хода рассматриваемых характеристик. Прежде всего, это делается на основе выявленного линейного тренда, хотя статистически значимые тренды речного стока – это достаточно большая редкость в мире [3].

Для прогноза минимального летнего и зимнего месячного стока был использован метод линейного тренда. При этом методе значения гидрологической характеристики связываются с координатой времени:

$$Q = a + bt, \quad (1)$$

где  $Q$  – сток  $i$ -го в ряду года,  $t$  – номер года, отсчитываемый от первого в ряду.

Наиболее простой прием оценки существенности тренда – по значимости величины коэффициента линейной корреляции зависимости  $Q=f(t)$ . При этом нередко вместо исходного ряда стока используются осредненные величины, например, методом скользящего осреднения, что, естественно, повышает корреляцию. В настоящем исследовании предполагалось: для оценки данным методом изменений значений минимального месячного стока для ближайших 10-летий (на 2030 и 2040 гг.) использовать тренд, выведенный по ходу минимального месячного летнего (ММЛ) и зимнего (ММЗ) стока скользящих десятилетий в течение последнего со-

рокадвухлетнего периода, отражающего сегодняшние реалии (для района исследования это – 1974...2015 гг.).

Результаты сценарных прогнозных изменений минимального месячного зимнего (ММЗ) и летнего (ММЛ) стока на основе выявленных трендов по основным рекам бассейнов Ульби и Обы представлены в таблице 4.

Таблица 4

Прогнозные изменения минимального месячного зимнего (ММЗ) и минимального месячного летнего (ММЛ) стока основных рек бассейнов Ульби и Обы на основе трендов скользящих десятилетий за период 1974...2015 гг.

Река-пост	Прогнозные изменения ММЗ стока (%)				Прогнозные изменения ММЛ стока (%)			
	на 2030 г.		на 2040 г.		на 2030 г.		на 2040 г.	
	Пол. (+)	Отр. (-)	Пол. (+)	Отр. (-)	Пол. (+)	Отр. (-)	Пол. (+)	Отр. (-)
Ульби – с. Ульба								
Перевалочная	-	10	-	13	-	5	-	6
Ульби – с. Белый Луг, выше устья	-	4	-	4	-	11	-	14
р. Кедровка								
Шаравка-с. Шаравка	-	33	-	42	-	13	-	16
Мал. Ульба – с. Горно-Ульбинка	-	21	-	27	-	6	-	7
<b>В среднем по бассейну р. Ульби</b>	<b>-</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>11</b>
Оба-с. 8 Марта	-	47	-	62	32	-	39	-
Оба – с. Каракожа	51	-	65	-	51	-	65	-
Оба – г. Шемонаиха		132		170		20		25
Мал. Убинка – с. Быструха		23		30	11		15	
Кл. Орловка – с. Орловка		36		47		12		16
<b>В среднем по бассейну р. Оба</b>	<b>51</b>	<b>35</b>	<b>65</b>	<b>46</b>	<b>31</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>20</b>

Анализ трендов, полученных на основе данных последних сорока двух лет показывает, что основные выявленные тенденция изменения стока рек бассейна Ульби отрицательные.

В среднем по основным рекам бассейна р. Ульби прогнозные изменения минимального месячного зимнего стока к 2030 г. составят в среднем – 17 %, а к 2040 г. – 22 %, а минимального месячного летнего стока к 2030 г. составят около – 9 %, а к 2040 г. около 11 % от стока, среднего за период 1974...2015 гг.

Максимальные прогнозные значения снижения минимального месячного зимнего стока получены для р. Шаравка в створе с. Шаравка (-

33 %), а наименьшие для р. Ульби – с. Белый Луг, выше устья р. Кедровка (-4 %) на 2030 год и соответственно наибольшие для р. Шаравка в створе с. Шаравка (-42 %), а наименьшие для р. р. Ульби - с. Белый Луг, выше устья р. Кедровка (-4 %) на 2040 год.

Для минимального месячного летнего стока максимальные прогнозные значения снижения стока получены для р. Шаравка в створе с. Шаравка (-13 %), а наименьшие для р. Ульби – с. Ульба Перевалочная (5 %) на 2030 год, и соответственно наибольшие р. Шаравка в створе с. Шаравка (-16 %), а наименьшие для р. Ульби – с. Ульба Перевалочная (6 %) на 2040 год.

Не такие однозначные прогнозные тенденции получены для рек бассейна р. Оба. Отрицательные прогнозные значения минимального месячного зимнего стока получены для р. Оба в створе с. 8 Марта (-47 %), а также р. Мал. Убинка – с. Быструха (-23 %), кл. Орловка – с. Орловка (-36 %) на 2030 год. Тренд минимального месячного зимнего стока на 2030 г. в створе р. Оба – с. Каракожи показал положительную тенденцию (+51 %).

И, соответственно, на 2040 г. прогнозные значения минимального месячного зимнего стока в верхнем створе р. Оба – с. 8 Марта имеют отрицательную тенденцию (-62 %), р. Мал. Убинка – с. Быструха (-30 %), а кл. Орловка – с. Орловка (-47 %), а в среднем по течению створе р. Оба – с. Каракожи показал положительную тенденцию (+65 %).

Отдельно необходимо сказать о нижнем створе р. Оба – г. Шемонаиха. По данным наблюдений, за период 1954...1996 гг. норма минимального месячного зимнего стока составляла 24,8 м<sup>3</sup>/с, а с 1997 по 2015 гг. снизилась практически в два раза и составила 10,1 м<sup>3</sup>/с. Поэтому тренд, построенный за рассматриваемый период показал резкое снижение минимального месячного стока, в результате которого к 2023 году он должен полностью прекратиться. Следовательно, в период 1997...2015 гг. значительно возросла антропогенная нагрузка и водозаборы в зимний лимитирующий период привели к такому результату.

Для минимального месячного летнего стока в бассейне р. Оба положительные прогнозные значения на 2030 г. получены по трем створам – р. Оба – с. 8 Марта (+32 %), р. Оба – с. Каракожа (+51 %) и р. Мал. Убинка – с. Быструха (+11 %), в среднем составив +31 %. По двум створам получены отрицательные тренды. Это р. Оба – г. Шемонаиха (-20 %) и кл. Орловка – с. Орловка (-12 %) в среднем составив -16 %.

На 2040 г. положительные прогнозные значения минимального месячного летнего стока получены по трем створам наблюдений – р. Оба – с. 8 Марта (+39 %), р.Оба – с. Каракожа (+65 %) и р. Мал. Убинка – с. Быструха (+15 %), в среднем составив +40 %. По двум створам получены отрицательные тренды. Это р. Оба – г. Шемонаиха (-25 %) и кл. Орловка – с. Орловка (-16 %) в среднем составив -20 %.

Таким образом, основываясь на экстраполяции выявленных тенденций многолетнего хода характеристик минимального месячного летнего и минимального месячного зимнего стока, получены прогнозные сценарии снижения практически для всех основных речных систем бассейнов рек Ульби и Обы, за исключением отдельных створов для минимального месячного летнего стока бассейна Обы.

**Выводы.** На основании результатов выполненных работ можно сделать следующие выводы:

1) Рост водопотребления и сокращение водных ресурсов, обусловленные устойчивым развитием всех отраслей сельскохозяйственного и промышленного производства, увеличением заборов воды, а также неблагоприятными климатическими тенденциями, связанными с глобальным изменением климата, требуют проведения регулярного, тщательного и детального мониторинга за изменением параметров минимального стока как бассейнов рек Ульби и Обы, так и по всему Ертисскому водохозяйственному бассейну.

2) Изученность минимального стока недостаточна для надежной характеристики экстремумов непосредственно по наблюдаемым данным. Поэтому необходимо проведение реконструкции рядов с целью получения длительных периодов наблюдений.

3) Применение известных методов гидрологической аналогии, корреляционных связей в отношении экстремумов ограничены из-за их слабой пространственной связанности, большого влияния антропогенных и ряда других факторов. Поэтому приведение гидрологических рядов к многолетнему периоду осуществлено как аналитическими методами с использованием регрессионного анализа, так и с применением метода поэтапного восстановления среднегодовых и среднемесячных значений, с использованием метода гидрологической аналогии, и данных о внутригодовом распределении стока реки, полученных по методу В.Г. Андреянова. В результате проведенной реконструкции получены ряды репрезентативных наблюдений за 1933...2015 гг.

4) Результаты расчета статистических параметров минимального стока показали, что норма минимального стока определена со средней ошибкой  $\pm 4,0$  %, а коэффициент вариации  $C_v \pm 3,4$  %.

5) Анализ результатов долгосрочного прогноза минимального месячного стока летне-осенней и зимней межени на 2030 и 2040 гг. показал, что основные выявленные тенденции изменения минимального стока воды рек отрицательные. По основным рекам бассейна р. Ульби прогнозные изменения минимального месячного зимнего стока к 2030 г. получены в среднем  $-17$  %, а к 2040 г.  $-22$  %, а минимального месячного летнего стока к 2030 г. около  $-9$  %, а к 2040 г. около  $-11$  % от стока, среднего за период 1974...2014 гг. Для бассейна р. Обы прогноз не однозначен. Для основной реки Обы в створе с. Каракожы прогнозные изменения стока получены положительные и на 2030 и 2040 гг. соответственно составили для минимального месячного зимнего и летнего  $+51$  % и  $+65$  %.

В створе села 8 Марта прогнозные значения минимального месячного зимнего стока получены отрицательные и составили на 2030 г.  $-47$  %, а на 2040 г.  $-62$  %; для минимального месячного летнего на 2030 г. прогнозные значения изменения положительные и составили на 2030 г.  $+32$  %, а на 2040 г.  $+39$  %. По остальным рассматриваемым створам бассейна р. Оба получены отрицательные тренды стока: для минимального месячного зимнего стока на 2030 г. получено уменьшение в среднем на  $-35$  %, а на 2040 г.  $-46$  %. Для минимального месячного летнего стока получено прогножное уменьшение на 2030 г.  $-16$  %, а на 2040 г.  $-20$  %.

б) Полученные статистические характеристики среднесезонных значений минимальных месячных и суточных расходов воды летне-осенней и зимней межени и значения минимальных расходов воды различной обеспеченности за репрезентативный период 1933...2015 гг. могут быть использованы для водохозяйственного проектирования и при разработке водоохранных мероприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1960 – 327 с.
2. Владимиров А.М. Минимальный сток рек СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 214 с.
3. Водные ресурсы России и их использование. – СПб: ГГИ, 2008. – 600 с.

4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2001–2015 г. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып.1. Бассейн рек Ертис, Алматы-Астана, 2002-2017.
5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. 1976-1980 гг. Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Т.V. – Вып.1. – 468 с.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1981-1990 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып.1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение), Алматы, 2002. – 384 с.
7. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1991-2000 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып.1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение), Алматы, 2004. – 191 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т.15, вып.1., ч. 1. – 318 с.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – М.: Гидрометеиздат, 1966. – Т.15, вып.1., – 216 с.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – М.: Гидрометеиздат, 1965. – Т.15. – Вып.1. – 224 с.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг.). Алтай, Западная Сибирь и Северный Казахстан. Верхний Иртыш, Верхний Ишим, Верхний Тобол. Л.: Гидрометеиздат, 1977. – Т.15. – Вып.2. – 384 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1971-1975 гг.). Выпуск 2 Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. Л.: Гидрометеиздат. 1980. – Т.15. – 294 с.
13. Laurence C. Smith, Tamlin M. Pavelsky, Glen M. MacDonald, Alexander I. Shiklomanov, and Richard B. Lammers. Rising minimum daily flows in northern Eurasian rivers: A growing influence of groundwater in the high-latitude hydrologic cycle // JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, G04S47, doi:10.1029/2006JG000327, 2007.
14. Norvatov A.M., Popov O.V. Laws of the formation of minimum stream flow // Hydrological Sciences Journal, 6:1, P. 20-28.

## ҮЛБІ ЖӘНЕ ОБА ӨЗЕНДЕРІ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЕҢ ТӨМЕН АҒЫНЫ

**Түйін сөздер:** өзен, жазғы-күзгі төмен су деңгейі, қысқы төмен ағыны, ең төменгі ағыны, ағынының жылдамдығы, өзгеру коэффициенті, ассиметриялар, тренд, ұзақ мерзімді болжам үрдісі.

Қазақстан Алтай жағдайында Үлбі және Оба өзендері алаптарында ең төменгі ағынның қалыптасу заңдылықтары зерттелді. "Қазгидромет" РМК гидрологиялық желісінде зерттелетін ауданның негізгі өзендерінің орташа айлық шығындарына және тәуліктік ең төмен су шығындарына байланысты көп жылдық бақылау материалдары пайдаланылды. 1933...2015 жылдардағы есептік репрезентативтік кезең бойынша бақылау қатарларын талдау және қайта құру жүргізілді. Көпжылдық уақыт аралығы бойынша судың жазғы-күзгі және қысқы сабасының орташа есеппен ең төменгі айлық және тәуліктік шығындарының сандық сипаттамалары анықталды. Ең төмен ағынның вариация коэффициенті және норманы есептеу қателіктері талданды. Есептеу қателері рұқсат етілген мәндер шегінде болады. Ең төмен ағын нормасын есептеудің орташа қатесі  $\pm 4,0\%$ , ал вариация коэффициенті  $C_v - \pm 3,4\%$  құрады.

Әр түрлі деңгейде қамтамасыз етілген жазғы-күзгі және қысқы сабаның ең төмен айлық және ең төмен тәуліктік шығындары алынды. Соңғы 42 жылдық кезеңде (1974...2015 жж.) Үлбі және Оба өзендері алаптарының негізгі өзендері үшін жылжымалы онжылдықтар бойынша орташаланған ең төмен ағынның динамикасын пайдалана отырып, 2030 және 2040 жж. дейінгі жазғы-күзгі және қысқы сабаның ең төмен айлық ағынының өзгеруін ұзақ мерзімді болжау үшін пайдаланылған трендтер анықталды және регрессия теңдеулері алынды. Үлбі және Оба өзендерінің алаптарындағы негізгі өзендердің ең төмен айлық ағынының болжамды өзгерістері келтірілген.

## MINIMUM RIVER RUNOFF IN THE BASINS OF ULBY AND OBY RIVERS

**Keywords:** river, summer-autumn low water, winter low water, minimal runoff, runoff, coefficient of variation, asymmetry coefficient, trend, long-term forecast.

*The regularities of a minimum river runoff formation in the basins of Ulby and Oby rivers have been investigated in the conditions of Kazakhstan Altai. There have been used available materials of long-term observations of monthly average discharge and daily minimum water discharge of the main rivers throughout the study area on the hydrological network of the RSE "Kazhydromet" up to and including 2015. The analysis and reconstruction of the series of observations have been done with the reduction to the calculated representative period of 1933...2015. The quantitative characteristics of the minimum monthly and daily water discharges have been determined for the summer-autumn and winter low-water on average over a long period. The errors in calculating the norm and coefficient of variation of the minimum runoff have been analyzed. Calculation errors were defined to be within acceptable values. The average error in calculating the minimum runoff rate was  $\pm 4,0$  %, and the coefficient of variation ( $C_v$ ) was  $\pm 3,4$  %.*

*The minimum monthly and minimum daily expenses of the summer-autumn and winter low-water of various levels have been obtained. Using the dynamics of the minimum runoff averaged over the rolling decades for the main rivers of the Ulby and Oby basins over the last 42-year period (1974...2015), there have been identified the trends along with obtaining regression equations that are used for long-term forecast of changes in the minimum monthly runoff of summer-autumn and winter low water until 2030 and 2040. There have been presented the forecast changes in the minimum monthly runoff of the main rivers in the Ulby and Oby river basins.*

УДК 551.5; 551.583

Канд. географ. наук

Е.Е. Белдеубаев<sup>1</sup>С.А. Долгих<sup>1</sup>

### О ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД В ПРИБАЛКАШЬЕ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

**Ключевые слова:** температурный режим, климатические индексы температуры воздуха, холодный период.

*В данной статье проведен анализ температуры приземного воздуха в холодный период по данным метеорологических станций Прибалкашского региона за 1971...2018 годы. Были рассчитаны основные статистические характеристики и климатические индексы температуры воздуха, характеризующие многолетний термический режим холодного периода и его изменение за последние несколько десятилетий, когда наиболее ярко проявилось изменение глобального климата.*

**Введение.** Температура воздуха – изменчивая и непрерывная метеорологическая величина в пространстве и во времени.

Все явления и процессы, происходящие в органическом и неорганическом мире, непосредственно обуславливаются термическими условиями среды. Температура воздуха является одним из важнейших элементов климата, который предопределяет характер и режим типов погоды [1].

Распределение температуры воздуха в атмосфере и непрерывные изменения этого распределения называют тепловым режимом атмосферы. Являясь важнейшей характеристикой климата, тепловой режим приземной атмосферы определяется прежде всего теплообменом между атмосферным воздухом и окружающей средой [4].

Особенности географического положения оз. Балкаш обуславливают резкую континентальность и засушливость климата.

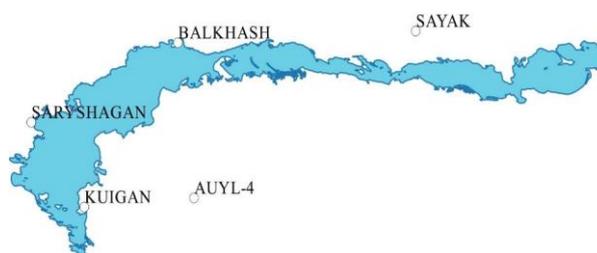
---

<sup>1</sup>РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан.

В холодный период года район подвержен преимущественно воздействию континентальных умеренных воздушных масс западного отрога сибирского максимума, обуславливающего устойчивую морозную погоду. Наиболее сильные похолодания наблюдаются при вторжениях холодных арктических воздушных масс с севера, а также при тыловых вторжениях холодного воздуха, следующего за пределами за прорывающимися сюда южными циклонами [3].

**Цель работы.** Целью данной работы было изучить особенности температурного режима воздуха холодного периода года в прибалкашском регионе и его изменение за последние несколько десятилетий.

**Исходная информация и методы.** Для работы были выбраны 5 метеорологических станций (МС) расположенных в прибалкашском регионе (рис. 1).



*Рис. 1. Расположение метеорологических станций в Прибалкашском регионе.*

Для расчета статистических характеристик и климатических индексов температуры воздуха использовались данные Республиканского гидрометеорологического фонда РГП «Казгидромет»:

- 1) ряды среднемесячных температур воздуха с 1971 по 2018 гг.
- 2) ряды суточных максимальных и минимальных температур воздуха с 1971 по 2018 гг.

Методы статистического анализа. Поскольку главной задачей климатологической обработки данных наблюдений состоит в получении климатических показателей, правильно характеризующих особенности температурного режима рассматриваемого района, для расчета были выбраны следующие статистические параметры: – степенные средние величины (средняя арифметическая); – структурные характеристики (медиана, квартиль); – меры асимметрии (коэффициент асимметрии); – характеристики линейного тренда, такие как коэффициент линейного тренда, коэффициент детерминации [2].

Эксперты Климатической программы Всемирной метеорологической организации разработали ряд индексов, в том числе климатические индексы температуры воздуха, которые в качестве диагностических инструментов позволяют наиболее полно описать различные аспекты температурного режима.

Климатические индексы температуры рассчитываются из суточных максимальных и минимальных температур. Индексы используются также для оценки изменяющегося климата, включая оценку изменения в интенсивности, частоты и продолжительности метеорологической величины. Они представляют собой величины, которые охватывают месяц, сезон или год, что придает им более устойчивые статистические свойства, чем мерам экстремальных значений, которые находятся в хвостах распределения [5].

Индексы, используемые в данной работе, можно разделить на 3 категории:

1. Индексы, основанные на перцентилях, включают количество холодных ночей (TN10p), количество теплых ночей (TN90p), количество теплых дней (TX90p), количество холодных дней (TX10p). Эти индексы позволяют оценить повторяемость экстремумов за исследуемый интервал времени, когда максимальная или минимальная суточная температура ниже значения 10-го перцентиля или выше значения 90-го перцентиля.

2. Индексы, основанные на абсолютных значениях, представляют максимальные и минимальные значения в месяце, сезоне или в году. Они включают абсолютный максимум температуры (TXx), максимум из суточных минимумов (TNx), минимум из суточных максимумов (TXn), абсолютный минимум температуры (TNn), среднее значение из средних суточных температур (TMm).

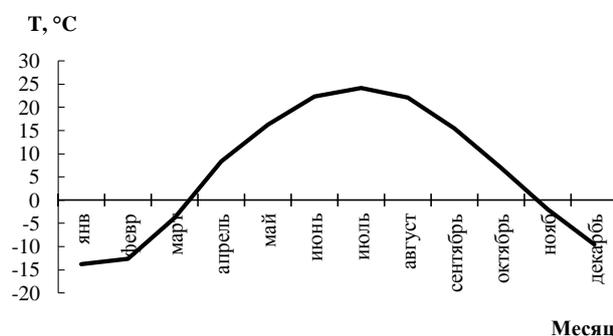
3. Индексы, основанные на пороговых значениях, определяются как число дней, в которых значения метеорологической величины находятся выше или ниже фиксированного порогового значения. К ним относятся:

- количество суток, когда суточный минимум температуры  $< 0^{\circ}\text{C}$  (frost days, FD);
- количество суток, когда суточный минимум температуры  $< 2^{\circ}\text{C}$  (frost days 2, FD2);
- количество суток, когда суточный минимум температуры  $<$  минус  $2^{\circ}\text{C}$  (hard freeze, FDm2);
- количество суток, когда суточный минимум температуры  $<$  минус  $20^{\circ}\text{C}$  (very hard freeze, FD);
- количество суток, когда суточный максимум температуры  $< 0^{\circ}\text{C}$  (ice days, ID).

Третья группа индексов является значимой для многих секторов экономики, включая сельское и коммунальное хозяйства, транспорт и

здравоохранение. В работе [6] показано, что данные температурные индексы демонстрируют отрицательные тренды в средних широтах в течение второй половины двадцатого века.

**Полученные результаты.** В зависимости от радиационных и циркуляционных факторов продолжительность холодного периода в регионах страны может быть различной. На рисунке 2 для примера приведен график годового хода средней многолетней температуры воздуха на МС Балкаш за 1971...2018 гг.



*Рис. 2. Годовой ход средней многолетней температуры воздуха на метеостанции Балкаш за 1971...2018 гг.*

В соответствии с рисунком 2 видно, что температура воздуха переходит через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  в ноябре и марте, так что период ноябрь-март можно рассматривать как холодный. Самое минимальное значение в январе минус  $13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Были рассчитаны основные статистические характеристики среднемесячных значений температуры воздуха в холодный период за 1971...2018 гг. (табл. 1), такие как среднее многолетнее ( $\bar{x}$ ), среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ), первый и третий квартиль (1Q, 3Q), медиана (Me), межквартильный размах (IQR), коэффициент асимметрии ( $A_s$ ).

В соответствии с табл. 1, самым холодным месяцем по данным за 1971...2018 гг. является январь. Среднеквадратическое отклонение за весь холодный период варьирует от  $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Значения медианы и среднего арифметического очень близки между собой. Значения первого и третьего квартиля самые низкие в январе. Межквартильный размах варьируется от  $3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Коэффициент асимметрии во все месяцы отрицателен, кроме марта.

Таблица 1.

Статистические характеристики среднемесячных значений температуры воздуха в холодный период года за 1971...2018 гг.

Станция	Месяц	$\bar{x}$	$\sigma$	1Q	Me	3Q	IQR	As
Ауыл-4	ноябрь	-0,7	2,6	-2,5	-0,3	1,3	3,8	-0,47
	декабрь	-8,2	4,4	-10,9	-8	-5,1	5,8	-0,6
	январь	-12	3,8	-15,1	-11,8	-8,9	6,2	-0,27
	февраль	-9,5	4,2	-11,9	-8,5	-7	5	-0,26
Балкаш	ноябрь	0	3,7	-3,3	0	2,2	5,5	0,23
	ноябрь	-1,9	2,6	-3,7	-1,9	0,6	4,2	-0,62
	декабрь	-9,5	3,3	-11,5	-9	-7,9	3,6	-0,32
	январь	-13,7	2,9	-15,7	-12,9	-11,7	4	-0,06
Куйган	февраль	-12,6	3,5	-14,6	-12,3	-10,4	4,2	-0,08
	март	-3,8	3,6	-7,2	-3,9	-1,5	5,8	0,41
	ноябрь	-0,3	2,5	-2,1	-0,3	1,7	3,7	-0,42
	декабрь	-7,6	4	-10,7	-7,5	-5,1	5,6	-0,56
Сарышаган	январь	-11,5	3,6	-14,5	-10,8	-8,9	5,6	-0,13
	февраль	-9,6	4,1	-12,4	-8,9	-7,1	5,3	-0,1
	март	-0,7	3,7	-3,6	-0,3	1,7	5,3	0,14
	ноябрь	-1	2,5	-2,5	-1	1,2	3,7	-0,59
Саяк	декабрь	-8,7	3,5	-10,6	-8	-7	3,7	-0,32
	январь	-12,9	3,1	-15,5	-12,7	-11	4,5	-0,05
	февраль	-11,8	3,6	-14,6	-11,3	-9,2	5,4	-0,01
	март	-3,3	3,7	-6,5	-3,3	-0,9	5,6	0,4
Саяк	ноябрь	-1,5	2,7	-3,4	-1,9	0,9	4,4	-0,23
	декабрь	-8,6	3,4	-10	-8,1	-6,8	3,2	-0,95
	январь	-11,8	2,7	-13,3	-11,5	-10	3,3	-0,35
	февраль	-10,3	3,4	-12,3	-10,2	-7,5	4,8	-0,11
	март	-1,6	3,4	-4,1	-1,7	0,5	4,6	0,39

Средние месячные температуры воздуха являются одной из основных характеристик термического режима. В данной работе рассматривается тенденция изменения температуры воздуха в холодный период за 1971...2018 гг. Статистически значимыми оказались тренды только в феврале и марте на всех пяти МС (рис. 3), а также в ноябре на МС Саяк, где наблюдался рост температуры со скоростью  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, при этом коэффициент детерминации составлял 11 %.

Коэффициент линейного тренда в феврале составил на МС Балкаш  $0,80\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, на МС Куйган  $1,03\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, на МС Сарышаган  $0,83\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, на МС Саяк  $0,78\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет. В марте скорость повышения температуры была более значительной: на МС Балкаш и Сарышаган она составила  $1,36\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет; на МС Ауыл-4 –  $2,21\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, на МС Куйган –  $1,30\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, на МС Саяк –  $1,25\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет.

Для представления групп числовых данных через квартили и визуального сравнения одного распределения с другим на рисунке 4 приведена диаграмма размаха температуры воздуха на МС Балкаш за 1971...2018 гг.

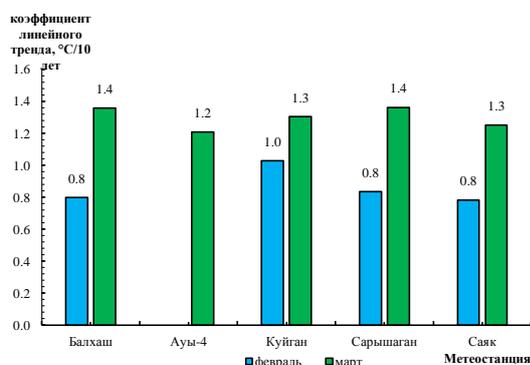


Рис. 3. Коэффициент линейного тренда температуры воздуха на метеорологических станциях Прибалкашья в феврале и марте за период 1972...2018 гг.

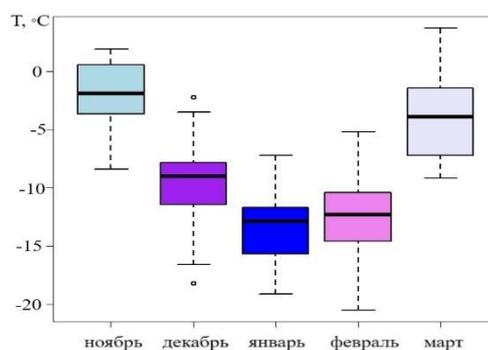


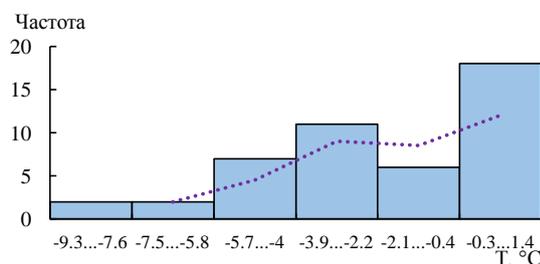
Рис. 4. Диаграмма размаха температуры воздуха в холодный период на МС Балкаш за период 1971...2018 гг.

Рисунок 4 показывает, что температура воздуха с ноября по январь стремительно понижается. Отмечаемое в ноябре резкое понижение температуры воздуха связано с вторжениями холодных северных воздушных масс и развитием отрога сибирского антициклона [3]. В декабре наблюдаются значения, которые выделяются из общей выборки и не входят в градацию  $Q1-1,5*IQR < x < Q3+1,5*IQR$ . Несмотря на то, что среднее и медиана температуры воздуха в январе являются самыми низкими в холодном периоде, самая минимальная среднемесячная температура (минус 20,5 °C) наблюдалась в феврале в 1973 году. Повышение средней многолетней температуры от января к февралю незначительно, поскольку циркуляционные и радиационные условия этих месяцев схожи между собой. От февраля к марту, с выносом теплых воздушных масс и увеличением прихода солнечной радиации отмечается

заметное повышение температуры. По среднему значению самым теплым месяцем данного периода является ноябрь, а самое максимальное среднемесячное значение температуры ( $3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) наблюдалось в марте.

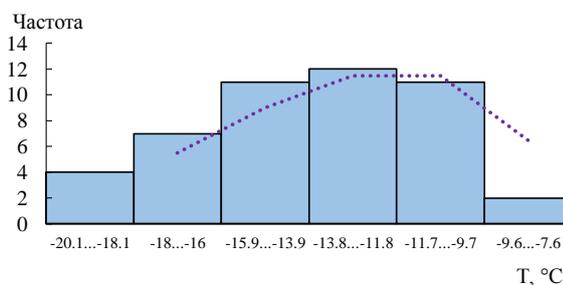
Для визуального представления частотного распределения значений температуры воздуха в ноябре, январе и марте были построены соответствующие гистограммы на примере МС Балкаш (рис. 5, 6, 7).

На рисунке 5 видно, что асимметрия отрицательная. Наиболее часто встречаются значения в градации минус  $0,3\dots$ минус  $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а самая наименьшая частота в градациях минус  $9,3\dots$ минус  $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  и минус  $7,5\dots$ минус  $5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



*Рис. 5. Гистограмма распределения температуры воздуха на МС Балкаш в ноябре за период 1971...2018 гг.*

Асимметрия распределения температуры воздуха в январе левосторонняя (рис. 6). Наибольшая частота наблюдается в градации минус  $13,8\dots$ минус  $11,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , наименьшая – в градации минус  $9,6\dots$ минус  $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



*Рис. 6. Гистограмма распределения температуры воздуха на МС Балкаш в январе за период 1972...2018 гг.*

В марте наиболее часто встречающиеся значения температуры находятся в градации минус  $5,7\text{ }^{\circ}\text{C}\dots$ минус  $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , наименьшие частоты в градации минус  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}\dots$ минус  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 7).

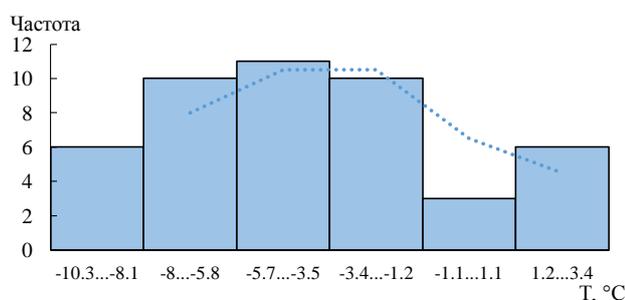


Рис. 7. Гистограмма распределения температуры воздуха на МС Балкаш в марте за период 1972...2018 гг.

На основе суточных данных были рассчитаны некоторые климатические индексы температуры воздуха и проведена оценка их изменения за период 1971...2018 гг. (табл. 2...5).

Таблица 2

Характеристики индексов температуры воздуха в холодный период года (ноябрь-март) основанных на абсолютных значениях, рассчитанных за период 1971...2018 гг.

Станция	Индекс	Среднее значение индекса, °С	Коэффициент линейного тренда, °С/10 лет	Коэффициент детерминации, %	p-value
Ауыл-4	Txx	22,3	1,4	22	0
	Tnx	6,6	0,8	13	0,01
	Tnn	-31,2	0,7	5	0,13
	Txn	-19	0,3	1	0,43
	Tmm	-5,6	0,4	8	0,05
Балкаш	Txx	14,1	1,4	31	0
	Tnx	3,7	0,7	14	0,01
	Tnn	-31,3	0,8	11	0,02
	Txn	-20,7	0,7	8	0,06
	Tmm	-8	0,5	16	0,01
Куйган	Txx	20,2	1,7	36	0
	Tnx	5,5	0,9	20	0
	Tnn	-31	1	15	0,01
	Txn	-17,5	0,8	10	0,03
	Tmm	-5,5	0,6	18	0
Сарышаган	Txx	16,3	1,4	23	0
	Tnx	4,6	0,7	16	0,01
	Tnn	-29,6	0,8	12	0,02
	Txn	-20,9	0,7	9	0,05
	Tmm	-7,3	0,6	19	0
Саяк	Txx	17,7	1,6	25	0
	Tnx	4,8	1,3	28	0
	Tnn	-29,2	0,9	9	0,04
	Txn	-18,8	0,2	1	0,58
	Tmm	-6,4	0,6	18	0

Из данных, приведенных в табл. 2 видно, что среднее значение абсолютного максимума (Тхх) варьируется от 14,1 °С до 22,3 °С и возрастает на всех МС со скоростью 1,4...1,7 °С/10 лет. Вклад доли тренда в общую дисперсию составляет от 22 до 36 %,  $p\text{-value} \leq 0,05$ , что говорит о статистической значимости тренда. Максимум из суточных минимумов (Тпх) меняется в пределах 3,7...6,6 °С. Коэффициент линейного тренда индекса Тпх составляет от 0,7 до 1,3 °С/10 лет, коэффициент детерминации составил 13...28 %,  $p\text{-value} \leq 0,05$ . Значение абсолютного минимума (Тпн) составило от минус 31,3 до минус 29,2 °С и растет в пределах 0,7...1,0 °С/10 лет, доля вклада тренда в общую дисперсию варьирует от 9 до 15 %, тренд статистически значим на всех станциях кроме МС Ауыл-4. Минимум из суточных максимумов (Тхп) варьирует от минус 20,9 до минус 17,5 °С, его рост составил от 0,2 до 0,8 °С/10 лет, коэффициент детерминации составил 8...10 % на 3-х МС и 1 % на 2-х МС,  $p\text{-value} \leq 0,05$  только на МС Куйган и Сарышаган. Средняя суточная температура (Тмм) меняется от минус 8,0 до минус 5,5 °С растет со скоростью 0,4...0,6 °С/10 лет, коэффициент детерминации составил от 8 % до 19 %,  $p\text{-value} \leq 0,05$  на всех МС.

Таблица 3

Характеристики индексов температуры воздуха в холодный период года (ноябрь...март), основанных на перцентилях, рассчитанных за период 1971...2018 гг.

Станция	Индекс	Среднее значение индекса, кол-во суток	Коэффициент линейного тренда, %/10 лет	Коэффициент детерминации, %	p-value
Ауыл-4	ТХ90р	16	1,1	8	0,05
	ТХ10р	16	-0,6	1	0,47
	ТН90р	17	1,6	11	0,02
	ТН10р	15	-1,2	6	0,1
Балкаш	ТХ90р	16	2,3	17	0
	ТХ10р	15	-1,5	8	0,05
	ТН90р	17	1,8	11	0,02
	ТН10р	15	-1,8	13	0,01
Куйган	ТХ90р	16	2	21	0
	ТХ10р	15	-1,4	8	0,05
	ТН90р	16	1,8	12	0,02
	ТН10р	15	-1,8	16	0,01
Сарышаган	ТХ90р	21	2,5	18	0
	ТХ10р	16	-1,5	8	0,06
	ТН90р	21	2,5	18	0
	ТН10р	18	-1,7	11	0,03
Саяк	ТХ90р	16	1,6	8	0,07
	ТХ10р	16	-0,9	3	0,26
	ТН90р	16	2,2	17	0,01
	ТН10р	15	-1,8	15	0,01

Данные, представленные в табл. 3 показывают, что среднее количество суток, которое определено для каждого индекса за период 1971...2018 гг., варьируется в пределах 15...21 суток. Доля теплых дней (TX90p) и доля теплых ночей (TN90p) растет на 1...3 %/10 лет. Доля вклада тренда в общую дисперсию составил от 8 до 21 %. В основном на всех МС тренды индексов TX90p и TN90p статистически значимы, что видно по значению p-value. В количестве холодных дней и ночей (TX10p и TN10p) наблюдается отрицательный тренд со скоростью 1...2 %. Коэффициент детерминации составил от 8 до 16 %. Статистически незначимым является тренд индексов TX10p и TN10p на МС Ауыл-4, TX10p на МС Сарышаган, TX90p и TX10p на МС Саяк.

В таблице 4 приведены значения индексов, которые показывают количество суток с температурой воздуха ниже или выше определенного порога. Целью данной работы было исследовать термический режим холодного периода, следовательно, в качестве пороговых индексов были взяты именно те, которые связаны с низкими и отрицательными температурами.

Таблица 4

Характеристика индексов температуры воздуха в холодный период года (ноябрь...март), основанных на пороговых значениях, рассчитанных за период 1971...2018 гг.

Станция	Индекс	Среднее значение индекса, кол-во суток	Коэффициент линейного тренда, кол-во суток/10лет	Коэффициент детерминации %	p-value
Ауыл-4	FD2	145	-1,5	16	0,01
	FD0	138	-2,4	19	0
	FDm2	126	-2,9	13	0,01
	ID	76	-2,2	4	0,18
	FDm20	28	-1,9	4	0,2
Балкаш	FD2	148	-1,1	18	0
	FD0	142	-1,9	18	0
	FDm2	133	-2,7	14	0,01
	ID	99	-3,3	10	0,03
	FDm20	30	-2,4	7	0,07
Куйган	FD2	146	-1,5	18	0
	FD0	137	-2,4	16	0
	FDm2	124	-3,6	17	0
	ID	76	-4,2	14	0,01
	FDm20	26	-3	9	0,04
Сарышаган	FD2	147	-1,4	22	0
	FD0	139	-2,7	25	0
	FDm2	128	-3,6	20	0
	ID	97	-4,2	16	0,01
	FDm20	25	-2,7	9	0,05
Саяк	FD2	146	-1,7	22	0
	FD0	141	-3	31	0
	FDm2	131	-4,1	25	0
	ID	94	-3,8	11	0,03
	FDm20	21	-2,1	8	0,06

На всех МС чаще всего наблюдались дни с суточным минимумом температуры ниже 2 °С. Значения индекса FD2 составляют от 145 до 148 суток, и наблюдается тренд на уменьшение дней с такой температурой со скоростью около 2...1 суток/10 лет,  $p\text{-value} \leq 0,05$ . Коэффициент детерминации равен 16...22 %. Число суток, когда суточный минимум температуры был ниже 0 °С (FD0), составляло от 138 до 142. Тренд индекса FD0 отрицательный и статистически значим на всех МС и составил от 3 до 2 суток/10 лет. Коэффициент детерминации составил от 16 до 31 %. Количество дней, когда суточный минимум был ниже минус 2 °С (FDm2), колеблется по исследуемым станциям в пределах 124...133. Тренд статистически значим, и количество дней с такой температурой сокращается примерно на 3...4 суток каждые 10 лет. Доля вклада тренда в общую дисперсию варьирует от 13 до 25 %. Количество суток с суточным максимумом ниже 0 °С (ID) составило на исследуемых МС от 76 до 99. Тренд был статистически значим на всех МС кроме МС Ауыл-4. Тенденция индекса ID идет на сокращение таких дней со скоростью примерно 2...4 суток/10 лет. Коэффициент детерминации составляет от 4 до 16 %.

Значение индекса FDM20 было наименьшим. Количество дней с суточным минимумом ниже минус 20 °С составляло от 21 до 30. Статистически значимыми являются тренды на МС Куйган и Сарышаган. Количество суток на этих МС уменьшается со скоростью примерно 3 суток/10 лет. Коэффициент детерминации составил 9 %. О степени континентальности климата можно судить по суточным амплитудам температуры воздуха. В таблице 5 приведены значения средней многолетней суточной амплитуды за холодные периоды года в 1971...2018 гг., а также характеристики тенденций в суточной амплитуде. Значение средней многолетней суточной амплитуды составляет от 8.1 до 10.8 °С. Статистически значимый тренд амплитуды ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ) наблюдается на МС Ауыл-4, Балкаш и Саяк. Средняя суточная амплитуда уменьшается со скоростью 0,2...0,4 °С. Коэффициент детерминации для этих МС составляет 9 и 21 %.

Таблица 5

Характеристики средней суточной амплитуды (индекс DTR) температуры воздуха, рассчитанные за холодный период года в 1971...2018 гг.

Станция	Среднее значение индекса, °С	Коэффициент линейного тренда, °С/10 лет	Коэффициент детерминации %	p-value
Ауыл-4	10,8	-0,3	9	0,04
Балкаш	9	-0,2	9	0,04
Куйган	10,7	-0,1	0	0,73
Сарышаган	8,1	-0,2	6	0,11
Саяк	9,4	-0,4	21	0

**Заключение.** По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) Холодный период в данном регионе длится с ноября по март;
- 2) Анализ трендов средних месячных температур воздуха показал, что статистически значимы тренды только в феврале и марте на пяти МС и в ноябре на МС Саяк. Коэффициент линейного тренда положительный, что свидетельствует о росте температур воздуха в прибалкашском регионе в феврале и марте в период 1971...2018 гг.;
- 3) По среднемесячным показателям самым холодным месяцем является январь, а самым теплым – ноябрь, хотя на МС Балкаш самое минимальное значение (минус 20,4 °С) наблюдалось в феврале 1974 года, а самая максимальная среднемесячная температура (3,7 °С) в марте 2013 года. Коэффициенты асимметрии во все месяцы кроме марта отрицательны. В феврале и марте почти на всех МС наблюдается рост среднемесячной температуры за 1972...2018 гг. Тренды среднемесячных температур в остальных месяцах незначимы.
- 4) Анализ климатических индексов, основанных на абсолютных значениях, показывают, что тренды многих индексов статистически значимы ( $p\text{-value} \leq 0.05$ ). Коэффициенты линейного тренда у всех индексов положительны, что говорит об устойчивом повышении суточных максимумов и минимумов.
- 5) Увеличивается повторяемость теплых дней (TX90p) и теплых ночей (TN90p), а повторяемость холодных дней (TX10p) и ночей (TN10p) уменьшается.
- 6) Уменьшается количество суток с температурой воздуха ниже выбранных пороговых значений: 2 °С, 0 °С, минус 2 °С, минус 20 °С;
- 7) Наблюдается уменьшение суточной амплитуды воздуха на трех МС (Ауыл-4, Балкаш, Саяк) это уменьшение статистически значимо.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климат Казахстана. Под ред. А.С. Утешева – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 367 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Том 13. Вып.2. Бассейн озера Балкаш. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 644 с.
4. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 528 с.
5. Alexander L.V., Zhang X., Peterson T.C., Caesar J., Gleason B., Klein Tank A.M.G., Haylock M., Collins D., Trewin B., Rahimzadeh F., Tagipour A., Kumar Kolli R., Revadekar J.V., Griffiths G., Vincent L., Stephenson D.B., Burn J., Aguilar

- E., Brunet M., Taylor M., New M., Zhai P., Rusticucci M., Vazquez Aguirre J.L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation // Journal of Geophysical Research-Atmospheres. – 2006. – issue 111. – P. 1-22.
6. Frich P., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G., Peterson T. Observed coherent changes in climate extremes during the second half of the twentieth century // Climate Research. – 2002. – issue 19. – P.193-212.

Поступила: 26.11.2019 г.

Е.Е. Белдеубаев

Географ. ғылымдар. кандидаты

С.А. Долгих

### **БАЛҚАШ МАҢЫ АУАСЫНЫҢ ЖЕР БЕТІНЕ ЖАҚЫН ҚАБАТЫНДАҒЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ МЕН СОҢҒЫ ОН ЖЫЛДЫҚТАҒЫ ӨЗГЕРІСТЕРІ**

*Түйін сөздер:* температуралық жағдай, ауа температурасының климаттық көрсеткіштері, суық мезгіл

*Бұл мақалада Балқаш маңы өңірінің метеорологиялық станцияларының 1971...2018 жылдардағы деректері бойынша суық мезгілдегі ауаның жер бетіне жақын қабатының температурасы талданды. Ауа температурасының негізгі статистикалық сипаттамалары мен климаттық көрсеткіштер есептелді, олар суық кезеңнің ұзақ мерзімді жылу режимін және жаһандық климаттың өзгеруі неғұрлым айқын болған, соңғы он жылдықтағы өзгерісін сипаттайды.*

Ye.Ye. Beldeubayev, S.A. Dolgikh

### **ABOUT TEMPERATURE REGIMES OF SURFACE AIR IN THE COLD PERIOD IN THE BALKASH REGION AND ITS CHANGES IN THE LAST DECADES**

*Keywords:* temperature regime, climatic indices of air temperature, cold period.

*This article analyzes the temperature of surface air in the cold period according to data from meteorological stations of the Balkan region for 1971...2018. The basic statistical characteristics and climatic indices of air temperature were calculated, characterizing the long-term thermal regime of the cold period and its change over the past few decades, when global climate change manifested itself most vividly.*

УДК 504.064.37; 556.16; 626.8

Канд. техн. наук

А.Г. Терехов<sup>1</sup>**ПОТЕНЦИАЛ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ  
ВОДНОСТИ СЕЗОНА В КИТАЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА РЕКИ  
ИЛЕ**

**Ключевые слова:** река Текес, бассейн трансграничной реки, снежный покров, аномалии водного эквивалента снега, водность реки, режим работы водохранилища, антропогенное маловодье.

*В статье рассмотрен информационный потенциал спутникового продукта «Snow Water Equivalent Anomaly» FEWS NET в задаче оценки запасов снега в зоне формирования стока р. Текес (КНР). Река Текес является основным притоком крупной трансграничной (КНР-Казахстан) реки Иле. В маловодный сезон календарные даты сезонного пополнения водохранилища на реке Текес смещаются на более поздние сроки, что приводит к возникновению острого маловодья на р. Иле. Прогноз этих явлений представляет большой интерес.*

**Введение.** Оперативная гидрологическая информация по территории КНР в рамках трансграничного бассейна р. Иле не доступна для Казахстанских специалистов. Большая часть оперативной гидрологической информации по территории Китая базируется на спутниковых данных [1...7]. На крупнейшем притоке реки Иле, реке Текес (КНР) в 2006 году был построен гидроузел с водохранилищем. Работа этого водохранилища (энергетический режим) существенно влияет на расход воды в реке Иле. В маловодные годы календарные даты сезонного пополнения этого водохранилища смещаются с мая-июля на июль-август. Как правило, это приводит к острому техногенному маловодью на реке Иле. Маловодье всегда носит неожиданный характер для казахстанской стороны, т.к. не может быть спрогнозировано с помощью методик, используемых в национальной системе метеорологической службы. Методики основаны на мониторинге расхода воды в небольших реках-

---

<sup>1</sup>РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан.

аналогах, протекающих по территории Казахстана, и не могут учесть антропогенный фактор.

Спутниковые данные позволяют оценивать состояние снежного покрова любых территорий. Водность горных рек Тянь-Шаня, в том числе и р. Текес, сильно зависит от запасов снега в высокогорной зоне формирования стока. Целью данной работы являлась оценка информационного потенциала спутникового продукта «Snow Water Equivalent Anomaly» USGS FEWS NET, в задаче оценки водности сезона в бассейне р. Текес.

**Территория исследования.** В качестве территории исследования выступал бассейн р. Текес. Река Текес является крупнейшим притоком трансграничной (КНР-Казахстана) реки Иле (рис. 1). Бассейн, с площадью, примерно 2200 км<sup>2</sup>, расположен в межгорной долине между хребтом Кетмень (с севера) и хребтами внутреннего Тянь-Шаня (с юга), в диапазоне высот 790...5800 м над уровнем моря. Река Текес также как и р. Иле является трансграничной, верховья относятся к Казахстану, а нижняя часть к СУАР КНР. Основной объем стока река Текес собирает на территории КНР. Запас воды в снеге, накопленном в высокогорной части зоны формирования стока, наиболее важен для стока в летний период.

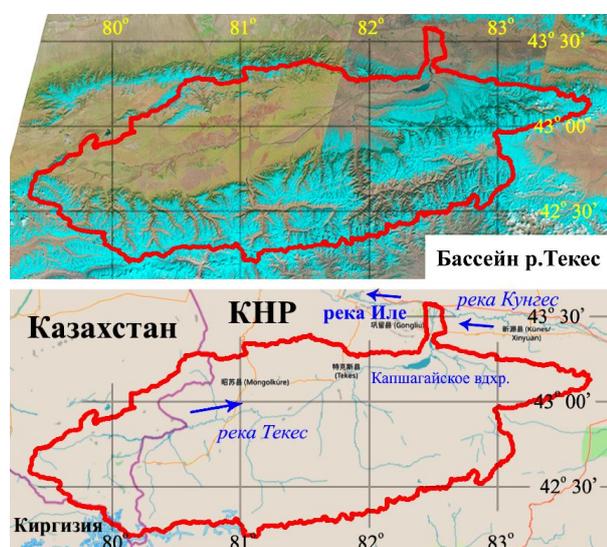


Рис. 1. Бассейн р. Текес, карта и спутниковая мозаика (LANDSAT-8, март-апрель 2020).

**Исходные данные и методика обработки.** В качестве исходных данных использовался модельный продукт «Snow Water Equivalent

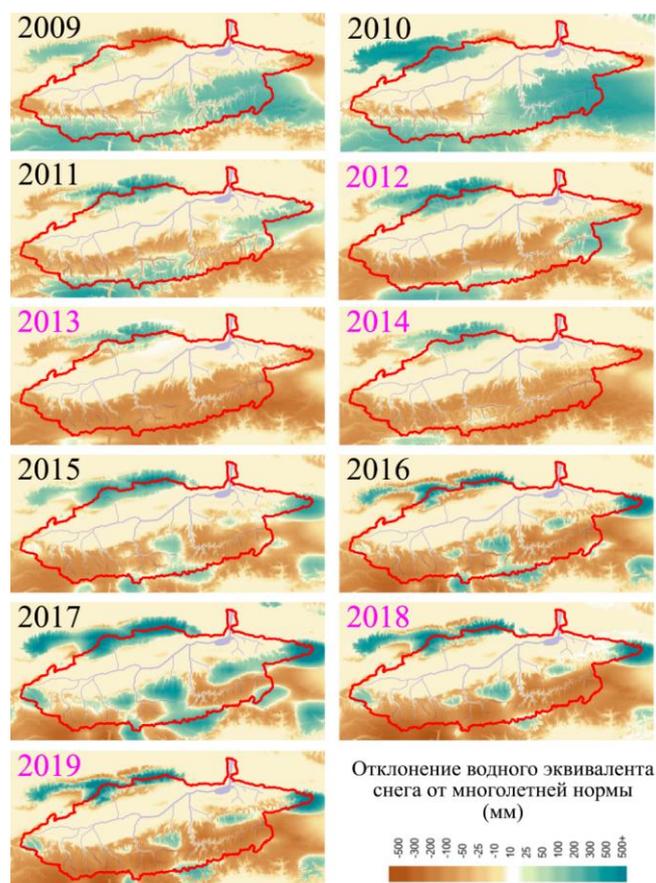
Аномалы» программы Famine Early Warning System NET (SWEA FEWS NET), доступный на сайте программы (<https://earlywarning.usgs.gov/fews/>). В рамках этой программы имеется внутренний картографический инструмент Early Warning Explorer (EWX), который позволяет работать с основными картографическими слоями. Для сцены “Central Asia” продукт SWEA FEWS NET обеспечивает ежедневное покрытие территории в пределах 21°...56° СШ и 30°...100° ВД, с разрешением 1 км. SWEA привязан к спутниковым данным TERRA MODIS, поэтому имеет архив с октября 2000 года. Шкала значений SWEA от –500 мм до +500 мм (H<sub>2</sub>O). Интерфейс EWX позволяет оператору выбирать произвольный пространственный масштаб рассмотрения территории, наиболее эффективный для решаемой задачи.

В качестве календарной даты для межгодового сравнения было выбрано 20 апреля. К этому сроку снежный покров остается только в верхних частях бассейна и карты SWEA отражают спутниковые оценки запаса воды в снеге в зонах формирования стока.

Инструмент EWX ориентирован на экспертную работу. Эксперт имеет возможность быстро и эффективно изучать суточный архив 20-ти летних данных, проводить сравнения различных карт и на базе этого анализа формировать свои рекомендации.

**Полученные результаты.** На рисунке 2 представлены карты SWEA FEWS NET для бассейна р. Текес на 20 апреля в период штатной работы Капшагайского водохранилища с 2009 по 2019 гг. Эти данные могут служить основанием для экспертных заключений по состоянию снежного покрова в хребтах внутреннего Тянь-Шаня на территории КНР.

**Обсуждение.** Расход воды в реке Текес в весенне-летний период зависит от двух основных факторов. Первый, это запас снега в высокогорной зоне формирования стока. Второй – это осадки в виде дождя в период май-август. Если оба фактора превышают средние многолетние значения формируется исключительно многоводный сезон, например ситуация 2010 года. Также возможны и другие комбинации. Например, мало снега и мало осадков – сезон 2014 года; мало снега и много осадков – сезон 2016 года; и т.д.



*Рис. 2. Карты SWEA FEWS NET для бассейна р. Текес в период 2009...2019 гг.*

На рисунке 2 отображены все карты периода 2009...2019 гг. При этом, маловодье, со смещением сроков заполнения водохранилища регистрировалась в пяти сезонах, 2012...2014, 2018...2019 годов [8]. Все эти года характеризовались уменьшенными запасами снега в высокогорной зоне формирования стока.

Карты аномалий запасов воды в снежном покрове в горных территориях в бассейне р. Текес на базе SWEA FEWS NET характеризуют один из важнейших источников формирования речного стока. Однако, только этой информации недостаточно для научно обоснованного прогноза водности сезона, но учет этого параметра позволяет судить о перспективах текущего сезона. В случае аномальных запасов снега

(минимума или максимума) перспективы водности сезона становятся более определенными: маловодье, либо его отсутствие.

**Заключение.** Маловодность р. Иле на территории КНР сопровождается антропогенным маловодьем второй половины лета, прогноз которого представляет собой весьма востребованную задачу. Использование спутникового продукта «Аномалии водного эквивалента снега» программы FEWS NET для высокогорной зоны формирования стока р. Текес в хребтах внутреннего Тянь-Шаня (КНР) позволяет, заблаговременно (20 апреля), получать информацию о запасах снега в высокогорной зоне формирования стока р. Текес, что важно для экспертных оценок перспектив водности сезона в середине лета.

Работа выполнена при поддержке ГФ МОН РК, проект № AP 05134241.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов А.Г. Спутниковый мониторинг водного зеркала оз. Эби-Нур (КНР) в период 1990...2017 гг. // Гидрометеорология и Экология. – 2017. – №3(86). – С. 72-79.
2. Терехов А.Г., Долгих С.А. Спутниковые оценки параметров межгодового контр-регулирования стока р. Иле с помощью водохранилищ в китайском секторе бассейна в период 2007...2016 гг.// Гидрометеорология и Экология. – 2017. – №3(86). – С. 92-100.
3. Терехов А.Г. Технические характеристики водного канала Кара-Ертис – Карамай: спутниковые оценки // Гидрометеорология и Экология. – 2017. – №4(87). – С. 54-62.
4. Терехов А.Г. Возможности спутникового мониторинга водохранилищ в задаче диагностики водности реки Иле на территории КНР в сезоне 2017 года // Гидрометеорология и Экология. – 2018. – №1(88). – С. 27-35.
5. Терехов А.Г. Мониторинг озера Манас (КНР) в период 1989...2017 годов по спутниковым данным LANDSAT // Гидрометеорология и Экология. – 2018. – №2(89). – С. 63-72.
6. Терехов А.Г. Спутниковый мониторинг формирования снежного покрова Казахстана // Гидрометеорология и Экология. – 2018. – №3(90). – С. 29-36.
7. Терехов А.Г. Технические характеристики водного канала Кара-Ертис – Урумчи: спутниковые оценки // Гидрометеорология и Экология. – 2018. – №4(91). – С. 63-74.

8. Терехов А.Г., Пак А.А. Спутниковый прогноз влияния пополнения Капшагайского водохранилища (КНР) на водность трансграничной реки Иле в 2019 году // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т.16. – № 4. – С. 298-302. – DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-4-298-302.

Поступила 11.02.2020 г.

Техника ғылымдар, кандаты А.Г. Терехов

### ІЛЕ ӨЗЕНІ БАССЕЙНІНІҢ ҚЫТАЙ БӨЛІГІНДЕГІ МАУСЫМ СУЛЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ МІНДЕТІНДЕГІ СПУТНИКТІК ДЕРЕКТЕРДІҢ ӘЛЕУЕТІ

**Түйінді сөздер:** Текес өзені, трансшекаралық өзен, қар жамылғысы, қардың су эквивалентінің ауытқулары, өзеннің сулылығы, су қоймасының жұмыс режимі, антропогендік су ағысы.

*Мақалада "Snow Water Equivalent Anomaly" FEWS NET спутниктік өнімінің ақпараттық әлеуеті қаралды. Текес өзені Іле ірі трансшекаралық (ҚХР-Қазақстан) өзенінің негізгі ағыны болып табылады. Су аз Маусымда Текес өзеніндегі су қоймасын маусымдық толықтырудың күнтізбелік күндері неғұрлым кеш мерзімге ауыстырылады, бұл Іле өзеніндегі қатты су ағысының пайда болуына әкеп соғады. Бұл құбылыстардың болжамы үлкен қызығушылық тудырады.*

A.G. Terekhov

### SATELLITE DATA IN TASK OF WATER REGIME ESTIMATION IN CHINE'S PART OF RIVER ILE BASIN

**Keywords:** Tekes River, transboundary river basin, snow cover, reservoir operation mode, anthropogenic low water discharge

*The article considers the information potential of the satellite product "Snow Water Equivalent Anomaly" FEWS NET in the task of estimating snow deposit in the runoff formation area of Tekes River (China). The Tekes River is the main tributary of the large cross-border (China-Kazakhstan) Ile River. In the low-water season, the calendar dates for seasonal reservoir replenishment on the Tekes River are shifted to a later date, which leads to the occurrence of sharp low water on the Ile river. The forecast of these phenomena is of great interest.*

УДК 551.506.2:551.509.51

М.Э. Шмидт<sup>1</sup>  
Т.В. Худякова<sup>1</sup>  
И. Амирова<sup>1</sup>  
С. Ибраев<sup>1</sup>  
С. Балабеков<sup>1</sup>  
Е.И. Васенина<sup>1</sup>  
Н. Лоенко<sup>1</sup>  
Ж. Исабекова<sup>1</sup>  
А. Мынжанова<sup>1</sup>

## СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2018 ГОДУ

**Ключевые слова:** климатическая норма, синоптический процесс, стихийные метеорологические явления, гидрологические явления, агрометеорологические условия, равнинная территория, Северный Каспий, территория Казахстана.

*В обзоре приведены краткие описания погоды, сведения о стихийных метеорологических явлениях и краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших их возникновение на территории Казахстана за 2018 год. Кроме этого, помещены обзоры стихийных гидрологических и агрометеорологических явлений, наблюдавшихся на рассматриваемой территории, а также обзор состояния водной поверхности Северного и Среднего Каспия.*

### Краткий обзор погоды по территории Казахстана

Распределение среднегодовой температуры воздуха было в пределах климатической нормы на большей части республики и ниже нормы на 1 °С – на севере, местами на северо-западе, востоке, центре и юго-востоке Казахстана.

Осадков выпало на большей части территории около нормы, больше нормы в 1,3...2 раза отмечалось в северо-восточной части, дефицит осадков – местами на западе, северо-западе, юге и центре республики.

**Зима** была преимущественно холодной с дефицитом осадков на большей части территории. В зимние месяцы преобладали меридиональные процессы, при северо-западных и северных вторжениях проникновение арктиче-

---

<sup>1</sup> РГП «Казгидромет», г. Алматы, Казахстан

ского воздуха на территорию республики обусловили формирование отрицательных аномалий.

**Начало весны** было теплым в юго-восточной половине республики и холодным в северо-западной, т.е. в марте произошла перестройка меридиональных процессов на зональные. Однако конец весны был напротив холодным, за исключением западных районов (возвраты холодов в мае очень частое явление). В течение месяца блокирующий антициклон над ЕТР способствовал формированию глубокой ложбины, ориентированной с районов Таймыра на юг, юго-восток Казахстана.

Начало и конец **лета** были более холодными на большей части страны, в самом теплом месяце – июле над Казахстаном преобладал высотный гребень, а в июне и июле высотная ложбина.

**Осень** была относительно теплой, за исключением ноября, который был холодным на большей части республики, и с осадками преимущественно около и больше нормы.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной на юге, юго-западе и юго-востоке произошел в третьей декаде февраля и в первой декаде марта; на востоке – в середине марта, в центре – в третьей декаде марта, на западе, севере, северо-западе – в первой декаде апреля.

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

**Январь** был холодным и с дефицитом осадков. Средняя месячная температура воздуха была ниже нормы на 1...9 °С на большей части республики, лишь на крайнем юге, юго-западе и западе – около нормы.

Осадков выпало меньше нормы, лишь в отдельных районах северо-запада, юго-запада и юга больше нормы в 1,3...4 раза. Дефицит осадков в январе был связан с преобладанием поля повышенного атмосферного давления.

**Февраль** был менее холодным, чем январь, но также с малым количеством осадков. Средняя за месяц температура воздуха была около и ниже нормы на 1...4 °С в большинстве областей и на 1...3 °С превысила норму в юго-восточной части, и местами на западе республики.

Осадков выпало меньше нормы, около и в 1,3...2 раза больше нормы местами на западе, юге, севере, востоке и центре Казахстана.

**В марте** преобладала зональная циркуляция, поэтому месяц был экстремально теплым с превышением нормы на 1...7 °С в юго-восточной половине республики.

Преобладание циклонической деятельности у земли, стало причиной выпадения значительного количества осадков в марте. Осадков выпало около и больше нормы в 1,3...5 раза на большей части республики, лишь местами на юго-западе - меньше нормы.

**В апреле** аномалия температуры была в пределах климатической нормы почти по всей территории, лишь местами на востоке и в горных районах юго-востока на 1...2 °С выше нормы.

Осадков выпало около и больше нормы в 1,3...3 раза в северо-восточной половине, местами на юге, юго-востоке, западе и центре; дефицит осадков наблюдался местами на северо-западе, юго-западе, юге, юго-востоке и центре Казахстана.

**В мае** на погоду большей части Казахстана оказывала влияние малоподвижная глубокая ложбина, которая способствовала формированию отрицательной аномалии до 1...5 °С, с очагом на северо-востоке республики. Западные районы, напротив, были под влиянием высотного гребня, что обусловило положительную аномалию до 1...4 °С.

В мае осадков выпало на большей части республики меньше нормы, лишь на севере, местами западе, востоке и юго-востоке – около и больше нормы в 1,3...2,5 раза.

Средняя месячная температура воздуха в **июне** на большей части территории республики была около и ниже нормы на 1...3 °С, за исключением востока и юго-запада, где температура воздуха была выше нормы на 1...3 °С.

Осадков в июне выпало больше чем в мае, в северо-восточной половине, местами на юге, юго-востоке и центре страны отмечалось около и больше нормы в 1,3...3 раза. А в юго-западной половине, местами на юге, юго-востоке, востоке и центре – меньше нормы.

**В июле** наблюдалась контрастная погода: если в западных регионах с стационарным высотным гребнем тепла отмечалась жаркая погода с аномалиями температуры воздуха выше нормы на 1...5 °С, то в восточной половине республики с влиянием высотной ложбины аномалия температуры была близкой и кое-где ниже нормы на 1...2 °С.

Осадков в июле выпало меньше нормы, но местами на западе, севере, востоке и юго-востоке около и больше в 1,3...4,4 раза.

**В августе** температура воздуха была в пределах климатической нормы на большей части республики, ниже нормы на 1 °С местами на юго-западе, севере и центре, выше нормы на 1...2 °С местами на юго-востоке и востоке Казахстана.

Осадков выпало около и больше нормы в 1,3...4 раза на большей части территории РК, меньше нормы – местами на западе, в центре и юге Казахстана.

**Сентябрь** был преимущественно прохладным, с неравномерным выпадением осадков. Средняя месячная температура воздуха была около нормы и местами ниже нормы на 1...2 °С в центре, на востоке и юго-востоке Казахстана, выше нормы на 1...2 °С местами на западе, северо-западе и крайнем севере.

Осадков выпало меньше нормы на большей части республики, около и выше нормы в 1,3...3,5 раза в северо-восточной половине, местами на северо-западе, западе и юге.

**Октябрь** был преимущественно теплым. Средняя месячная температура воздуха была около нормы преимущественно в восточной половине Казахстана и выше нормы на 1...2 °С – в западной.

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

**Ноябрь** был преимущественно холодным. Аномалия температуры была около и ниже нормы на 1...5 °С, лишь на крайнем севере республики выше нормы на 1 °С.

Количество осадков составило около и больше нормы в 1,3...3 раза на большей части территории, меньше нормы на западе, северо-западе, местами на юге и центре республики.

**Декабрь** также выдался холодным, но с количеством осадков меньше, чем в ноябре. Аномалия температуры была ниже нормы на 1...5 °С на большей части Казахстана, около и выше нормы на 1 °С местами на западе и юге республики.

Количество осадков за месяц составило около и меньше нормы на большей части территории, больше нормы в 1,3...2 раза на западе и местами в южной половине республики. Большую часть месяца под влиянием Сибирского антициклона в республике наблюдалась по-настоящему зимняя погода.

### **Краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших возникновение стихийных метеорологических явлений**

**Сильный ветер, шквал.** Сильный ветер является одним из наиболее распространенных опасных метеорологических явлений в Казахстане. Сильные ветры при скорости 30 м/с и более в 2018 году наблюдались на 27 метеорологических станциях и постах. Всего было зарегистрировано 50 случаев такого усиления ветра, в том числе 13 случаев в орографических районах.

В Актюбинской области с 21 по 25 января наблюдался штормовой ветер восточного и юго-восточного направления 15...25 м/с и сильные низовые метели, которым способствовало наличие снежного покрова.

Кроме сильного ветра, в этот период на М Мугоджарская наблюдалось ещё одно явление СГЯ – это сильная низовая метель продолжительностью 99 ч., с видимостью 200 м при средней скорости ветра 26 м/с. Также на М Жагабулак низовая метель с видимостью 500 м, при средней скорости ветра 16 м/с продолжалась 37 ч. После того, как 25 января центр антициклона переместился на Северо-Казахстанскую область, а его отрог распространился на Черное море и Среднюю Азию, ветер в Актюбинской и Кызылординской областях начал ослабевать, и 26 января в 07 ч 45 м ВСВ закончилась и низовая метель.

В этот же период в Кызылординской области наблюдался ветер 15...23 м/с восточного, северо-восточного направления, а на М Жосалы его скорость достигала критерия СГЯ и была 30...34 м/с.

Ещё один период, когда отмечался сильный ветер, относящийся к категории СГЯ, отмечался 29...31 мая. Сильные ветры в Кызылординской, Жамбылской и Восточно-Казахстанской областях были вызваны прохождением динамически значимого холодного арктического фронта.

**Сильная метель.** В 2018 году было зарегистрировано 2 периода с сильной метелью продолжительностью 12 часов и более, со средней скоростью ветра 15 м/с и более и видимостью менее 500 м: 11...12 января и 7...8 марта. Также отмечалось 3 случая локальных сильных метелей.

В течение периода 11...12 января метели охватили территорию Костанайской, Акмолинской, Карагандинской и Павлодарской областей. В 9 пунктах метели продолжались от 14 до 22 ч при средней скорости 15...27 м/с и видимости 50...500 м. В этот же период в Акмолинской, Павлодарской и Карагандинской областях было отмечено 8 случаев штормового ветра со скоростью от 30 до 39 м/с, в Павлодарской области на АМП Андриановка днём 11 января за 10

ч выпал сильный снег 26 мм. Все эти метели, ветер и снегопад по достигнутым значениям отнесены к СГЯ.

Аналогичная синоптическая ситуация наблюдалась 7 марта, когда метели с видимостью 50...500 м при ветре 15...23, с порывами 24...29 м/с охватили Костанайскую, Акмолинскую, Карагандинскую, Павлодарскую и Восточно-Казахстанскую области. В Акмолинской, Карагандинской и Костанайской областях местами отмечались сильные метели продолжительностью 12...24 ч, видимостью 200...500 м при средней скорости ветра 15...18 м/с.

В Актюбинской области 22...26 января на М Мугоджарская и Жагабулак наблюдались сильные низовые метели продолжительностью 99 и 37 ч соответственно.

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

7 и 26 марта, 3 и 13...15 мая, 2...4 июля, 24 сентября, 28 октября и 24 ноября в Алматинской области прошли сильные дожди, когда за 3...12 ч выпало от 31 до 45 мм осадков, и вызваны они были прохождением динамически значимых холодных атмосферных фронтов при западных и северо-западных вторжениях антициклонов. Синоптические процессы, при которых наблюдались сильные дожди, были подробно описаны в предыдущих обзорах СГЯ. Сильные дожди отмечались и на равнине, где их количество составило от 59 до 105 мм. Ночью 1 августа, в результате северо-западного вторжения в Карагандинской области местами прошли дожди, на М Баршино выпало 74 мм осадков. Ещё один локальный сильный дождь, относящийся к категории СГЯ, наблюдался на АМП Переметное (р-н г. Уральска) в Западно-Казахстанской области ночью 22 июля. Дождь начался в 17 ч 20 м ВСВ и продолжался 7 часов. За это время выпало 105 мм осадков.

Также, как и дожди, сильные снегопады ежегодно отмечаются преимущественно в горных и предгорных районах юга и юго-востока республики. Сильный снег 20...39 мм отмечался местами в горных и предгорных районах Туркестанской и Алматинской областей 1 и 15 февраля 4 и 14 марта, 11 и 18 апреля и 4 сентября. На равнине наблюдалось всего два случая сильного снегопада: в Павлодарской области на АМП Андриановка 11 января за 10 ч выпало 26,3 мм осадков, в Костанайской области на ГП Урпек ночью 14 марта также за 10 ч выпало 21,5 мм осадков.

### Обзор стихийных гидрологических явлений

Зима 2017...2018 г.г. была поздней и малоснежной. Благоприятный температурный режим в марте-апреле (положительные дневные и отрицательные ночные температуры воздуха) в основном способствовало затяжному, медленному таянию снега и постепенному повышению уровней воды на равнинных реках Казахстана.

Половодье 2018 г. на реках Карагандинской области началось с появления воды на льду на р. Жаман-Сарысу в п. Атасу в середине марта после полного промерзания реки зимой. На реках Карагандинской области (Нура, Шерубайнура, Сарысу, Кенгир) половодье началось в третьей декаде марта - первой декаде апреля.

На р. Нура вода пошла поверх льда 23 марта, пик прошёл 26 марта, в средней части Нуры прохождение воды было осложнено заторами льда на всём протяжении русла от п. Шешенкара до Самаркандского водохранилища. Половодье началось 23...24 марта и проходило в 2 пика 27...28 марта и 9 апреля с существенным спадом 2...6 апреля из-за похолодания. В нижнем течении Нуры на г/п в ауле Акмешит плавные подъёмы уровней начались с 20 марта, ледяной покров был разрушен 8 апреля.

На р. Шерубайнуре половодье началось 26...27 марта. В среднем течении на г/п разъезд Карамурын максимум водности пришёлся на 10 апреля и составил 74,6 куб.м/с.

Гидрометеорологические условия для формирования весеннего половодья в 2018 г. на реках Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областей указывали на то, что весна будет маловодной. Осеннее увлажнение почвогрунтов (один из важных показателей будущей величины весеннего стока равнинных рек) было на 20...65 % больше нормы в бассейнах рек Торгай, Тобол, Жабай, Астана. На 20...30 % меньше нормы осеннее увлажнение на реках бассейнов р. Тогызак (приток Тобола), Аят. В бассейнах р. Силети, Есиль, Шагалалы, Калкутан осеннее увлажнение было в пределах нормы.

На равнинной территории Казахстана снегозапасы по данным на 1 марта 2018 г. ниже обычного на 20...30 % были в бассейнах рек Актюбинской, Костанайской, Акмолинской, Северо-Казахстанской, на большей части Карагандинской областей.

На реках Костанайской, Акмолинской и Северо-Казахстанской областей половодье началось в конце третьей декады марта – конец второй декады апреля. Приток воды в Астанинское водохранилище на р. Есиль был ниже ожидаемого значения. Уровни воды на этих реках превышали опасные отмет-

ки, начались подтопления. 14 апреля на р. Жабай – ГП Атбасар уровень воды составил 687 см, превысив критическую отметку на 0,4 м, 8 апреля на р. Силети уровень воды превысил опасную отметку на 0,8 м, так же превышение опасной отметки отмечались в нижерасположенных гидрологических постах Сергеевского водохранилища: ГП Покровка, ГП Новоникольское, ГП Долматово, наблюдался выход воды на пойму. В связи с превышением опасного уровня воды произошло подтопление моста на р. Есиль у с. Новоникольское Кызылжарского района. 25 апреля в г. Петропавловск 528 км автодороги республиканского значения «Челябинск-Новосибирск» в результате поднятия уровня воды в р. Есиль произошел перелив через автодорогу вблизи п. Заречный г. Петропавловска (длина 100 м и глубина 45 см). Из-за увеличения уровня воды в р. Есиль подтоплено 123 дачных участка. В связи с отсутствием проживающего населения эвакуация не производилась (по данным ЧС). 16 апреля в связи с сильными порывами ветра западного, юго-западного направления до 21 м/с в Северо-Казахстанской и Акмолинской областях был спровоцирован ветровой нагон водной волны с Акмолинской области на р.Есиль в районе ГП Токсанби, пик прошёл 17 апреля, максимальный измеренный расход был равен 2410 м<sup>3</sup>/с при уровне 862 см, превысив опасную отметку. На отдельных реках Костанайской области (р. Торгай, р. Караторгай, р. Дамди, р. Сарыторгай) уровни воды превысили опасные отметки, подтоплений не наблюдалось.

Развитие весеннего половодья на реках Западно-Казахстанской области началось в третьей декаде марта, водность этих рек была в пределах нормы или меньше. Зима 2017...2018 г.г. в западных регионах страны была поздней и малоснежной, наблюдался благоприятный температурный режим (положительные дневные и отрицательные ночные температуры воздуха) в марте-апреле, что способствовало к затяжному, медленному таянию снега и постепенному повышению уровней воды на реках. На большинстве рек изменения в уровнях начались только в первой - второй декадах апреля. В целом на реках запада республики прохождение значительных объемов воды не наблюдалось, на некоторых реках региона половодья не было и вовсе, что говорит об отсутствии зафиксированных фактов подтопления. Гидрологическая обстановка на р. Илек в районе г. Актобе оставалась стабильной, объем воды в Актюбинском водохранилище по окончанию половодья был меньше проектных значений, вынужденных сбросов не проводилось, своевременно были проведены предупредительные сбросы воды. Аналогичная ситуация сложилась и в Карагалинском водохранилище.

Совокупность аномальных гидрометеорологических условий в марте 2018 г. в Восточно-Казахстанской области (3-х месячная норма осадков, повышенные дневные и ночные температуры воздуха и глубокое промерзание почвы) привели к интенсивному таянию снега, формированию талого стока и подтоплению тальми водами населенных пунктов.

К первой декаде апреля в Восточно-Казахстанской области уровень воды на р. Ертис – ГП Абылайкит поднялся на 1 м за счет русловых регулирований и превысил опасную отметку. В период 18...22 апреля на р. Ертис в районе ГП Баженово уровень воды поднялся на 0,6 м за счет увеличения сбросов из Шульбинского вдхр. 2...6 мая в связи с сильными дождями на реках и интенсивным снеготаянием Тургысын – ГП Кутиха, р. Бухтарма – ГП Лесная Пристань, ГП Барлык, р. Уба – ГП Верхуба, р. Куршим, р. Малая Ульби и р. Ульби – ГП Перевалочная уровень воды поднялся на 0,4...0,7 м. 27...28 мая в связи с продолжительными дождями на р. Кара Ертис, р. Ульби – ГП Перевалочная, р. Куршим – ГП Вознесенка, р. Бухтарма – ГП Лесная Пристань, ГП Берель уровень воды поднялся на 0,4...0,7 м за счет интенсивного снеготаяния. 16 марта в результате интенсивного снеготаяния на р. Ертис в районе ГП г. Семей уровень воды превысил опасную отметку. 22...24 июня из-за увеличения расхода воды на р. Кара Ертис – Нанвань на территории КНР, на р. Кара Ертис – ГП Боран уровень воды превысил опасную отметку. 10 апреля и 3 июля на р. Ертис – ГП Абылайкит уровень воды превысил опасную отметку за счет русловых регулирований. В период 4...13 мая на р. Ертис в районе г. Павлодар уровень воды превысил опасную отметку.

В бассейне рек Шу-Талас в период с апреля по октябрь резких изменений не было.

В результате осадков и большого переувлажнения склонов 1 мая наблюдался оползень в Медеуском районе, на ул. Алмалы около дома №45 была угроза обвала дороги. Расстояние от ближайшего жилого дома составляет около 20 метров. В ходе проведенного обследования выявлено, что на данном участке в результате переувлажнения грунта на фоне выпавших осадков произошел обвал грунта рядом с автодорогой. Грунт сошел в русло р. Ерменсай, объем составил около 200 м<sup>3</sup>. Русло реки не перекрыто. Жертв и пострадавших нет. 17...19 мая на оз. Балхаш – ж-д ст. Сарышаган в связи с ветровым нагоном уровни воды превысили максимально наблюдаемые значения. Отмечались подтопления хозяйственных построек на берегу озера (сарай, гаражи и т.д.).

14 мая в связи с выпадением обильных осадков, в Аксайском ущелье, по притоку Кызылжар произошел селевой выброс, объемом 800 м<sup>3</sup>. Селевая

масса перекрыла автодорогу (Алматы – детский пионер лагерь «Аян») и дошла до Кордона лесника.

15 мая в Аксайском ущелье, в селевом врезе «Акжар» (горная местность), из-за выпадения обильных продолжительных осадков в виде дождя произошел селевой выброс расходом  $3,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , объем селевой массы составил  $2000 \text{ м}^3$ . Селевая масса перекрыла а/д «Алматы-летний лагерь Аян» (не функционирующий).

19 мая в Аксайском ущелье по притоку Кызылжар в связи с выпадением осадков в виде дождя произошел селевой выброс, объем селевой массы  $170 \text{ м}^3$ . Селевая масса сошла на автодорогу (Алматы – детский пионер лагерь «Аян»).

7 июня на автодороге БАО–Космостанция в Бостандыкском районе г. Алматы произошел обвал камней объемом  $10 \text{ м}^3$ . 10 июня в Наурызбайском районе, микрорайон Таужолы, с/о «Пищевик» из-за переувлажнения почвы, в результате прорыва технической водопроводной трубы на территорию участка №184 сошла грязевая масса объемом около  $4...5 \text{ м}^3$ . Строения не повреждены.

**Лавины.** В ноябре количество осадков во всех горных регионах Казахстана не превышало среднеголетние значения, устойчивый снежный покров в большинстве горных районов образовался во второй декаде. Высота снега на опорных станциях от нормы в % составила: на Западном Алтае –  $62\%...229\%$ , на хр. Тарбагатай –  $219\%$ , на Жетысуйском Алатау –  $70...150\%$ , на Илейском Алатау –  $71...159\%$ , на хр. Каратау –  $0\%$ , на Таласском Алатау –  $167\%$ . Сход снежных лавин не наблюдался.

В декабре высота снега на опорных станциях от нормы в % составила: на Западном Алтае –  $122\%...214\%$ , на хр. Тарбагатай –  $143\%$ , на Жетысуйском Алатау –  $83...136\%$ , на Илейском Алатау –  $93...117\%$ , на хр. Каратау –  $15\%$ , на Таласском Алатау –  $213\%$ . Сход лавины отмечался в конце третьей декады (28 декабря), на юго-востоке в бассейне Улькен Алматы объем  $4000 \text{ м}^3$ .

#### **Обзор состояния водной поверхности Северного и Среднего Каспия**

По данным береговых и островных морских станций, и постов в 2018 г. уровень Каспийского моря в его северо-восточной мелководной части колебался около отметки минус  $27,97 \text{ м}$  в пределах значений минус  $27,29 \text{ м}$  и минус  $29,18 \text{ м}$ .

В глубоководной казахстанской части Каспийского моря по данным МГ Форт-Шевченко, МГ Актау и МГП Фетисово среднее значение уровня мо-

ря соответствовало отметке минус 28,01 м с максимальным значением при подъёме - минус 27,48 м и минимальным при спаде - минус 28,78 м.

**Сгонно-нагонные явления на Каспийском море.** У северо-восточного побережья Северного Каспия за период с января по декабрь морскими станциями и постами Казгидромет было зафиксировано 46 случаев с нагонными явлениями, и 35 – с ветровым сгоном воды.

8...10 апреля у северо-восточного побережья Каспийского моря в районе морской станции Пешной наблюдалось критическое падение уровня воды до отметки до 51 см, вызванное устойчивым воздействием юго-восточного ветра (до 8 м/с).

26...27 мая М Пешной зафиксировал критическое падение уровня воды до 71 см, вызванное северным направлением ветра с максимальной скоростью ветра до 16 м/с.

6...09 сентября М Пешной зафиксировал критическое падение уровня воды до 68 см, вызванное юго-западным направлением ветра с максимальной скоростью ветра 80 м/с.

9...13 октября на М Пешной наблюдалось понижение уровня воды до отметки до 69 см, вызванное устойчивым воздействием северо-западного ветра (до 10 м/с).

2...05 ноября на М Пешной наблюдалось значительное повышение уровня воды до отметки 73 см, вызванное юго-восточным ветром (до 4 м/с).

10...14 ноября на М Пешной наблюдалось значительное понижение уровня воды до отметки 75 см, вызванное устойчивым воздействием северо-восточного ветра (до 12 м/с).

21...26 ноября на М Пешной также произошло значительное повышение уровня воды до отметки 83 см, вызванное западным ветром (до 12 м/с).

16 июля в районе МГП Саура наблюдалось незначительное повышение уровня моря на 26 см западного направления ветра с максимальной скоростью ветра до 7 м/с.

26...27 сентября в районе МГ Форт-Шевченко произошло незначительное понижение уровня воды на 20 см - северо-западного направления с максимальной скоростью ветра до 11 м/с.

**Ледовая обстановка.** Зима 2017...2018 гг. на Каспийском море по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полугодие и степени распространения границы льда была суровой с устойчивым ледовым покровом в северной мелководной части Каспийского моря.

1 декабря по данным морской станции Пешной северного побережья Каспийского моря наблюдалось образование первых ледяных заберегов, с 10 декабря – появились первичные виды льда. Припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился в конце декабря 2017 г.

Максимальное значение толщины льда зафиксировано у северо-восточного побережья Северного Каспия в середине февраля 2017 г. в районе морской гидрометеорологической станции Пешной – 32 см. У восточного побережья Северного Каспия в течение всего ледового периода сплоченность льда то увеличивалась, то уменьшалась.

В первой декаде февраля процесс ледообразования достиг центральной глубоководной части Северного Каспия. Максимальная толщина льда припайной зоны в этом районе достигала 14 см (МГП Лагань).

Полное очищение моря ото льда в средней части Каспийского моря произошло 6 марта 2018 г. 28 марта 2018 г. припай полностью разрушен в районе метеорологической станции Пешной.

Северное побережье Каспийского моря полностью освободилось ото льда 1 апреля 2018 г.

#### **Обзор стихийных агрометеорологических условий**

Агрометеорологический обзор. Во второй и третьей декадах января, местами в феврале аномалия температуры воздуха была ниже нормы на 2...13 °С. В конце февраля и в первой декаде марта аномалия температуры в основном наблюдалось выше среднееголетних значений, ниже нормы на 2...5 °С в Акмолинской, Актюбинской, Западно-Казахстанской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях. Во второй декаде марта аномалия температуры была преимущественно ниже среднееголетних значений, выше нормы на 2...4 °С в Алматинской, Жамбылской и Туркестанской областях.

За весенний период 2018 г. положительная аномалия температуры воздуха на территории Казахстана установилась в первой декаде марта в южных областях и на юго-западе, в конце декады в центре страны. В апреле аномалия температуры воздуха в основном была около среднееголетних значений, в Северо-Казахстанской области ниже нормы на 2 °С наблюдалось во второй декаде апреля.

Устойчивый снежный покров на территории Казахстана образовался раньше среднееголетних сроков в Акмолинской, Мангистауской, Кызылординской и Туркестанской областях, позже – в Костанайской, Северо-Казахстанской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Атырауской и Жамбылской областях, около среднееголет-

них сроков в остальных областях. В Созакском, Отырарском, Казыгуртском, Жетысайском и Махтаральском районах Туркестанской области, в Сырдарьинском и Шиелийском районах Кызылординской области, а также в Курмангазинском районе Атырауской области и Мангистауском районе Мангистауской области снежный покров был неустойчив, из-за оттепелей, снег периодический таял.

Глубина промерзания почвы достигала в зимний период в Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской, Павлодарской и Карагандинской областях 139...150 см. В Восточно-Казахстанской, Актюбинской, Западно-Казахстанской и Атырауской областях 97...130 см. В Мангистауской, Кызылординской, Алматинской и Жамбылской областях глубина промерзания почвы составила 43...80 см. В Туркестанской области до 13 см, в основном почва была талая.

Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом на территории республики была в основном около и ниже среднеголетних значений. В Северо-Казахстанской, Акмолинской Павлодарской, Карагандинской и Актюбинской областях снежный покров сохранялся в течение 122...143 дней. В Костанайской, Восточно-Казахстанской, Западно-Казахстанской и Кызылординской областях в течение 97...120 дней. В Алматинской, Мангистауской, Туркестанской, Жамбылской и Атырауской областях продолжительность с устойчивым снежным покровом была от 41 до 85 суток.

В весенний период снежный покров начал разрушаться и полностью сошел на западе в конце марта - начале апреля, на юго-западе в третьей декаде февраля – начале марта, на севере в начале, середине апреля, в центре в конце марта – начале апреля и на востоке в середине, конце марта. В южных областях снежный покров сошел во 2...3 декадах февраля, в Кызылординской и Алматинской областях в начале марта.

К весенне-полевым работам в северной половине республики приступили в обычных и позже обычных сроков, на юге и западе страны приступили в обычные сроки, в некоторых районах чуть раньше или позже среднеголетних сроков.

Во второй декаде мая отрицательная аномалия температуры воздуха наблюдалась на севере, в центре, на востоке и местами на юго-востоке, на остальной территории республики аномалия температуры воздуха была положительной.

Ночные заморозки 1...7 °С на севере и в центре страны не были опасны для появившихся всходов пшеницы и ячменя на ранних посевах.

Во второй декаде мая все зерносеющие районы северной половины республики приступили после предварительной обработки почвы (культивация, обработка гербицидами, ядохимикатами) к посеву яровых зерновых культур. Условия для проведения посевных работ складывались в основном благоприятные, выпавшие осадки несколько дополнили влагозапасы почвы.

В третьей декаде мая на большей части территории республики наблюдалась отрицательная аномалия температуры воздуха (минус 1...3 °С), положительная аномалия отмечалась лишь на западе страны (до плюс 2 °С).

Наибольшее количество осадков выпало на севере, востоке, местами на западе и в центре, а также в горных районах юго-востока страны, на остальной территории выпало осадков около и меньше нормы.

Понижение температуры воздуха в ночное время суток на востоке, в центре и на севере страны отмечалось до минус 6 °С, в Акмолинской области до минус 8 °С и кратковременные заморозки на поверхности почвы до 7 °С, а также заморозки в районе М Лепси, Когалы, Аксенгир Алматинской области до 7 °С, не были опасными для появившихся всходов яровых зерновых культур.

В третьей декаде мая все зерносеющие районы северной половины республики продолжали посев яровых зерновых культур. Условия для роста и развития зерновых культур были удовлетворительными. Осадки выше нормы прошли повсеместно, что способствовало улучшению атмосферного и почвенного увлажнения, но несколько сдерживало завершение посевных работ.

В первой декаде июня отрицательная аномалия температуры воздуха (минус 1...4 °С) наблюдалась в северо-западной половине республики, положительная аномалия отмечалась в юго-восточной половине страны (до плюс 4 °С).

Средняя декадная температура воздуха в северной половине республики составила плюс 13...19 °С, в южной половине – плюс 20...26 °С.

Наибольшее количество осадков выпало на северо-западе (Костанайская область больше нормы в 1,3...4 раза), на остальной территории осадков выпало около и больше нормы в 1,3...2,2 раза.

В первой декаде июня все зерносеющие районы северной части республики в основном завершили посев яровых зерновых культур. За декаду по всей территории Казахстана отмечалась умеренно теплая с кратковременными осадками погода, при температуре воздуха местами выше нормы на севере, западе, в центре и на востоке.

В первой декаде июля сложились благоприятные условия для роста и развития яровых зерновых культур, полному созреванию, а также проведению уборочных работ на юге страны. Незначительные осадки прошли на севере и на востоке республики, что несколько улучшило влагозапасы почвы. Повышение температуры воздуха на западе страны способствовало преждевременному пожелтению листьев нижних ярусов пшеницы. Повсеместно в северных областях, в центре и на востоке страны приступили к химической обработке сорняков и вредителей.

Во второй декаде июля выпавшие осадки на западе страны создали хорошие условия для формирования колоса и налива зерна, в северной половине, из-за сильных ливней в ряде районов условия цветения и опыления растений ухудшались, на юге затрудняли уборку ярового ячменя и пшеницы, что обусловило значительные потери урожая.

В третьей декаде июля выпавшие осадки в северных областях создали хорошие условия для налива зерна, но сильные ливни в ряде районов ухудшили их во время цветения, что могло привести к потере урожая.

Максимальная температура воздуха в августе достигала на севере 28...30 °С, в центре и на востоке 31...33 °С, на западе 34 °С, на юге и юго-западе 35...37 °С и на юго-востоке 34...36 °С.

В первой половине августа в основном сложились удовлетворительные условия для роста и развития яровых зерновых культур и налива зерна, на юге для завершения уборочных работ.

Во второй половине августа повсеместно выпавшие обильные осадки и ветер свыше 15 м/с вызвали полегание высокорослых посевов, что затруднило их уборку. На западе, севере и востоке страны приступили к уборочным работам, осадки несколько сдерживали начало работ, а в предгорных районах Алматинской области завершению страды.

На территории страны в течение сентября продолжались уборочные работы зерновых колосовых культур, кукурузы, льна, картофеля, сахарной свёклы, подсолнечника. Максимальная температура воздуха в северных областях составляла 22...24 °С, в центре и на востоке 24...26 °С, в западных областях 28...29 °С, на юге и юго-западе 30...32 °С и на юго-востоке 28...29 °С. На преобладающей территории республики наблюдалась погода холоднее обычной (на 4 °С ниже нормы), выпавшие осадки несколько сдерживали завершение уборочных работ.

Уборочные работы зерновых культур завершились во второй половине октября, кроме риса и картофеля. По сравнению с прошлым годом уборочная

компания проходила интенсивно в конце сентября и в середине октября в основном была полностью завершена при благоприятных условиях.

**Атмосферная засуха.** В 2018 г. устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 15 °С, характеризующий начало летнего сезона, наступил в северных областях в период со второй по третью декаду мая, в Павлодарской области в начале июня, на западе и в центре с первой по третью декаду мая, на востоке в первой декаде июня, на юге со второй по третью декаду марта, (в горных районах – в конце апреля), на юго-востоке: во второй декаде апреля – начале мая (в горных районах – в середине июня). В летний период на основной территории республики наблюдался повышенный температурный фон, особенно в июле. Максимальная месячная температура воздуха в июле на севере республики составляла плюс 31...34 °С, в центре и на востоке плюс 33 °С, на западе 37...38 °С, на юго-западе плюс 40...43 °С, на юге плюс 40...41 °С и на юго-востоке плюс 35...39 °С. Засуха в летний период оказывает значительно большее отрицательное воздействие на растения, чем весенняя и осенняя, т.к. наблюдается в период формирования урожая сельскохозяйственных культур, что вызывает череззерницу, пустоколосость, щуплость зерна.

Атмосферная засуха наблюдалась в Актюбинской области на территории Хромтауского и Мартукского районов, а также в Алматинской области в районе М Талдыкорган. В Костанайской области на территории Наурузумского, Камыстинского, Костанайского, Жангельдинского и Денисовского районов и в Коргалжинском районе Акмолинской области. Установление сухой, жаркой погоды в течение вегетационного периода вызвало атмосферную засуху на посевах в Таскалинском, Байтерекском, Теректинском, Бурлинском, Сырымском и Чингирлауском районах Западно-Казахстанской области.

**Недостаток тепла.** Недостаток тепла определяется по фактическим суммам активных и эффективных температур воздуха и теоретическим константам, необходимым для физиологического развития культур. Суммы эффективных температур воздуха – это суммы средних декадных температур за вычетом температуры ниже биологического нуля, то есть температуры, при которой начинается активный рост той или иной культуры. Недостаток тепла в вегетационный период привело к слабому росту растений и ухудшению продуктивности колоса на посевах в Железинском районе Павлодарской области и в Сарысуском районе Жамбылской области.

**Суховей.** Суховей характеризуется сохранением не менее 5 дней минимальной относительной влажности воздуха 30 % и менее, максимальной температурой воздуха 25 °С и более при средней скорости ветра 5 м/с и более. Суховеи

отмечались на территории Сарысуского района Жамбылской области и в Аулиекольском районе Костанайской области.

**Град.** К числу неблагоприятных погодных явлений относится град – осадки, выпадающие в теплое время года из мощных кучево – дождевых облаков в виде частичек плотного льда различных размеров.

Градобитие на сельскохозяйственных посевах в 2018 году наблюдалось в летний период на территории Есильского и Коргалжинского районов Акмолинской области. Градом также были повреждены посевы в районе им. Шал акына, Айыртауском и в районе им. Г.Мусрепова Северо-Казахстанской области, в окрестности М Усть-Каменогорск Восточно-Казахстанской области, в Нуринском и Осакаровском районах Карагандинской области, в Шуском районе Жамбылской области, в Енбекшиказахском, Кербулакском, Аксуском и Раймбекском районах Алматинской области.

**Вымерзание.** Вымерзание – повреждение зимующих культур низкими температурами при отсутствии снежного покрова или при недостаточной его мощности во время сильных морозов. В открытых местах от снежного покрова в результате усиления ветра, а также при снежном покрове 5 см и менее, при температуре воздуха до минус 20...25°C, произошло частичное вымерзание посевов озимой пшеницы в окрестности М Усть-Каменогорск и в Бородулихинском районе Восточно-Казахстанской области, в Арыском районе Туркестанской области и Сарысуском районе Жамбылской области.

**Сильный ветер.** Сильный ветер характеризуется скоростью 15 м/с и более, наносит ущерб в период созревания посевов, вызывает полегание высокорослых зерновых и других культур, осложняет проведение многих видов сельскохозяйственных работ (сев, внесение удобрений и ядохимикатов, уборка урожая). Сильным ветром свыше 15 м/с были повреждены посевы в Енбекшиказахском и Аксуском районах Алматинской области.

**Излишнее увлажнение почвы.** Излишнее увлажнение почвы наблюдается в вегетационный период, когда почва на глубине 10...12 см при визуальной оценке увлажненности характеризуется липким или текучим состоянием не менее 20 суток подряд. Избыток влаги в почве при обильных осадках (выше нормы) в течение вегетационного периода отмечалось в Бурабайском районе и в р-не им. Биржан сал Акмолинской области и Камыстинском районе Костанайской области.

**Заморозки.** Заморозки обычно наблюдаются весной и осенью при антициклонической погоде, на гребнях повышенного атмосферного давления, при высоком эффективном излучении подстилающей поверхности и при слабом ветре. В зависимости от времени возникновения и степени интенсивности замороз-

ки могут частично или существенно повредить сельскохозяйственные культуры, полностью уничтожить или снизить их урожай. Заморозки в весенний период наблюдались в Саркандском, Коксунском, Ескельдинском, Каратальском районах и на полях в окрестности М Талдыкорган Алматинской области.

Поступила 15.01.2019 г.

М.Э. Шмидт, Т.В. Худякова, И. Амирова, С. Ибраев, С. Балабеков,  
Е.И. Васенина, Н. Лоенко, Ж. Исабекова, А. Мынжанова

### **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ 2018 ЖЫЛҒЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ АПАТТЫ ҚҰБЫЛЫСТАР**

**Кілт сөздер:** климаттық норма, синоптикалық үдеріс, метеорологиялық апатты құбылыстар, гидрологиялық құбылыстар, агрометеорологиялық жағдайлар, жазықтық аумақ, Солтүстік Каспий, Қазақстан аумағы.

*Шолу жұмысында Қазақстан аумағындағы 2018 жылғы ауа-райы жағдайының сипаттамасы, метеорологиялық апатты құбылыстар туралы мәліметтер мен олардың туындауына әсер еткен синоптикалық үдерістердің қысқаша сипаттамасы берілген. Одан басқа, байқалған гидрологиялық және агрометеорологиялық апатты құбылыстарға шолу, сонымен қатар Солтүстік және Орта Каспийдің су беткейінің*

M.E. Shmidt, T.V. Khudyakova, I. Amirova, S. Ibrayev,  
S. Balabekov, Ye.I. Vasenina, N. Loyenko, Zh. Isabekova,  
A. Mynzhanova

### **NATURAL HYDROMETEOROLOGICAL PHENOMENA ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN 2018**

**Key words:** climate norm, synoptic process, natural meteorological phenomena, hydrological phenomena, agrometeorological conditions, flatland territory, Northern Caspian, territory of Kazakhstan.

*The review provides brief descriptions of the weather, information about natural meteorological phenomena and characterization of the synoptic processes, that caused their occurrence in the territory of Kazakhstan in 2018. In addition, describe reviews of natural hydrological and agrometeorological phenomena, that observed on the territory, as well as given an overview of the state of the water surface of the Northern and Middle part of the Caspian Sea.*

## УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

опубликованных в журнале "Гидрометеорология и экология" в 2019 г.

### МЕТЕОРОЛОГИЯ

*Чердниченко В.С., Чердниченко А.В., Чердниченко А.В.*

Ожидаемые изменения климата в Северном Казахстане. №1, С. 7-19.

*Сулейманов М.Ф.* Исследование опасных атмосферных процессов в

Гянджа-Газахском регионе Азербайджана. №1, С. 27-32.

*Адилбеков Е.К.* Режим ветра и оценка ветроэнергетического

потенциала на территории учебного центра Военного института Сухопутных войск Республики Казахстан. №1, С. 33-42.

*Елтай А.Г.* Особенности ветрового режима в казахстанской части

Среднего Каспия. №1, С. 63-72.

*Самарханов Т.Н., Егорова А.В., Мырзагалиева А.Б., Сапаров К.Т.*

Климатические факторы, как компонент оценки рекреационного потенциала Сибирских озер. №2, С. 7-21.

### ГИДРОЛОГИЯ

*Бурлибаев М.Ж., Шенбергер И.В., Кайдарова Р.К., Бурлибаева Д.М.,*

*Кулебаев К.М.* О требованиях экосистем рек Шу и Талас к гидрологическому и гидрохимическому режимам водотоков. №1, С. 73-92.

*Баязитова З.Е., Глеуова Ж.О., Жапарова С.Б., Макеева Л.А.,*

*Фахруденова И.Б., Курманбаева А.С.* Оценка риска наводнений в результате аварий на гидротехнических сооружениях. №1, С. 93-104.

*Давлетгалиев С.К., Абдуллаева А.С.* Жайық өзенінің оң салаларының

көктемгі ағындысының сипаттамаларын есептеу. №1, С. 116-128.

*Давлетгалиев С.К., Чапаева Г.Т.* Елек алабы негізгі өзендерінің

көктемгі ағындысын есептеу және болжау. №1, С. 129-138.

*Садуокасова М.Т.* Методика расчета испарения с поверхности озер

Щучинско-Боровской курортной зоны. №1, С. 139-144.

*Серикбай Н.Т., Дускаев К.К., Ахметова С.Т., Оспанова М.* Оценка

изменения характеристик минимального стока в бассейне реки Есиль. №1, С. 145-153.

*Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Камалшев А.М.* Климатический

профиль водосборного бассейна реки Шу. №2, С. 38-49.

*Ивкина Н.И., Васенина Е.И., Елтай А.Ф.* Сгонно-нагонные явления в

северо-восточной части Каспийского моря в современных условиях. № 2, С. 77-85.

*Абдрахимов Р.Г., Елтай А.Ф.* Принципы оценки площадей затопления рек равнинного Казахстана (на примере реки Нура). №2, С. 86-95.

*Дускаев К.К., Чигринец А.Г., Мусина А.К., Жанабаева Ж.А., Ахметова С.Т., Ермаиш Е.К.* Оценка максимальных расходов воды рек города Алматы. №2, С. 96-110.

*Керімбай Б.С., Джаналеева К.М., Керімбай Н.Н.* Палеогеографические этапы развития природной среды бассейна реки Шарын. №2, С. 111-120.

*Сапаров Қ.Т., Нурпейсова А.М.* Қостанай облысы гидронимдерінің номинациялану ерекшеліктері. №2, С. 142-150.

*Елтай А.Ф., Ивкина Н.И., Нарбаева К.Т.* Явление апвеллинга у казахстанского побережья Каспия. №3, С. 17-25.

*Болатова А.А., Тілгәкәрім Т.А., Раимжанова М.Н.* Применение гидрологической модели HBV для прогнозирования стока рек на примере бокового притока воды в Шульбинское водохранилище. №3, С. 26-43.

*Нурбаццина А.А., Дидовец Ю., Лобанова А.* Адаптация гидрологической модели SWIM для прогнозирования стока равнинных рек Казахстана во время паводков/половодья. №3, С. 44-58.

*Ивкина Н.И., Шенбергер И.В., Терехов А.Г.* Особенности водного режима р. Шарын в современных условиях. №3, С. 59-67.

*Тальских В.Н., Шардакова Л.Ю.* Разработка регионального метода балльно-индексной оценки состояния озерных систем бассейна Аральского моря. №3, С. 68-79.

*Давлеткалиев С.К., Алимкулов С.К., Талипова Э.К.* Өзен ағындысы мен жауын-шашынның айлық мәндерін бірлестіріп, статистикалық модельдеу арқылы Іле өзенінің гидрографын ұзақ мерзімге болжау. №3, С. 92-104.

*Давлеткалиев С.К., Баймахан Ж.Н.* Каспий маңы аймағының шығыс бөлігі өзендерінің көктемгі ағынды сипаттамаларын есептеу. №3, С. 105-113.

*Смагулов Ж.Ж., Сапарова А.А., Загидуллина А.Р., Баспакова Г.Р.* Водохозяйственные исследования и разработка сценариев развития водопотребления в трансграничном бассейне реки Ертыс (казахстанская часть). №3, С. 114-129.

## **ЭКОЛОГИЯ**

*Дмитриев П.С., Шаймерденова А.Ж.* Природно-ресурсный потенциал использования альтернативных источников энергии на территории Северо-Казахстанской области. №1, С. 20-26.

*Ахмеджанов А.Х., Ахметов Н.Д., Караданов Т.К.* Исследование содержания метана в атмосфере Казахстана по данным дистанционного зондирования. №1, С. 43-49.

*Жумадина Ш.М., Абилова Ш.Б., Манитов Н.Б., Карабалаева А.Б., Сатова К.М.* Климатически обусловленная динамика радиального прироста сосны обыкновенной в лесных экосистемах Казахстана. №1, С. 50-62.

*Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Рыскулбеков Л.Б.* Геоэкологическая оценка транспирации загрязненных веществ в бассейне трансграничной реки Иле. №1, С. 105-115.

*Шаринова О.А.* К вопросу определения статуса водопользования водоемов Карагандинской области по гидрохимическим признакам. №1, С. 154-163.

*Маканова А.У., Токмагамбетова Р.Ю.* Тенденция социально-экономического развития Алматинской области. №1, С. 164-177.

*Акиянова Ф.Ж., Каракулов Е.М., Зинабдин Н.Б., Васильченко Н.И.* Применение методов анализа дистанционных данных для оценки плоскостной эрозии на примере территории Акмолинской области. №2, С. 22-37.

*Закарин Э.А., Балакай Л.А., Бостанбеков К.А., Дедова Т.В., Жетписов Р.А.* Математическое моделирование рисков загрязнения воздушного бассейна города. №2, С. 50-62.

*Бурлибаев М.Ж., Кайдарова Р.К., Бурлибаева Д.М., Шенбергер И.В., Кулебаев К.М.* О современном состоянии изменения гидрохимического режима реки Шу. №2, С. 63-76.

*Акбаева Л.Х., Мамытова Н.С., Тулегенов Е.А., Адильбектеги Г.А., Szoskiewicz K.* Сезонная динамика самоочищающей способности водоемов Акмолинской области. №2, С. 121-130.

*Омарбаева А.Н., Акбаева Л.Х., Жаппарова Б.К., Бекбосынова С.А., Мамытова Н.С.* Оценка экологического состояния реки Нура в зоне техногенного воздействия г. Темиртау. №2, С. 131-141.

*Тальских В.Н., Шардакова Л.Ю.* Разработка индикаторов экологически допустимого состояния для озерных экосистем бассейна Аральского моря в условиях антропогенного воздействия и изменения климата. №2, С. 152-163.

*Абдраимова К.Т., Ибрагимова Э.Қ., Төлеи Ж.* Байқоңыр ғарыш айлағы маңындағы топырақ сынамаларын талдау және қоршаған ортаға әсерін бағалау. №2, С. 164-173.

*Дмитриев П.С., Лысакова Т.Н., Фомин И.А., Нестеренко А.В.* Перспективы применения экстракта сапропеля с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур. №3, С. 7-16.

*Тальских В.Н., Шардакова Л.Ю.* Результаты оценки озерных систем бассейна Аральского моря с помощью индекса экологического состояния. №3, С. 80-91.

*Курманбаева А.С., Фахруденова И.Б., Баязитова З.Е., Какабаев А.А., Карнаухова Т.В.* Изучение динамики индекса загрязнения воды озера Улькен Шабакты. №3, С. 130-138.

*Бимаганбетова А.О., Базарбаева Т.А., Муканова Г.А., Атыгаев А.Б.* Экологическое состояние растительного покрова на месте аварий Протон-М. №3, С. 139-150.

*Лебедь Л.В., Есеркенова И.Б., Атабаев М.А., Васильченко Н.И., Токпаев З.Р.* Экологический мониторинг возделываемых земель в национальной системе инвентаризации парниковых газов. №3, С. 151-170.

*Лысакова Т.Н., Нукжанова А.М., Дмитриев П.С.* Исследования почв в 2016 и 2018 годах на территории свалок твердых бытовых отходов Северо-казахстанской области с помощью биоиндикационного метода. №3, С. 171-180.

### **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

*Благовещенский В.П., Жданов В.В.* Опыт оценки и прогноза лавинной опасности в Швейцарии. №1, С. 178-190.

*Сергеева А.М., Кошим Ә.Ф., Сапаров Қ.Т.* Каспий теңізі мен оның жағалауын табиғи-рекреациялық тұрғыдан бағалау. №2, С. 174-186.

*Чашина Б.А., Рамазанова Н.Е.* Теоретико-методологические подходы к определению смыва почвы с сельскохозяйственных угодий. №2, С. 187-198.

*Медеу А.А., Кыргызбай К.М.* Эволюция экономических взглядов на воду: концепции и теории. №3, С. 181-199.

### **ХРОНИКА**

Памяти *И. В. Каипова* (1956 – 2019 гг.). №1, С. 191-201.

*Калинин Михаил Юрьевич* (к 70-летию со дня рождения). №2, С. 199-203.

*Абдрахметов Мереке Абдрахметович* (к 60-летию со дня рождения). №2, С. 204-205.